



Universidade de Aveiro Departamento de Ambiente e Ordenamento
2018

**Miguel Ângelo
Tavares de Almeida**

Avaliação e gestão da incomodidade dos odores



Universidade de Aveiro Departamento de Ambiente e Ordenamento
2018

**Miguel Ângelo
Tavares de Almeida**

Avaliação e gestão da incomodidade dos odores

Relatório de estágio apresentado à Universidade de Aveiro para cumprimento dos requisitos necessários à obtenção do grau de Mestre em Engenharia do Ambiente, realizada sob a orientação científica da Doutora Ana Isabel Couto Neto da Silva Miranda, Professora Catedrática do Departamento de Ambiente e Ordenamento da Universidade de Aveiro.

Dedico este relatório de estágio aos meus pais, irmãos e amigos.

o júri

Presidente

Doutora Maria Helena Gomes de Almeida Gonçalves Nadais
Professora Auxiliar da Universidade de Aveiro

Vogal – Orientadora

Doutora Ana Isabel Couto Neto da Silva Miranda
Professora Catedrática da Universidade de Aveiro

Vogal - Arguente Principal

Doutor Nelson Augusto Cruz de Azevedo Barros
Professor Associado da Faculdade de Ciência e Tecnologia da Universidade Fernando Pessoa

agradecimentos

A realização deste relatório de estágio deve-se à colaboração e contribuição de várias pessoas, às quais quero expressar o meu agradecimento.

À Doutora Ana Isabel Miranda pela orientação, simpatia, disponibilidade e pelos conselhos que contribuíram para a elaboração deste relatório de estágio.

Ao Doutor Miguel Coutinho pela disponibilidade, simpatia e aconselhamento prestado.

Agradeço a toda a equipa do IDAD pela partilha de conhecimento, pela amizade e simpatia.

A toda a minha maravilhosa família pelo apoio incansável, pela educação e pelos bons exemplos que me tem transmitido.

Aos meus amigos que sempre me aconselharam e apoiaram durante a realização deste trabalho.

A todas as pessoas que contribuíram de forma direta e indireta para a realização deste trabalho.

A todos, os meus sinceros agradecimentos...

palavras-chave

Olfatometria, incomodidade dos odores, plataforma de comunicação *on-line*, painel de odor, critérios de impacto de odor, horas de odor.

resumo

O presente estágio teve como finalidade o desenvolvimento de uma plataforma de comunicação *on-line* que poderá ser utilizada pelos residentes do município de Sines de maneira a permitir uma interação social entre os representantes das atividades emissoras de odores, as autoridades reguladoras e a população residente, auxiliando a avaliação e a gestão do impacto dos odores nesta região. Outro dos objetivos consistiu na elaboração de um estado da arte relativamente à gestão da incomodidade de odores de forma a contribuir com conhecimento crucial para a sugestão de medidas mitigadoras que poderão ser aplicadas futuramente em Sines e para a elaboração de uma análise crítica sobre o estudo de avaliação do impacto de odor efetuado neste município. Neste relatório apresenta-se o trabalho realizado sobre avaliação da incomodidade dos odores na envolvente do complexo industrial de Sines, bem como as várias técnicas de avaliação e gestão, aplicadas internacionalmente para fazer face a esta problemática. Além disso, neste documento também são descritas outras atividades que foram realizadas no Instituto do Ambiente e Desenvolvimento no âmbito do estágio curricular do Mestrado em Engenharia do Ambiente da Universidade de Aveiro.

keywords

Olfactometry, odour annoyance, online communication platform, odour panel, odour impact criteria, odour-hours.

abstract

The purpose of this internship was the development of an online communication platform that could be used by residents of the municipality of Sines in order to allow a social interaction between representatives of odor-producing activities, the regulators and population residents, thereby helping to assess and manage the odor impact in the region. Another objective was to elaborate a state of the art regarding the management of odors discomfort in order to contribute with crucial knowledge to the suggestion of mitigation measures that may be applied in the future in Sines and a critical analysis of the odor impact study in this municipality.

This report presents the work carried out about assessment of odor discomfort on the industrial complex of Sines, as well as the many techniques of assessment and management applied internationally to solve this problem. This document also describes other activities that were carried out in Institute of Environment and Development within the scope of the curricular internship of the Master in Environmental Engineering of the University of Aveiro.

Índice

1. Introdução	1
2. Acompanhamento das atividades realizadas pelo IDAD	5
3. Avaliação e gestão da incomodidade dos odores	7
3.1 Características dos odores	7
3.1.1. Concentração	8
3.1.2. Intensidade	9
3.1.3. Carácter/ Qualidade	11
3.1.4. Ofensividade	12
3.1.5. Persistência	14
3.2. Avaliação da incomodidade de odores	14
3.2.1. Métodos Preditivos	16
3.2.2. Métodos Observacionais/ Empíricos	20
3.2.3. Amostragem de odores	28
3.3. Gestão da incomodidade dos odores	30
3.3.1. Sistemas regulamentares baseados nas emissões	31
3.3.2. Sistemas regulamentares baseados no ar ambiente	31
3.3.3. Abordagens de controlo de odor	36
4. Caso de Estudo – Avaliação e Gestão da incomodidade dos odores no Município de Sines .	45
4.1. Município de Sines	45
4.2. Clima da região de Sines	47
4.2.1. Regime de ventos	48
4.2.2. Estabilidade atmosférica	48
4.3. Análise das reclamações e identificação das principais fontes de odor do município de Sines	50
4.4. Amostragem de odores em Sines	54
4.4.1. ETAR de Ribeira de Moinhos	54
4.4.2. Repsol Polímeros	56
4.4.3. Refinaria Galp	57
4.4.4. APS – Administração do Porto de Sines	58
4.4.5. Ecoslops	58
4.5. Determinação das concentrações de odor	59
4.6. Mapeamento da dispersão de odores na região de Sines	61
4.6.1. Monitorização de odores na região de Sines	61
4.6.2. Modelação na região de Sines para simular a dispersão de odores	63

4.7. Comunicação com a população e desenvolvimento da plataforma de comunicação <i>on-line</i>	65
4.7.1. Desenvolvimento da plataforma de comunicação <i>on-line</i>	65
4.7.2. Reuniões com a COMSINES	68
4.8. Recomendação de medidas mitigadoras	72
5. Conclusão	75
Bibliografia	79

Índice de Figuras

Figura 1: Representação da relação entre a concentração e a intensidade.....	10
Figura 2: Representação da roda de odor.	12
Figura 3: Representação da relação entre a concentração (dose) e a intensidade (resposta) referente ao n-butanol.....	14
Figura 4: Representação da variação da concentração média de odor (ou_E/m^3) para 3 intervalos diferentes: (a) concentração média de odor horária; (b) concentração média de odor para períodos de 12 minutos ao longo de uma hora; (c) concentração média de odor para períodos de 12 segundos.....	19
Figura 5: Monitorização de odores através de um olfatómetro de campo.	21
Figura 6: Representação de um exemplo do procedimento de um teste sniff.....	22
Figura 7: Representação da rede de pontos quadrangular utilizada no método da grelha.	23
Figura 8: Determinação do penacho de odores: método estacionário	24
Figura 9: Representação do método dinâmico para delimitar o penacho de odores.	26
Figura 10: Representação do esquema do sistema de amostragem do tipo pulmão.....	29
Figura 11: Estrutura Plan, Do, Check, Act.....	42
Figura 12: Representação do município de Sines.....	46
Figura 13: Representação da Rosa dos ventos simuladas pelo TAPM para o ano de 2016.....	48
Figura 14: Perfil médio da temperatura em Sines para o ano de 2016.	49
Figura 15: Variação da altura da camada de mistura num dia típico representativo da média do ano de 2016.....	50
Figura 16: Número de queixas registadas em função do período de tempo.	51
Figura 17: Representação da distribuição geográfica das fontes emissoras.	52
Figura 18: ETAR de Ribeira de Moinhos – (a) Tanque de Homogeneização; (b) Tanque de Arejamento.	55
Figura 19: ETAR de Ribeira de Moinhos - Edifício de secagem de lamas.	56
Figura 20: Repsol – API (Z0101).....	57
Figura 21: Repsol – Recipiente com efluente da API (Z0101).....	57
Figura 22: Refinaria Galp – Recipiente com efluente da BAAC.....	58
Figura 23: APS - Conduitas do tanque de poluídos.....	58
Figura 24: Ecoslops – Recipiente com efluente do TK 1001.	59
Figura 25: Determinação do penacho de odores: método dinâmico.....	62
Figura 26: Representação de um emissor no mapa do “QCumber people”.....	66
Figura 27: Ilustração de uma vulnerabilidade no mapa do “QCumber people”.....	67
Figura 28: Representação espacial dos “Qalert de odor” na região de Sines.....	67

Índice de Tabelas

Tabela 1: Representação de uma escala de intensidade de odor.....	10
Tabela 2: Escalas numéricas para avaliar o tom hedónico dos odores.	13
Tabela 3: Breve descrição dos fatores FIDOL	13
Tabela 4: Representação dos vários métodos de avaliação do impacto de odor utilizados.	15
Tabela 5: Representação do efeito resultante da relação entre o risco de exposição a odor e a sensibilidade do recetor.....	17
Tabela 6: Representação dos componentes dos sistemas regulamentares da gestão de odores.....	30
Tabela 7: Representação das principais fontes emissoras de odores.	52
Tabela 8: Descrição das várias funcionalidades do “QCumber people”	66
Tabela 9: Representação das respostas dos representantes das empresas que fazem parte do caso de estudo sobre os principais tópicos abordados na reunião.....	71

Lista de Siglas

AdSA – Águas de Santo André

AICEP – Agência para o investimento e comércio externo de Portugal

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

APS – Administração do Porto de Sines

AFNOR – Association Française de Normalisation

ASTM – American Society for Testing and Materials

AS/NZS – Australian Standard/ New Zealand Standard

BREFs – “Best Reference Documents”

BAAC – Bacia de águas acidentalmente contaminadas

CASA – Clean Air Strategic Alliance

CEN – Comissão Europeia de Normalização

CCDR – Centro de Coordenação e Desenvolvimento Regional

CIMAL – Comunidade Intermunicipal do Alentejo Litoral

COMSINES - Conselho das Comunidades de Sines

DEFRA – Department for Environment and Rural Affairs

D/T – Dilution to threshold

D_{int} – Diâmetro interno

ETAR – Estação de tratamento de águas residuais

EMQA – Estação de Monitorização da Qualidade do Ar

EAUK – Environment Agency of United Kingdom

FIDOL – Frequência, Intensidade, Duração, Ofensividade e Localização

IDAD – Instituto do Ambiente e Desenvolvimento

ICNF- Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas

MTDs – Melhores Técnicas Disponíveis

OMS – Organização Mundial da Saúde

oc – odour concentration (concentração de odor)

ou – odour unit (unidade de odor)

ou_E – european odour unit (unidade europeia de odor)

PGO – Plano de gestão de odor

SEPA – Scottish Environment Protection Agency

Sniamb – Sistema Nacional de informação de ambiente

USEPA – United States Environmental Protection Agency

US – United States

ZILS – Zona Industrial e Logística de Sines

1. Introdução

Antes de se proceder à definição da incomodidade dos odores, deve ter-se conhecimento do que é um “odor”. De acordo com McGinley (2000), o termo “odor” refere-se à percepção experienciada quando um ou mais químicos entram em contacto com os recetores através dos nervos do sistema olfativo. A incomodidade dos odores é normalmente algo subjetivo, ou seja, varia de individuo para individuo, uma vez que o processo que ocorre desde a formação do odor até à ação da queixa depende de vários fatores, tais como as características do odor, a diluição do odor na atmosfera, as características e exposição dos recetores (percepção da saúde individual e dos riscos existentes, o histórico de exposições, fatores psicológicos, a localização dos recetores, o tempo passado no exterior, etc), o contexto de exposição (atividade e estado mental durante a exposição, etc) (Harreveld, 2001).

No entanto, segundo Harreveld (2001) quando se fala em odores deve ter-se em consideração o esclarecimento das diferenças técnicas entre perturbação e incómodo. A perturbação é um efeito negativo que resulta de uma exposição imediata; e incómodo corresponde a efeitos adversos causados cumulativamente, devido a repetidos eventos de perturbação tipicamente durante um período prolongado.

McGinley (2000) refere que nalgumas situações, a exposição a odores pela população residente na proximidade de fontes emissoras pode causar certos sintomas, tais como a dores de cabeça, náusea, desconforto gastrointestinal, fadiga, irritação dos olhos, irritação na garganta, falta de ar, distúrbios do sono, incapacidade de concentração e stress. Todavia, a relação direta entre a exposição de odores e os sintomas descritos anteriormente é muito controversa, uma vez que segundo Ohio Department of health (2016), esta conexão depende da sensibilidade de cada individuo ao odor, bem como de outros fatores tais como a frequência, a duração e a concentração.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) associa o termo saúde como o bem-estar social, físico e mental, não sendo apenas a ausência de doença (World Health Organization, 1948). Os odores são um dos agentes ambientais de stress que afetam o bem-estar social e mental da população exposta, principalmente quando ocorrem situações de incómodo, uma vez que podem despoletar sentimentos de insegurança e alterar o humor dos indivíduos expostos. Atendendo ao facto de que a presença de episódios de incómodo provocados pelos odores ser um dos fatores que contribui para a deterioração da saúde humana, é de relevante importância fornecer uma resposta eficaz para avaliar e gerir esta problemática.

Ao longo do tempo, a incomodidade dos odores tem-se vindo a tornar um problema cada vez mais debatido, devido ao crescente número de atividades antropogénicas e ao aumento da exigência das populações por melhores condições de vida.

Posto isto, nos últimos anos, a comunidade científica e as entidades reguladoras têm cooperado entre si para encontrar técnicas inovadoras de avaliação e soluções de gestão da incomodidade dos odores através da criação de normas, aparelhos de medição, métodos de amostragem, etc.

No município de Sines, a Câmara Municipal tem vindo a receber nos últimos anos cada vez mais queixas sobre episódios de exposição a odor pela população residente. Recentemente, formou-se neste concelho uma associação designada por COMSINES (Conselho das Comunidades de Sines) constituída por representantes da Câmara Municipal e de entidades instaladas no município que visam promover o desenvolvimento sustentável, o bem-estar e a melhoria das condições de vida da população Sineense. Esta organização sugeriu a contratação de especialistas na área ambiental para avaliar a incomodidade dos odores na região de Sines. Para cumprir este objetivo, a COMSINES contratou o Instituto do Ambiente e Desenvolvimento (IDAD) para realizar o diagnóstico, a caracterização e o mapeamento dos odores neste município.

Neste âmbito, o tema abordado consiste na avaliação e gestão da incomodidade dos odores no município de Sines, uma vez que é necessário minimizar a exposição a odores na população de Sines. O objetivo geral deste estágio consistiu em fornecer uma resposta eficaz em termos de avaliação e gestão para minimizar o impacto da incomodidade dos odores experienciado pela população de Sines. Para cumprir este objetivo geral executam-se os seguintes objetivos específicos: (I) a elaboração de um “estado de arte” sobre a avaliação e gestão de odores; (II) a caracterização do caso de estudo; (III) o desenvolvimento de uma plataforma de comunicação *on-line* (“QCumber people”). Por fim, o último objetivo consistiu no desenvolvimento de conhecimentos e de competências na área de Engenharia do Ambiente, não só através do cumprimento dos objetivos descritos anteriormente, mas também mediante o acompanhamento de atividades realizadas pelo IDAD.

O presente trabalho está organizado de acordo com os seguintes capítulos. No capítulo 2 são descritas as atividades desenvolvidas pelo IDAD, nas quais houve a minha participação. No terceiro capítulo são descritas as estratégias de gestão e controlo de odores que são normalmente utilizadas, as técnicas de avaliação da incomodidade (modelação, métodos de medição e de amostragem), as normas tipicamente usadas, as características e os limiares de odor.

No capítulo 4 caracteriza-se o caso de estudo no qual se descreve o município, descrevendo-se os fatores que apresentam maior influência na dispersão de odores, a análise das reclamações e as principais fontes de odor. É também apresentada uma breve descrição do trabalho realizado em termos de avaliação da incomodidade dos odores na região de Sines e do desenvolvimento da plataforma de comunicação *on-line* (QCumber). No quinto capítulo é elaborada a conclusão deste trabalho, sugerindo-se medidas adicionais de mitigação da incomodidade de odores para o município de Sines. Inclui-se ainda uma análise crítica do trabalho efetuado.

2. Acompanhamento das atividades realizadas pelo IDAD

Antes de se proceder à descrição das atividades realizadas no IDAD, deve definir-se a instituição em causa, ou, seja, o Instituto do Ambiente e Desenvolvimento (IDAD). O IDAD é uma associação científica e técnica que visa procura fornecer soluções de inovação ambiental a empresas e à administração pública, uma vez que é um centro de excelência na aplicação de conhecimento na área do ambiente e do desenvolvimento sustentável. Esta instituição é composta por uma equipa multidisciplinar que atua em várias áreas de intervenção: poluição atmosférica, da sustentabilidade, da monitorização ambiental e avaliação de impactes.

Ao longo do presente estágio, participei nalgumas saídas de campo realizadas por profissionais do IDAD e auxiliei-os na elaboração de alguns relatórios, o que contribui para ao desenvolvimento de competências na área de Engenharia do Ambiente.

As saídas de campo consistiram em reuniões com o grupo COMSINES, na realização de campanhas de monitorização da qualidade do ar, na medição da emissão de poluentes atmosféricos, na amostragem de odores e de águas residuais.

As reuniões com o grupo COMSINES, em que estive presente, consistiram na apresentação da plataforma de comunicação *on-line*, QCumber, aos membros da COMSINES e na recolha de informação sobre a área de estudo.

A campanha de monitorização da qualidade do ar realizou-se na Escola Básica do 1ºCiclo da Carregueira em que contribui para a montagem dos equipamentos de medição de parâmetros meteorológicos e da concentração de poluentes atmosféricos (O₃, CO, NO_x, NO, NO₂,...).

As amostragens de odores em que participei foram realizadas no tanque de lamas ativadas, no reator biológico e à saída do sedimentador primário da ETAR da Mealhada.

As amostragens de águas residuais foram efetuadas na Cliria – Hospital Privado de Aveiro e na empresa Pascoal e Filhos, S.A. através de amostradores automáticos de águas, nas quais também se mediu o pH e a concentração de oxigénio dissolvido dos efluentes.

Participei ainda na montagem do equipamento de medição da emissão de poluentes atmosféricos (COTs, CO, NO_x, CO₂) provenientes das caldeiras de algumas escolas, para poder saber se a concentração dos poluentes emitidos resultantes da combustão estava dentro da gama de valores esperada. Caso se verificasse a excedência dessa gama, significaria que a caldeira estava a funcionar inadequadamente, e, portanto, necessitaria da intervenção de uma equipa de manutenção especializada. Além disso, colaborei na instalação de amostradores automáticos de partículas PM10 no centro caritas de Leirosa e na estação de monitorização da

qualidade do ar (EMQA) situada na escola secundária José Estevão em Aveiro. Após a implantação destes equipamentos, foram realizadas várias visitas à EMQA de modo a recolher os filtros amostrados com o intuito de validar os equipamentos de medição de partículas no ar ambiente pelo método de gravimetria.

Contribui ainda para a elaboração dos seguintes relatórios: relatório sobre a determinação dos penachos de odor na região de Sines referente à campanha de Inverno e relatório relativo à medição das emissões das caldeiras nas escolas monitorizadas.

Com estas atividades adquiri conhecimento sobre o modo de funcionamento de certos equipamentos de medição de vários poluentes atmosféricos e como se procede à sua amostragem nas fontes emissoras e no ar ambiente. Além disso, também foram adquiridas competências para a realização de rosas dos ventos com o programa WRPlot view.

3. Avaliação e gestão da incomodidade dos odores

A ocorrência de situações de incómodo resultam da exposição intermitente e prolongada a odores capazes de provocar sentimentos de apreciação negativa, sendo importante realçar que a incomodidade está dependente da forma como cada individuo avalia o meio envolvente (Environment Agency of United Kingdom, 2002a). Sendo assim, é de relevante importância ter conhecimento adequado que proporcione uma resposta eficaz à sua avaliação e gestão.

O processo que decorre desde a formação de odor até à realização da queixa é muito complexo, uma vez que depende de vários fatores tais como, as características do odor, a diluição do odor na atmosfera, o contexto de exposição, as características e exposição dos recetores (Harreveld, 2001). No entanto, a relação entre a exposição e o incómodo é avaliada de forma mais simplificada, normalmente recorre-se à modelação para determinar a exposição de modo a relacioná-la posteriormente com o nível de incómodo obtido através de questionários ou por registo de queixas (Environmental Agency of United Kingdom, 2002a).

Para realizar uma gestão da problemática dos odores adequada à área em estudo, em primeiro lugar, deve ter-se em conta certas bases de apoio à tomada de decisão durante a gestão da qualidade do ar, e, portanto, a incomodidade dos odores deve ser primeiramente avaliada mediante ferramentas de avaliação, tais como técnicas de amostragem, monitorização, modelação, métodos de medição e quantificação de odores ou de substâncias odorantes. No entanto, para entender a aplicação destas ferramentas precisa-se de ter conhecimento sobre as características e os limiares dos odores.

3.1 Características dos odores

A compreensão das ferramentas de avaliação e gestão dos odores, implica o domínio de certos conceitos, nomeadamente os limiares de odor (limiar de odor, limiar de deteção e limiar de reconhecimento) e as principais características dos odores.

De acordo com Department of Environment and Rural Affairs (DEFRA) (2010), estes limiares correspondem a uma concentração de odor determinada por medições sensoriais quantitativas (citado por Mendes, 2012).

- Limiar de odor: corresponde à concentração de odor mínima que provoca resposta em 50% das vezes que animais são expostos ao odor (Iowa State University, 2004).
- Limiar de deteção: Segundo USEPA (2001) refere-se à concentração de odor mínima que é percebida por 50% dos elementos de um painel de assessores representativo da média da população (citado por Mendes, 2012).
- Limiar de reconhecimento: representa a concentração de odor mínima que tem uma probabilidade de ser reconhecida por um painel de assessores de 50% (ex.: o odor a ovos em putrefação associado a H₂S) (Iowa State University, 2004).

As dimensões de odor referem-se às características que podem ser efetivamente medidas mediante métodos sensório-instrumentais (ex.: nariz eletrónico), sensoriais (ex.: olfatometria dinâmica) e analíticos (ex.: análises físico-químicas) ou através de combinações destes (Gostelow *et al.*, 2001; Capelli *et al.*, 2008). Segundo Brancher *et al.* (2017), as principais dimensões usadas para caracterizar os odores são designadas pelo acrónimo CICOP: Concentração (C), Intensidade (I), Caráter/ Qualidade (C), Ofensividade (O) e Persistência (P).

3.1.1. Concentração

A concentração de odor é utilizada com maior frequência na caracterização de odores para fins legislativos (Brancher *et al.*, 2017). De acordo com Ruijten *et al.* (2009), esta refere-se à concentração mínima de odor ou de odorante necessária para despoletar a perceção de odor por uma percentagem específica da população. Segundo Clean Air Strategic Alliance (2015), as concentrações de odor são determinadas por métodos que consistem na apresentação de diluições de amostras de ar odoroso com quantidades conhecidas de ar inodoro a membros de um painel criteriosamente selecionado e através de um olfatómetro. Como referido em Furberg *et al.* (2005), começa-se por inalar primeiramente as amostras mais diluídas, sendo apresentadas gradualmente até que 50% do painel consiga detetar um odor, determinando-se assim o limiar de deteção de odor que corresponde a uma unidade de odor por metro cúbico às condições padrão (1 ou/m³). De acordo com este autor, a concentração de odor corresponde aos múltiplos do limiar de deteção de odor uma vez que é determinada através da quantidade de ar inodoro que foi necessária adicionar à amostra odorosa (fator de diluição) para que se atinja o limiar de deteção de odor.

A determinação da concentração de odor, para além de permitir o cálculo do caudal de emissão de odor de uma dada fonte emissora, também é realizada para estimar certos dados de entrada de modelos de dispersão atmosférica (Bockreis *et al.*, 2005). Normalmente, a quantificação deste parâmetro baseia-se em métodos específicos descritos em normas, tal

como a norma europeia EN 13725:2003, a norma americana U.S.: ASTM E679-04 e a norma Australiana e Neozelandesa AS/NZS 4323.3:2001 (Brancher *et al.*, 2017).

Segundo Furberg *et al.* (2005), existem vários métodos para determinar a concentração de odor que podem ser diferentes em termos de metodologia de determinação e de unidade que é utilizada, ou seja, a concentração de odor pode ser expressa por unidades de odor (ou), concentração de odor (oc), diluição a limiar (“Dilution to threshold” (D/T)), unidades de odor europeias por metro cúbico (ou_E/ m³) e unidades de odor por metro cúbico (ou/m³). Todas estas unidades são equivalentes (i.e. 1 ou = 1 oc = 1 ou/m³ = 1 ou_E/m³ = 1 D/T), no entanto, o tipo de unidade que é aplicada depende da norma utilizada (Furberg *et al.*, 2005).

3.1.2. Intensidade

Segundo Brancher *et al.* (2017), a intensidade de odor é definida como o potencial de percepção do odor ou a magnitude de estímulo que causa a sensação de odor. De acordo com estes autores, a relação entre a intensidade e o logaritmo da concentração de odor é normalmente linear e pode ser descrita como uma função logarítmica obtida teoricamente, em conformidade com a Lei Weber-Fechner:

Eq. 1

$$I = a \log C + b$$

De acordo com Steven (1960), a dependência entre a concentração de odor e a intensidade também pode ser representada através da lei de Steven (citado por Brancher *et al.*, 2017):

Eq. 2

$$I = kC^n$$

A transformação logarítmica aplicada a esta função é representada graficamente por uma linha reta:

Eq. 3

$$\log I = n \log C + \log k$$

Onde (I) corresponde à intensidade de odor; (C) à concentração de odor; (a),(b), (k) e (n) são constantes. A Lei de Steven (Eq. 2) e a Lei de Weber-Fechner (Eq. 1) são exemplos de fórmulas muito utilizadas para descrever as relações de intensidade e concentração de um determinado odor (Department of Environment Protection, 2002).

De acordo com a norma alemã VDI 3882 - Parte 1: 1992 (1992), a intensidade de odor é determinada através da apresentação de várias diluições da amostra de odor a um painel de assessores mediante um olfatómetro de diluição dinâmica (citado por Brancher *et al.*, 2017). Esta norma refere que a intensidade de odor é determinada através de um conjunto de membros devidamente treinados capazes de identificar esta variável e associá-la com um

“termo qualitativo” (ex.: odor muito intenso, pouco intenso,...) ou com um valor numérico recorrendo a uma escala numérica de referência com 7 pontos que relaciona a intensidade sentida a um valor numérico, tal como indicado na tabela 1.

Tabela 1: Representação de uma escala de intensidade de odor.

Pontuação	Descrição
0	Ausência de odor
1	Odor muito fraco
2	Odor fraco
3	Odor distinto
4	Odor forte
5	Odor muito forte
6	Odor Ofensivo

Fonte: Norma VDI 3940:2006 (citado por Mendes, 2012).

A intensidade de odor pode ser relacionada com as concentrações de odorantes (mg/m^3) através da representação da equação 3, obtendo-se deste modo um gráfico com uma relação logarítmica, tal como demonstrado na figura 1.

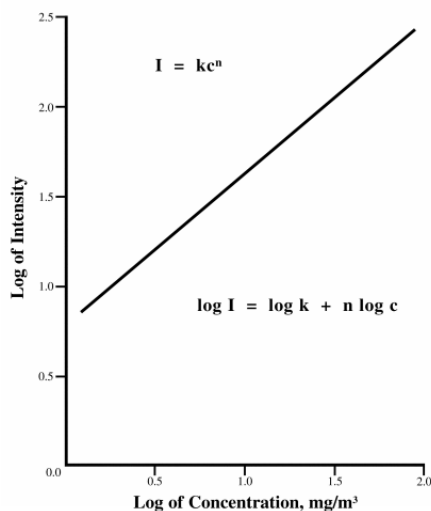


Figura 1: Representação da relação entre a concentração e a intensidade.

Fonte: McGinley *et al* (2000)

Normalmente a intensidade de odor aumenta com a concentração de odorantes. No entanto, o aumento ou a diminuição da concentração de odor nem sempre está relacionado com a intensidade, uma vez que se pode ter concentrações de odor elevadas associadas a baixas intensidades, tal como o oposto; Portanto, o valor de intensidade registado pelo painel deve

ser sempre comparado com o logaritmo da concentração, de modo a delinear a relação entre a intensidade e a concentração através de uma linha de regressão (Mendes, 2012).

Para além da norma alemã referida acima existem outras que recorrem a escalas de referência para medir a concentração de odor, tal como a norma americana U.S.: ASTM E544-10 e a norma francesa AFNOR X 43-103 (Brancher *et al.*, 2017).

A norma americana U.S.: ASTM E544-10 (2010) apresenta dois métodos: método de escala dinâmica e método de escala estática (citado por Brancher *et al.*, 2017). De acordo com esta norma, o método de escala dinâmica utiliza um olfatómetro dinâmico com fluxo contínuo de odorante padrão (n-butanol) para o painel comparar a intensidade percebida de uma amostra de ar odoroso com uma concentração específica do odorante padrão (n-butanol) emitida pelo olfatómetro. Neste documento também é descrito o método de escala estática que se baseia num conjunto de frascos Erlenmeyer com diluições fixas de n-butanol em água para gerar atmosferas padrão do odorante. Este tipo de escala tem como base uma função potência que relaciona a intensidade com a concentração de odor (ou seja, a Lei de Steven) (Nicell, 2009).

A norma francesa AFNOR X 43-103 (1993) descreve um método estático que utiliza uma escala de 5 pontos, sendo elaborada a partir de diferentes concentrações de n-butanol diluídas em água (citado por Brancher *et al.*, 2017).

3.1.3. Caráter/ Qualidade

De acordo com Brancher *et al.* (2017), a caracterização da qualidade ou caráter de odor é desempenhada através da atribuição de vocabulário de referência baseada numa escala nominal. Segundo a USEPA (2001), a qualidade é expressa por descritores qualitativos, ou seja, palavras que caracterizam o odor (ex.: cheiro a fruta ou peixe) (citado por Mendes, 2012). Uma das ferramentas utilizadas na caracterização dos odores é a roda de odores. Tal como representado na figura 2, a roda de odor representa oito categorias que são utilizadas para caracterizar os odores (ex.: peixe, vegetal, ofensivo, terroso, frutado, floral, medicinal e químico) com termos nominais específicos para cada categoria.

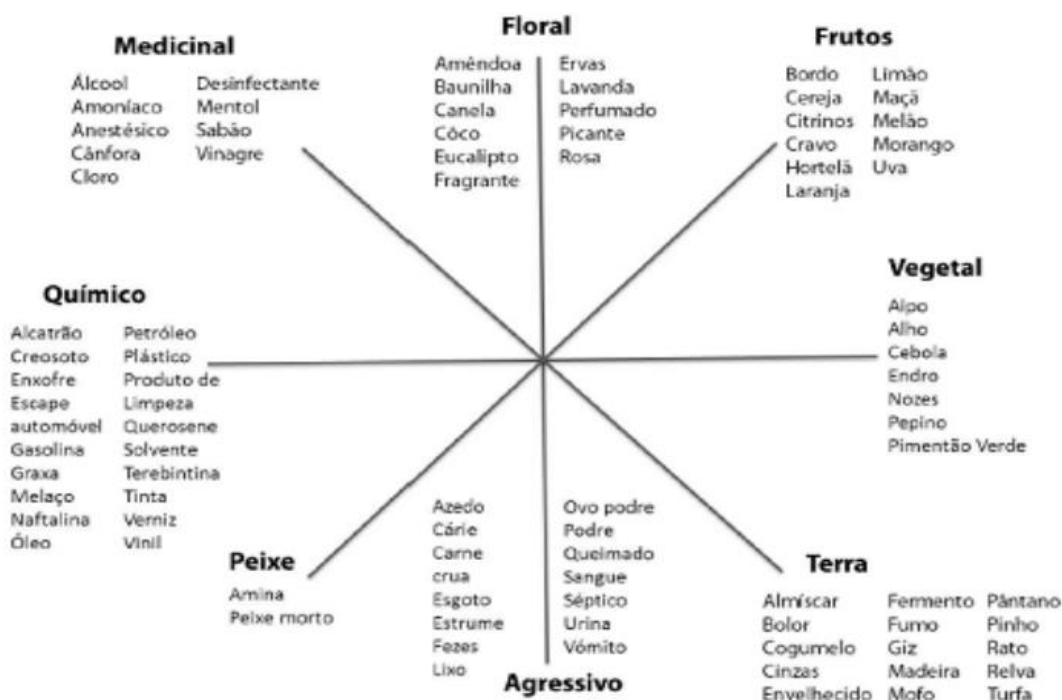


Figura 2: Representação da roda de odor.
 Fonte: Ferreira *et al* (2017) (Adaptado de Epstein, 2011)

Este esquema permite relacionar a qualidade do odor com os principais compostos odorantes presentes no ar ambiente, bem como a fonte responsável pela sua emissão (Environment Agency of United Kingdom, 2002b; Nicell, 2009). Além disso, a roda de odores também pode ser utilizada para refutar os resultados de outros métodos de análise por forma a avaliar melhor a natureza do impacto (Hayes *et al.*, 2014).

3.1.4. Ofensividade

Segundo Brancher *et al* (2017), a ofensividade (ou tom hedônico) é uma medida da agradabilidade de um odor numa certa concentração/ diluição. Estes autores referem que a avaliação desta característica de odor é subjetiva, uma vez que está dependente das experiências pessoais, memórias olfativas e eventos ocorridos ao longo da vida de cada individuo ou durante a infância, que podem ser lembrados com nostalgia ou repugnância. Afirmam ainda que a ofensividade deve ser determinada por um painel de assessores selecionado criteriosamente de modo a representar a perceção geral da população. Este painel deve ser selecionado de forma padronizada de acordo com a norma EN 13725:2003. Para quantificar o tom hedônico/ ofensividade de odores, têm sido desenvolvidos métodos que utilizam geralmente escalas numéricas (Brancher *et al.*, 2017). Na tabela 2 estão representados exemplos das escalas referidas.

Tabela 2: Escalas numéricas para avaliar o tom hedónico dos odores.

TIPO	INTERVALO
9 pontos	De -4 (extremamente desagradável) a +4 (extremamente agradável)
10 pontos	De 1 (tolerável) a 10 (insuportável)
21 pontos	De -10 (desagradável) a +10 (agradável)

Fonte: Adaptado de Brancher *et al* (2017)

Uma vez que a presença de odor não significa necessariamente que este seja ofensivo, durante a avaliação da ofensividade de um odor normalmente são considerados os seguintes fatores: frequência (F), intensidade (I), duração (D), ofensividade relativa de um odor (O) e localização (L), descritos pelo acrónimo FIDOL (Scottish Environment Protection Agency, 2010).

Os Fatores FIDOL ou dimensões de incómodo de odor fornecem uma base para a avaliação do impacto ambiental de odor e para o desenvolvimento de critérios legislativos sobre odores (Griffiths, 2014). Segundo Nicell (2009) estes fatores procuram descrever a dimensão da influência negativa que os odores podem causar nas comunidades expostas, através destes também se consegue obter informação necessária para a realização de estudos sobre avaliação do impacto de odor. Os fatores FIDOL são resumidos brevemente na tabela seguinte:

Tabela 3: Breve descrição dos fatores FIDOL

FATOR	FREQUÊNCIA	INTENSIDADE	DURAÇÃO	OFENSIVIDADE RELATIVA	LOCALIZAÇÃO
Descrição	Frequência de exposição dos recetores	Perceção da concentração do odor	Tempo decorrido durante um episódio de odor específico	Taxa subjetiva da agradabilidade de um odor a uma certa intensidade	Sensibilidade do recetor: relacionado com o uso do solo

Fonte: Adaptado de Brancher *et al* (2017)

A frequência (F) geralmente está relacionada com um percentil (P), que indica o número permitido de excedências do limiar de concentração de um odor específico (C_t). A intensidade (I) está associada ao potencial de perceção do odor provocada por uma dada concentração de odor. A duração (D) refere-se ao tempo decorrido durante o qual um odor é sentido, uma vez que os indivíduos podem estar expostos a odores intermitentemente por períodos curtos ou por períodos contínuos e prolongados. A ofensividade relativa ou “tom hedónico” é uma classificação subjetiva da agradabilidade de um odor a uma determinada intensidade. A localização está relacionada com o uso do solo na área envolvente de uma fonte de odor, uma vez que a avaliação da ofensividade depende da distribuição espacial de uma comunidade (fora dos limites da instalação), bem como dos recetores sensíveis (ex.: escolas, hospitais, locais de queixa) (DEFRA, 2010; Bull *et al.*, 2014).

3.1.5. Persistência

Segundo McGinley *et al* (2000), a persistência descreve a taxa com que a percepção de um odor diminui à medida que este é diluído na atmosfera a sotavento da fonte. Quanto maior for o volume de ar necessário para diluir um odor para que este atinja uma concentração abaixo do seu limiar de deteção, mais persistente é o odor. Recorrendo à Lei de Steven (Equações 2 e 3), a concentração de odorantes (dose), expressa como o logaritmo da razão de diluição e a intensidade do odor (resposta), apresentada como o logaritmo da concentração de n-butanol, gera um gráfico logarítmico com inclinação negativa. A inclinação da linha (dada pelo valor do expoente n) representa a persistência relativa. O logaritmo da constante k está relacionado com a intensidade da amostra de odor. Portanto, a persistência de um odor pode ser indicada como função Dose-Resposta (Mcginley *et al.*, 2000), tal como evidenciado na figura 3.

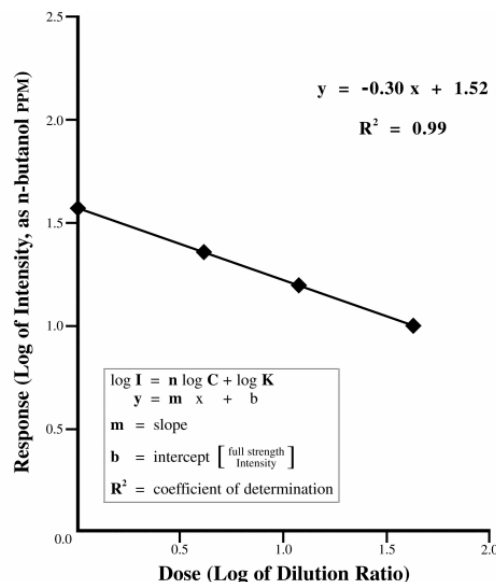


Figura 3: Representação da relação entre a concentração (dose) e a intensidade (resposta) referente ao n-butanol.

Fonte: McGinley *et al* (2000)

3.2. Avaliação da incomodidade de odores

Dado que a gestão da incomodidade dos odores depende das técnicas e das normas de avaliação utilizadas, é de relevante importância ter-se conhecimento sobre como funcionam os métodos de avaliação mais comumente utilizados. Antes de se proceder à gestão de qualquer recurso, este deve ser quantificado. O recurso ar não é exceção, e, portanto, é extremamente importante que sejam desenvolvidas técnicas de amostragem e de medição de poluentes atmosféricos com eficácia cientificamente comprovada, de maneira a fornecerem bases de

apoio científico às decisões políticas relacionadas com a qualidade do ar (Mendes, 2012). Um exemplo que realça essa relação entre avaliação e gestão consiste na verificação dos limites de conformidade através de técnicas, tal como a modelação da dispersão de odores que depende dos métodos de amostragem e quantificação de odores (Clean Air Strategic Alliance, 2015).

De acordo com Mendes (2012) , as técnicas de avaliação de odores, geralmente são utilizadas para: prever o impacto do odor na periferia de uma determinada instalação, fornecer informação sobre o potencial de incómodo e a intensidade dos odores, medir / avaliar o desempenho de uma tecnologia de controlo de odor implementada por uma empresa, identificar as causas de um problema de odor e quantificar a emissão de odor de uma fonte específica. Para além disso, também é possível recorrer a modelação e a técnicas de medição de odores para ser posteriormente estabelecida regulamentação adequada à área em estudo (Nicell, 2009).

A chave para o sucesso a longo prazo da avaliação da incomodidade dos odores baseia-se na implementação clara e objetiva de uma estratégia integrada, mediante a utilização de métodos preditivos e observacionais/empíricos (Bull *et al.* , 2014), tal como descrito na tabela 4.

Tabela 4: Representação dos vários métodos de avaliação do impacto de odor utilizados.

Método	Abordagem	Ferramentas	
Preditivo	Modelação	Modelação da dispersão atmosférica através de modelos (ex.: AERMOD, CALPUFF,...)	
		Ferramentas CFD	
	Semi-quantitativo	Modelos de investigação, Tabelas de consulta, Nomogramas	
	Qualitativo	Avaliações baseadas no risco utilizando o conceito fonte-percurso-recetor	
Observacional/ Empírico	Monitorização do odor em ar ambiente	Análise Sensorial	Testes <i>Sniff</i>
			Olfatometria de campo
			Métodos do penacho e da grelha
		Análise de compostos	Analisador de H ₂ S por filme de ouro
	Análise de COVs, etc.		
	Análise Sensorio-Instrumental	“Narizes eletrónicos”	
	Participação ativa da comunidade como avaliador	Diários de odor	
	Inquéritos à comunidade		
Participação passiva da comunidade como avaliador	Análise das reclamações		

Fonte: Brancher *et al* (2017); Bull *et al* (2014)

As técnicas de avaliação são, pois, fundamentais para tomar medidas adequadas para a gestão de odores. Neste subcapítulo são discutidas as abordagens de avaliação mais comumente utilizadas, nomeadamente, a modelação, os métodos de amostragem e de medição de odores.

3.2.1. Métodos Preditivos

Os métodos preditivos baseiam-se em técnicas de previsão, tais como a modelação, ferramentas qualitativas e semi-quantitativas descritas por Bull *et al* (2014).

A modelação apoia-se na aplicação de ferramentas CFD (Computational Fluid Dynamics), ou de modelos tais como o AERMOD, o ADMS, o CALPUFF que simulam a dispersão atmosférica de odores. Os modelos de dispersão atmosférica normalmente são aplicados para determinar fatores de emissão, prever a dispersão das concentrações de odor (ou/m^3) ou a frequência de excedência de uma dada concentração, sendo muito úteis na avaliação da incomodidade de odor, em conjunto com os limites de concentração de odor. No entanto, deve-se ter em conta que a execução de modelos necessita previamente da inserção de dados de entrada referentes a meteorologia, topografia, taxas de emissão (medição na fonte, pesquisa de fatores de emissão na literatura, etc) (Mendes, 2012), estando portanto, dependente de outros métodos de avaliação, tais como as técnicas de medição e de amostragem.

De acordo com estes autores, durante a fase de avaliação, por vezes os resultados dos modelos podem não fornecer uma visão adequada do risco de odor num dado local, uma vez que na área em estudo podem existir tipos de fontes de odor de difícil modelação (ex.: fontes difusas, fontes intermitentes, emissões fugitivas). Esta abordagem de avaliação pode ser aplicada apenas no caso de se ter conhecimento sobre a localização e as características das fontes de odor (caudal de emissão, temperatura, dimensão física, etc) e caso a área em estudo seja adequada para a aplicação de modelação (i.e. pouca irregularidade do terreno, disponibilidade de dados meteorológicos, ...).

Segundo Pontiggia *et al* (2009), Maizi *et al* (2010) e Lin *et al* (2007) ainda existem outros tipos de modelos mais complexos (i.e. CFD: Computational Fluid Dynamics) que também são aplicados na modelação da dispersão de odores (citado por Capelli *et al.*, 2013). De acordo com estes autores, as ferramentas CFD são bastante utilizadas para executar simulações com muito detalhe espaço-temporal, visando descrever o padrão de escoamento de um fluido através de equações tridimensionais sobre o vento, a temperatura, a humidade e as concentrações.

Por outro lado, a avaliação do incómodo de odores também se pode recorrer a ferramentas qualitativas, as quais se baseiam no conceito de avaliação de riscos, o qual considera que o

risco global depende da consequência e da probabilidade de certo evento ocorrer. No caso das avaliações de odor, a probabilidade corresponde à probabilidade de exposição, e a consequência está associada ao efeito provocado no recetor. O risco é geralmente quantificado através de certos indicadores (nomeadamente pontuação e descritores de risco). Posteriormente realiza-se a avaliação do impacto de odor que se baseia na cadeia Fonte-Percurso-Recetor (S-P-R), em que está implícita a relação Efeito = Dose x Resposta, que pode ser determinada através da análise dos fatores FIDOL.

Os mecanismos qualitativos podem ser aplicados na análise dos impactos de odor, no desenvolvimento de projetos com baixa probabilidade de risco, quando o modelo de dispersão atmosférica não consegue representar adequadamente a realidade, ou caso não exista informação suficiente para executar a modelação pretendida. A utilização destas ferramentas para avaliar o incómodo dos odores normalmente é realizada através da combinação de vários fatores (ex.: nível de exposição, a sensibilidade dos recetores, ...) tal como ilustrado na tabela 5.

Tabela 5: Representação do efeito resultante da relação entre o risco de exposição a odor e a sensibilidade do recetor.

RISCO DE EXPOSIÇÃO A ODOR	SENSIBILIDADE DO RECETOR		
	Baixo	Médio	Alto
Nível de exposição ao odor elevado	Efeito pouco adverso	Efeito moderadamente adverso	Efeito significativamente adverso
Nível de exposição ao odor Médio	Efeito negligenciável	Efeito pouco adverso	Efeito moderadamente adverso
Nível de exposição ao odor Baixo	Efeito negligenciável	Efeito negligenciável	Efeito pouco adverso
Nível de exposição ao odor Insignificante	Efeito negligenciável	Efeito negligenciável	Efeito negligenciável

Fonte: Adaptado de Bull *et al* (2014)

Outros dos métodos preditivos que podem ser utilizados são as ferramentas semi-quantitativas que permitem a realização de previsões através da aplicação de modelos e tabelas de consulta, utilizando como indicador, concentrações de odor estimadas.

Dos métodos de avaliação de odores descritos dar-se-á mais enfoque à modelação, uma vez que esta é uma das técnicas mais comumente utilizadas ao nível internacional quando comparada com outras ferramentas de avaliação (Capelli *et al.* , 2013). Um dos motivos que fundamentam a sua ampla aplicabilidade reside no facto de ter como vantagem, a exigência de muito pouco tempo e recursos financeiros para a sua execução (Ranzato *et al.* , 2012).

A modelação é geralmente utilizada ao nível internacional para verificar o cumprimento de critérios regulamentares e para formar uma base de avaliação da extensão e do grau de impacto de odor numa comunidade (Nicell, 2009; Department of Environment and Heritage Protection, 2013), pois estima a dispersão de odores num determinado domínio espacial e

temporal. Os resultados obtidos por modelação podem ser posteriormente comparados com as conclusões das avaliações de incómodo obtidas através de questionários, do registo de queixas (Environment Agency of United Kingdom, 2002a) ou da monitorização de odores no campo. Como a modelação da dispersão de odores permite prever a frequência de exposição dos recetores sensíveis, as concentrações de odor no ar ambiente e a extensão do penacho, permite a comparação entre as concentrações simuladas e os níveis de exposição permitidos por lei designados critérios de impacto de odor (CIO) (Needham e Freeman, 2009).

Apesar de nalguns casos, a concentração de odor horária ser inferior ao limiar de deteção de odor (LDO), durante este intervalo de tempo (1h) podem ocorrer picos de concentração de odor acima do LDO, levando assim a episódios de incómodo olfativo (Högström, 1972). Portanto, a avaliação do impacto de odor resultante da aplicação da modelação da dispersão é desempenhada com recurso a duas abordagens diferentes: (I) cálculo das concentrações médias horárias que podem subestimar os picos de concentração, ocultando assim as perturbações; (II) determinação de concentrações de odor para períodos curtos (minutos ou segundos) a partir de concentrações médias horárias (períodos longos) (Drew et al., 2007). Segundo Smith (1973), a concentração de período longo pode ser convertida em concentração de período curto através da seguinte equação (citado por Brancher *et al.*,

2017):

Eq. 4

$$C_p = C_m \times \left(\frac{t_m}{t_p}\right)^n$$

C_m e C_p – concentração de odor de períodos longos e de períodos curtos, respetivamente (ou/m³)

t_m e t_p – períodos médios longos e curtos, respetivamente (minutos)

n – expoente empírico dependente da turbulência atmosférica, geralmente varia entre 0,17 e 0,68 (adimensional), ou seja, para boas condições de dispersão maior será o valor de (n) (Piringer *et al.*, 2006).

Como se pode verificar na figura 4, ao utilizar o fator “peak-to-mean”, constata-se que para períodos mais curtos, as concentrações de odor tornam-se cada vez mais altas.

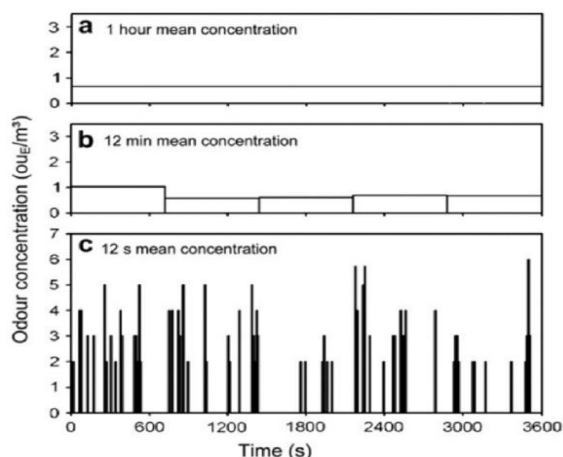


Figura 4: Representação da variação da concentração média de odor (ouE/m^3) para 3 intervalos diferentes: (a) concentração média de odor horária; (b) concentração média de odor para períodos de 12 minutos ao longo de uma hora; (c) concentração média de odor para períodos de 12 segundos.

Fonte: Schaubberger *et al* (2012)

De acordo com Brancher *et al* (2017), as concentrações de período longo (1h) obtidas pelos modelos de dispersão atmosférica são convertidas em concentrações de período curto através do método “peak-to-mean”. Como se pode observar na equação 4, esta técnica consiste no cálculo da concentração de pico (de período curto) (C_p) mediante a multiplicação da concentração média horária (de período longo) com um fator designado por “peak to mean ratio” que pode ser fixo ou variável e depende do modelo utilizado, sendo obtido por $F=C_p/C_m$ ou $F=(t_m/t_p)^n$ (Brancher *et al.*, 2017). No entanto, este termo pode variar em função da velocidade do vento, da estabilidade atmosférica e da distância à fonte emissora (Lisboa *et al.*, 2006).

Segundo Brancher *et al* (2017), os resultados obtidos pelos modelos de dispersão são geralmente comparados com certos valores de exposição, os chamados critérios de impacto de odor (CIO) (cumprimento obrigatório por lei) que podem ser especificados em três componentes:

- I. Limiar de concentração de odor no ar ambiente (C_t).
- II. Percentil que define a frequência de cumprimento no qual um determinado valor não deve ser excedido (P) (tipicamente definido como uma probabilidade de excedência de um limite).
- III. A resolução temporal usada para calcular as concentrações no modelo de dispersão atmosférica (Fator “peak-to-mean”)(período curto / longo).

Estes autores referem ainda que caso os CIO sejam definidos para períodos curtos (t_p) associados ao tempo de resposta do nariz humano, é necessário aplicar um fator “peak-to-mean” (F) capaz de converter as concentrações de odor calculadas na modelação referentes a períodos longos (t_m).

A definição de valores específicos de C_t e P é muito variável entre regiões, estando dependente de fatores técnicos e económicos tal como o tipo de uso do solo, a resolução temporal (período longo/ curto), o tipo de indústria, a ofensividade do odor (tom hedónico) e a norma olfatométrica usada, na qual está descrito o procedimento de medição das concentrações (Brancher *et al.*, 2017).

3.2.2. Métodos Observacionais/ Empíricos

Os seguintes procedimentos observacionais de avaliação da incomodidade tiveram como base informação descrita por Bull *et al* (2014), exceto, a olfatometria dinâmica, as técnicas sensório-instrumentais, os métodos da grelha e do penacho.

Segundo estes autores, os métodos observacionais/ empíricos baseiam-se nalgumas abordagens tal como, a monitorização de odor em ar ambiente, bem como a participação ativa e passiva da comunidade como avaliador. Como indicado na tabela 4, a monitorização do odor no ar ambiente pode ser realizada por intermédio de métodos sensório-instrumentais, da análise sensorial e de compostos.

Como a avaliação da incomodidade dos odores é subjetiva, não é algo que possa ser totalmente avaliado através de métodos científicos, e, portanto, é fundamental que também se realize uma avaliação subjetiva de modo a caracterizar os episódios de odor pelos indivíduos expostos. Esta avaliação pode ser executada através de técnicas de análise sensorial que utilizam o nariz humano como sensor analítico para avaliar a magnitude de odor (intensidade ou concentração), frequência, duração, ofensividade e o caráter do odor num dado local e para um determinado período (Bull *et al.*, 2014).

A monitorização de odor no ar ambiente através de métodos sensoriais consiste em testes *sniff*, na olfatometria de campo, no método da grelha e do penacho.

A olfatometria de campo é muito semelhante à olfatometria dinâmica uma vez que permite realizar medições da concentração de odor recorrendo a um painel de membros criteriosamente selecionado. A olfatometria dinâmica é uma técnica sensorial que permite estimar a concentração de odor (expressa em unidades de odor por metro cúbico (ou_e/m^3)) em fontes de odor, através do cálculo do fator de diluição necessário para atingir o limiar de deteção. A concentração de odor é normalmente determinada em ambiente de laboratório por olfatometria de diluição dinâmica, recorrendo a um aparelho designado por olfatómetro e um painel de membros criteriosamente selecionados (Laor *et al.*, 2014). Este dispositivo permite realizar diluições do gás odoroso com gás isento de odor, por forma a determinar o fator de diluição necessário para atingir o limiar de deteção, correspondente à concentração

de odor (ou_E/ m^3) (CEN, 2003). Como não existem métodos instrumentais capazes de quantificar os odores a um nível satisfatório, o nariz humano é geralmente utilizado como o sensor mais adequado para esta finalidade (Ruijten *et al.*, 2009).

Por outro lado, tal como representado na figura 5, a olfatometria de campo consiste na utilização de um olfatómetro de campo portátil que permite realizar medições diretas das concentrações de odor, em tempo real, sem a necessidade de separar a amostragem e a fase de diluição em laboratório. Esta técnica é aplicada nos casos em que haja a necessidade de existir um nível de objetividade adicional sobre a avaliação subjetiva da intensidade de odor.



Figura 5: Monitorização de odores através de um olfatómetro de campo.
Fonte: Envex (2018)

Outra das técnicas de monitorização de odor no ar ambiente baseia-se nos testes *sniff* que são, normalmente, aplicados para recolher informação sobre a intensidade, a qualidade, a frequência, a duração e a ofensividade de um episódio de odor com o auxílio de uma equipa de campo numa certa área de estudo (normalmente perto de uma instalação emissora ou recetor sensível). Para determinar a intensidade de odor através dos testes sniff, pode-se recorrer a uma de duas metodologias deste teste (“objetiva” e “subjetiva”). O método “subjetivo” consiste na alocação da intensidade de odor a uma escala numérica que se apresenta associada a termos qualitativos (ex.: 0 (sem odor) a 6 (extremamente intenso)). Por outro lado, o método “objetivo” fundamenta-se na associação da intensidade de odor com uma escala numérica que se baseia numa série de padrões (i.e. “sniffing sticks”) que contêm diferentes concentrações de 1-butanol.

A realização dos testes sniff fundamenta-se em três passos: A elaboração de um teste, a estimativa da exposição a odor no local em estudo e a análise dos resultados dos testes e da sensibilidade do recetor para avaliar os efeitos do odor. Na primeira fase são demarcados num

mapa, o número e a localização de pontos de teste, sendo também importante anotar o número de recetores sensíveis, a sua distância em relação à fonte e a direção do vento predominante. Os elementos do painel devem começar a realizar medições a barlavento da fonte, começando pelos mais distantes, aproximando-se progressivamente dos locais mais próximos da instalação emissora. De seguida a equipa de campo deve iniciar a realização de medições nos locais mais distantes a sotavento da fonte, movendo-se sucessivamente para os locais mais próximos. Na segunda etapa é estimada a exposição de odor numa determinada área, na qual são interpretados os resultados para avaliar o impacto de odor no intervalo de tempo e no local onde se efetuaram as medições. A determinação da exposição de odor depende da frequência, duração, ofensividade e intensidade de um odor, bem como das diferentes combinações dos fatores FIDOL. O terceiro passo consiste na análise dos resultados dos testes e da sensibilidade dos recetores para avaliar os efeitos do odor, uma vez que o real desafio consta na realização de testes *sniff* representativos das características da área em estudo (ex.: condições meteorológicas, variação da emissão das fontes emissoras, etc) para estimar a exposição de odor num determinado recetor e consiste em combinar a probabilidade de impacto com a sensibilidade do recetor de modo a avaliar o efeito de odor. No entanto, esta avaliação deve ser realizada por profissionais, visto que existem diferentes abordagens que podem ser aplicadas em diferentes situações. Na figura 6 está representado um esquema que descreve a sequência das etapas necessárias para realizar um teste *sniff*.

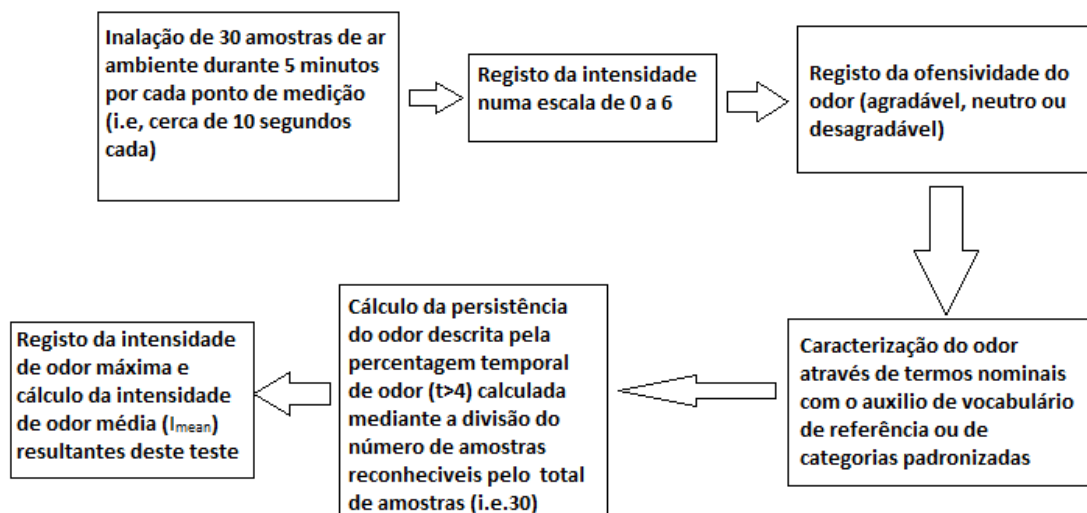


Figura 6: Representação de um exemplo do procedimento de um teste *sniff*.

Fonte: Bull *et al* (2014)

No entanto deve ter-se em conta que no caso do odor ser intenso ou constante, o avaliador precisa de alternar a inalação de ar ambiente com a inspiração de ar inodoro proveniente de uma máscara nasal, de modo a evitar a habituação ao odor. No final deste teste deverão ser

realizados outros testes noutros pontos de medição e ser registada informação sobre as condições meteorológicas e as atividades desempenhadas em torno dos locais de avaliação. Outras das técnicas de análise sensorial utilizadas para monitorizar o odor no ar ambiente traduzem-se na aplicação do método da grelha e do método do penacho descritos na norma EN 16841:2016, parte 1 e 2, respetivamente.

Segundo Munir (2018), o método da grelha assenta na medição do nível de exposição a odores numa certa área de estudo ao longo de um determinado período de tempo (meio ano a um ano) representativo das condições meteorológicas do local em análise, possibilitando a elaboração de um mapa de odores reconhecíveis ao redor da fonte emissora. Este autor refere ainda que esta medição é efetuada com recurso a membros do painel qualificados de modo a determinar a distribuição da frequência da exposição a odores. De acordo com Capelli *et al* (2013), este método baseia-se na configuração de uma rede de pontos em redor da fonte distribuídos em forma quadrangular, tal como ilustrado na figura 7.

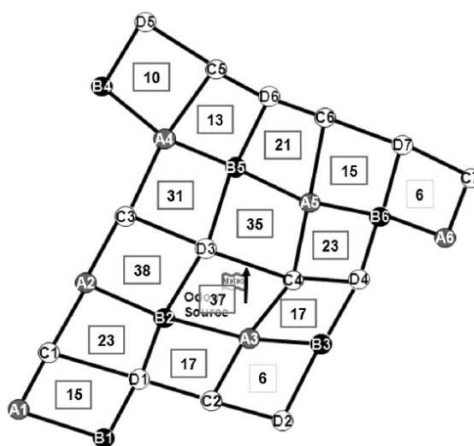


Figura 7: Representação da rede de pontos quadrangular utilizada no método da grelha.
Fonte: Capelli *et al* (2013)

Estes autores referem ainda que com esta técnica consegue-se obter a frequência de exposição a odores para um dado quadrado de avaliação através da realização de repetidas medições por membros do painel de odor nos pontos de medição correspondentes aos cantos de cada quadrado. A frequência é determinada recorrendo às horas de odor resultantes dos testes divididas pelo número total de medições nos quatro pontos que definem um quadrado de avaliação (Capelli *et al.*, 2013).

Por outro lado, a Comissão Europeia da Normalização (2016), descreve o método do penacho que permite determinar a extensão de odores na envolvente de uma fonte de odor, com recurso a investigação direta no campo sob condições meteorológicas específicas, através de membros criteriosamente selecionados constituindo um painel de odor. Este método envolve a determinação da presença ou ausência (Sim/Não) de odores reconhecíveis dentro e em

torno do penacho proveniente da fonte de odor. A extensão do penacho de odor é delimitada, recorrendo à marcação de pontos em que ocorre a transição de ausência para presença de odores reconhecíveis, sendo designados por pontos de transição. No entanto, este método pode ainda subdividir-se em mais outras metodologias: a estática e a dinâmica.

No método estático são realizadas medições singulares ao longo de linhas de interseção perpendiculares à direção do vento, devendo cada medição durar pelo menos 10 minutos, de modo a cobrir a largura total do penacho, tal como demonstrado na figura 8.

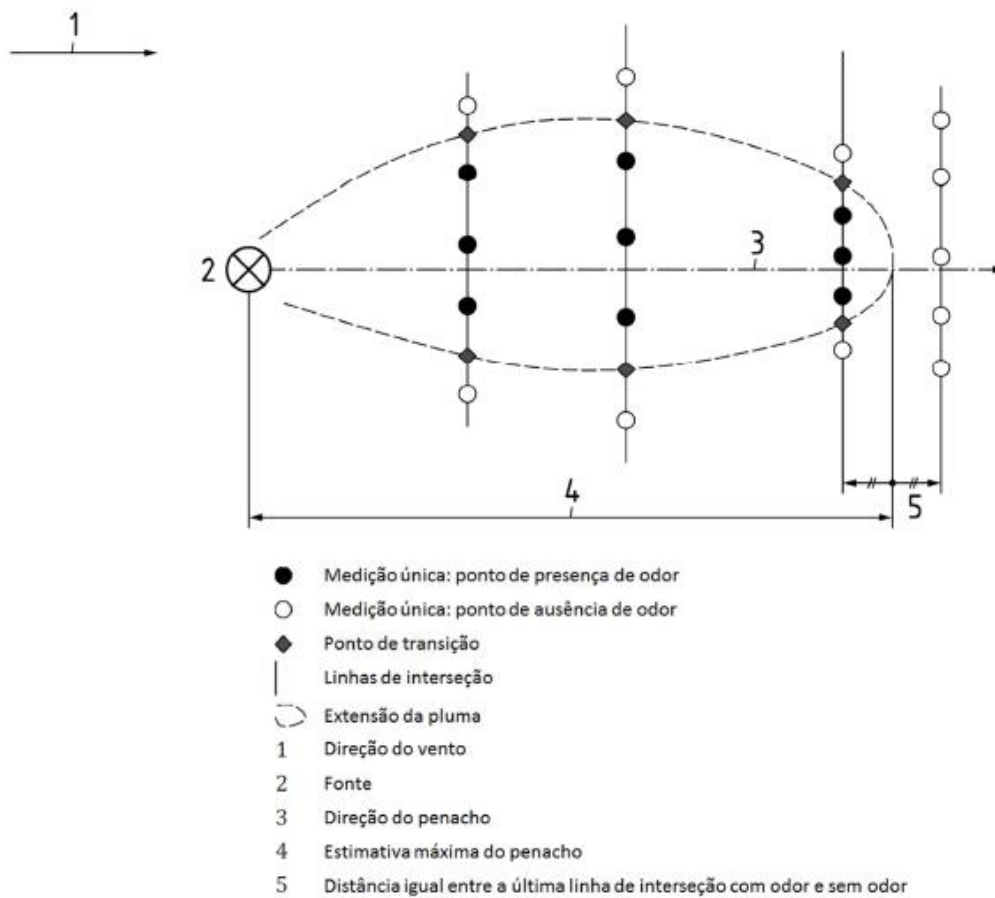


Figura 8: Determinação do penacho de odores: método estacionário

Fonte: IDAD (2017c). Adaptado de EN 16841-2 - 2016 - Ambient air - Determination of odor in ambient air by using field inspection - Part 2: Plume method.

Em cada linha de interseção devem ser realizadas pelo menos 5 medições em pontos distintos distribuídos uniformemente ao longo desta, sendo que para cada ponto de medição deverá ser posicionado um membro do painel. A distância entre os pontos de medição ao longo de cada linha e a posição das linhas de interseção é determinada conforme o tamanho do penacho estimado, que depende do tipo de fontes emissoras, do caudal de emissão, das condições meteorológicas e da topografia do terreno. Para determinar o comprimento máximo do

penacho deve garantir-se que não exista nenhum odor reconhecível em todos os pontos da última linha de interseção. A delimitação do penacho é determinada recorrendo à determinação dos designados pontos de transição.

Um ponto de transição é definido como o ponto que está situado no meio da última medição com ausência e a primeira medição com presença de odor reconhecível sob investigação. A ausência de odor é definida pela percentagem de tempo de odor $< 10\%$ durante uma medição, enquanto que a presença de odor é definida pela percentagem de tempo de odor $\geq 10\%$.

Para determinar a percentagem de tempo de odor durante uma única medição, é utilizado o seguinte método.

Ao longo de 10 minutos, os membros do painel inalam o ar durante 10 segundos e registam o tipo de odor identificado numa folha de registo de dados. Durante o intervalo de 10 segundos, o assessor deve avaliar apenas a inalação presente e não a anterior. No caso de existirem perturbações no decorrer das avaliações de odor individuais durante o intervalo de 10 minutos, posteriormente os assessores devem inalar o número de amostras em falta durante 10 segundos cada. No final dos 10 minutos, o membro do painel tem avaliado 60 amostras de odor. A percentagem do tempo de odor corresponde à fração do número de avaliações de odor nas quais o odor foi detetado pelos assessores em relação ao número total de avaliações realizadas durante a medição (CEN, 2016). Os pontos de medição devem ser posicionados em espaços abertos e não na proximidade imediata de obstáculos tais como casas, muros altos, arbustos, periferia de florestas, etc. As medições também não podem ser realizadas na vizinhança de fontes de ruído, ou de outros odorantes que condicionam a eficácia das observações dos odores sob investigação, tal como vias com muito tráfego rodoviário, linhas ferroviárias, paragens de autocarro, táxis, tampas de esgoto, pilhas de composto, pastelarias ou postos de abastecimento.

No método dinâmico, os membros do painel cruzam o penacho, enquanto realizam medições em vários pontos, a sotavento da fonte emissora, num padrão de zigzag, conforme demonstrado na figura 9. A extensão do penacho é estimada através da determinação das transições entre presença e ausência de odor, mediante regulares entradas e saídas do penacho pelos membros do painel, evitando assim o efeito de adaptação ao odor e permitindo a demarcação dos pontos de transição, tal como representado na figura 9.

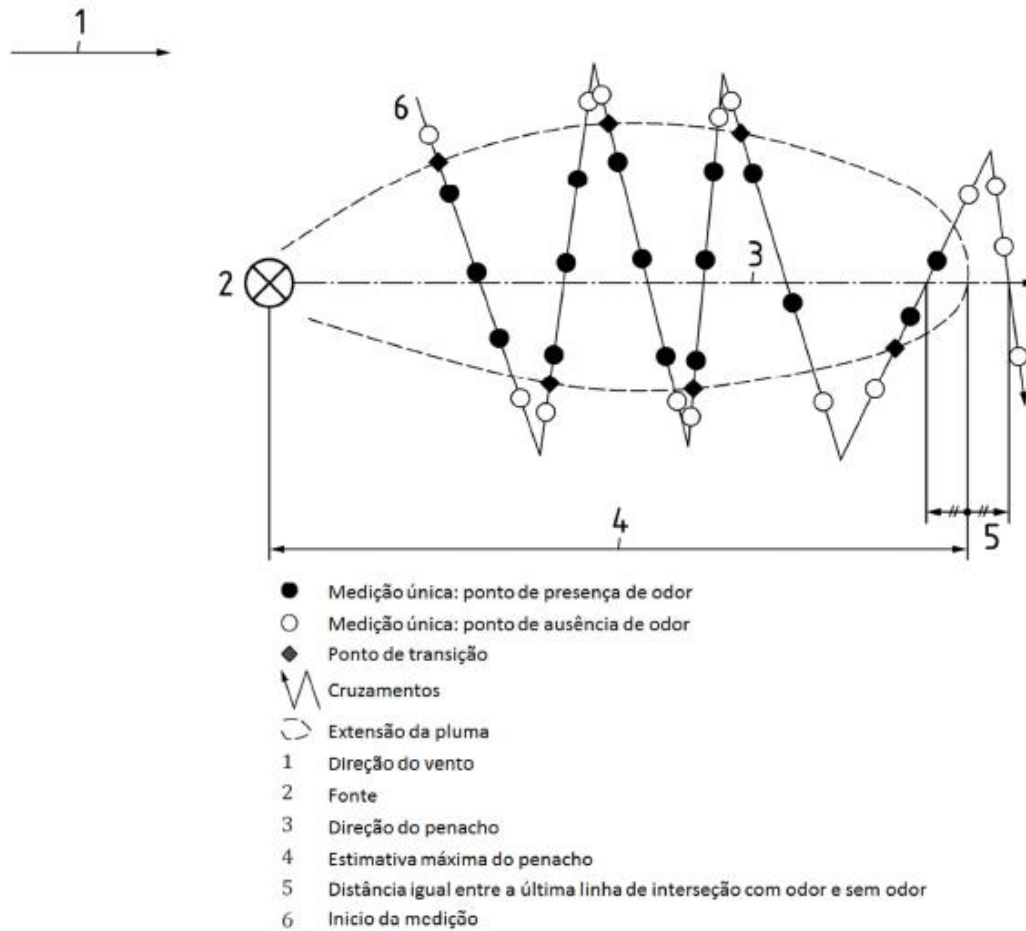


Figura 9: Representação do método dinâmico para delimitar o penacho de odores.

Fonte: IDAD (2017c). Adaptado de EN 16841-2 - 2016 - Ambient air - Determination of odor in ambient air by using field inspection - Part 2: Plume method.

Para que o alcance máximo do penacho de odor possa ser determinado, as observações também devem incluir cruzamentos a distâncias a sotavento onde nenhum odor seja reconhecido.

Neste método deve determinar-se os pontos de transição ao entrar no penacho e não ao sair, de modo a evitar a ocorrência de efeitos de adaptação ao odor, que são responsáveis por observações incorretas.

Para se poder considerar as medições de um penacho como completas, devem ser realizados, no mínimo 10 ciclos de medição em pelo menos cinco dias diferentes, de modo a ter em conta a variação das emissões e das condições meteorológicas (CEN, 2016). No entanto, para a determinação do penacho ser validada, cada ciclo de medição deve ser constituído por pelo menos 20 medições em torno da fonte e precisam de ser obtidos no mínimo 6 pontos de transição. No decorrer das medições, os membros do painel não devem fazer o mesmo cruzamento do penacho ao mesmo tempo, nem comunicar entre si para evitar a ocorrência de influências mútuas. Caso ocorram mudanças extremas das condições meteorológicas, a

medição do penacho deve ser cessada ou devem ser dadas instruções adicionais por um coordenador com experiência na medição de penachos.

Em relação à análise de compostos, esta consiste em métodos analíticos/ indiretos que se baseiam em técnicas analíticas que permitem a identificação e a quantificação de substâncias odorantes. Como indicado na tabela 4, a análise dos compostos também pode ser desempenhada por analisadores de substâncias odorantes, tal como o analisador de H₂S por filme de ouro, analisadores de COVs, etc. Estes instrumentos têm como finalidade, determinar a concentração ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) e o limiar de deteção de odor, bem como a frequência, a intensidade, a duração e a ofensividade de odor.

No entanto, para monitorizar odores no ar ambiente também é possível recorrer a métodos sensório-instrumentais, que se baseiam na utilização de “narizes eletrónicos” para quantificar e perceber odores de forma semelhante ao sistema olfativo humano (Pinho, 2008). De acordo com Capelli *et al* (2013), um “nariz eletrónico” é uma ferramenta utilizada para avaliar a exposição a odores num dado recetor, após uma fase de calibração adequada. Este dispositivo deve ser capaz de analisar continuamente o ar ambiente, de detetar a presença de odores, de reconhecer a sua proveniência e/ ou quantificá-los em termos de concentração de odor (Capelli *et al.*, 2013).

Segundo Capelli *et al* (2008) estes aparelhos são constituídos por um conjunto de sensores que determinam as características padrão de uma mistura de odorantes analisada, sendo seguidamente comparada e classificada de acordo com uma base de dados pré-estabelecida no sistema. Apesar deste método não estar normalizado, este aparelho pode ser um complemento importante no alerta para episódios de incómodo, dado que possibilita a medição contínua de odor num determinado local e a determinação da duração e da frequência de exposição de um odor (Capelli *et al.*, 2008; Romain *et al.*, 2008). A reprodutibilidade dos resultados destes aparelhos depende das condições meteorológicas (principalmente da temperatura e do teor de humidade), sendo que os efeitos destas variações devem ser minimizados sempre que possível (Sohn, *et al.*, 2008).

De acordo com Stuetz *et al* (1999) e Littaru (2007), quando se trata de odores complexos, os métodos analíticos e sensório-instrumentais apresentam a incapacidade de relacionar a composição química da mistura odorosa com a sensação odorosa, sendo assim, é necessário ter em conta a aplicação de outras abordagens de medição para quantificar odores.

A participação ativa da comunidade como avaliador baseia-se na realização de diários de odor e de inquéritos à comunidade. Através da observação dos diários de odor consegue-se recolher informação sobre a percentagem de dias em que um odor se encontra acima de uma

dada intensidade. Por outro lado, os inquéritos à comunidade permitem recolher dados relevantes para avaliar o impacto de odor ao determinar a percentagem de indivíduos expostos a situações de incómodo.

Também se pode recorrer à participação passiva da comunidade como avaliador, a qual baseia-se na análise das reclamações sobre odor para posteriormente determinar a frequência dos episódios de odor entre outras informações importantes para avaliar a incomodidade.

As ferramentas descritas anteriormente podem ser utilizadas em planos de mitigação e de controlo de odores auxiliando na avaliação e na gestão dos riscos de impacto de odor para que as instalações emissoras se tornem cada vez mais eficientes na sua redução (Brancher *et al.*, 2017).

3.2.3. Amostragem de odores

Antes de se proceder à quantificação de odores recorrendo a métodos de medição, geralmente deve ter-se em consideração a escolha de um método de amostragem de odores adequado às fontes emissoras em estudo. De acordo com Nicollay (2006), a amostragem de odores é um processo complexo que necessita da realização de um programa de avaliação da área em estudo antes da sua execução, por forma a identificar as potenciais fontes emissoras de odor. Este autor refere que no decorrer desta avaliação deve registar-se a localização das fontes emissoras, a acessibilidade aos pontos de amostragem, as condições meteorológicas e as características das emissões (ex.: temperatura, humidade,...), bem como, os requisitos de segurança que se devem considerar. No programa de amostragem também deve constar um esquema que contemple o tempo médio de duração da amostragem, bem como o número e a localização dos pontos de amostragem. Este programa deve ser cuidadosamente preparado e coordenado com o programa de análise das amostras, de modo a minimizar o intervalo de tempo decorrido entre a recolha da amostra e a sua análise (Nicolay, 2006).

No entanto, no decorrer da realização da amostragem de odores deverão ser levados em consideração os seguintes requisitos e métodos descritos por CEN (2003). Segundo a norma europeia EN 13725:2003, durante a amostragem deve-se realizar a prevenção da contaminação da amostra através da incorporação de materiais adequados no equipamento de amostragem, tal como PTFE, PET, FEP, Tedlar, vidro ou aço inoxidável. Geralmente, as amostras de odor são recolhidas no campo através de sacos de amostragem que devem estar em conformidade com certos requisitos, tais como serem inodoros, não adsorventes, livres de fugas e terem capacidade volumétrica suficiente. Normalmente, estes sacos são feitos de Tedlar, FEP, ou de Nalophan NA e a tubagem é feita de Teflon. Os sacos de amostragem

podem ser reutilizados, apenas se for efetuada a sua limpeza e o seu condicionamento adequado, de acordo com as instruções descritas na norma europeia EN 137125: 2003. O intervalo de tempo entre a amostragem e a medição não deve exceder mais do que 30 horas, sendo que durante este período as amostras devem ser mantidas no escuro e a uma temperatura menor do que 25°C.

Os sacos de amostragem devem ser preenchidos mediante técnicas de amostragem direta e indireta. Na amostragem direta, o saco é enchido sob pressão através do bombeamento da amostra de ar para dentro do saco. Na amostragem indireta, a amostra de odor é recolhida através de um sistema de amostragem de odor constituído por uma bomba de vácuo, um saco de amostragem contido num recipiente de amostragem rígido e uma bateria tal como demonstrado na figura 10.

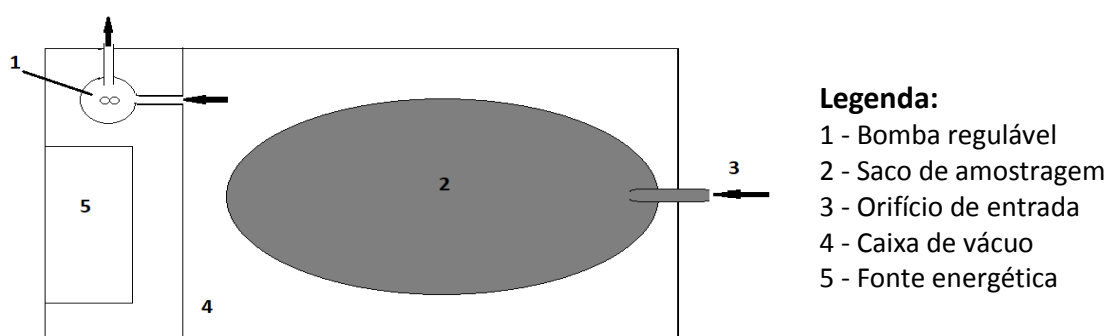


Figura 10: Representação do esquema do sistema de amostragem do tipo pulmão.
 Fonte: Adaptado de VDI 3880:2011 (citado por Mendes, 2012)

Este sistema de amostragem baseia-se no “princípio do pulmão” que consiste em 2 fases. Na primeira fase, o ar contido entre o recipiente e o saco de amostragem é removido através de uma bomba de vácuo, numa segunda fase, o vácuo criado dentro do recipiente permite que haja uma diferença de pressão entre o interior e o exterior do sistema, e, portanto, o ar odoroso que está no exterior (pressão maior) é aspirado para dentro do saco de amostragem (menor pressão). Nalguns pontos de amostragem, onde o risco de condensação no saco de amostragem é alto devido a elevados teores de humidade e altas temperaturas, deve proceder-se a uma pré-diluição com azoto seco livre de odor. Dos dois tipos de amostragem referidos acima, a amostragem indireta é mais aconselhável, uma vez que o risco de contaminação do método indireto é inferior ao do método direto (Nicolay, 2006).

Os dois métodos referidos acima apenas podem ser aplicados, no caso de se verificar o cumprimento das condições estabelecidas no anexo A da norma EN 13725:2003, noutras situações, as técnicas de amostragem de odores variam conforme o tipo de fonte que se pretende amostrar, tais como fontes pontuais, difusas, fontes em linha, fontes de volume ou fontes fugitivas.

3.3. Gestão da incomodidade dos odores

Segundo Brancher *et al* (2017), a exposição a odores pode levar a situações de incómodo, efeitos na saúde e depreciação do valor de propriedade, portanto, muitas autoridades reguladoras classificam o odor como um poluente atmosférico e regulamentam as emissões e/ou os impactos das atividades emissoras de odor ao nível municipal, estatal e nacional.

De acordo com IDAD (2018), em Portugal não existe legislação que defina limites de odores, dificultando assim, a adoção de medidas preventivas e mitigadoras deste problema ambiental. Normalmente a avaliação e gestão da incomodidade dos odores realiza-se mediante legislação e/ou normas de outros países. O tema dos odores é um assunto cada vez mais debatido, pois cada vez mais existe uma maior consciencialização sobre a incomodidade dos odores e uma maior exigência da população por melhores condições de vida (Mendes, 2012).

Conforme descrito por Clean Air Strategic Alliance (CASA) (2015), ao nível internacional têm sido aplicadas várias estratégias de gestão de odores, uma vez que a implementação de mais do que uma técnica para gerir esta problemática pode ajudar a lidar com uma ampla variedade de situações, permitindo assim a consideração de opções adicionais pelas entidades gestoras. Além disso, esta associação descreve a implementação de sistemas regulamentares ao nível da exposição a odor no ar ambiente, da emissão na fonte, ou uma combinação dos dois. Tal como representado na tabela 6, os sistemas regulamentares de gestão de odores são aplicados ao nível das emissões na fonte e do nível de odor no ar ambiente.

Tabela 6: Representação dos componentes dos sistemas regulamentares da gestão de odores.

Sistemas Regulamentares	
Baseados no ar ambiente	Baseados nas emissões
<ol style="list-style-type: none"> 1. Lei da prevenção de incómodo 2. Critérios sobre as concentrações de substâncias químicas individuais no ar ambiente (Unidades em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ ou ppm) 3. Critérios sobre as concentrações de odores (unidades em OU, OU/m^3 ou D/T) 4. Duração – Frequência do episódio (unidades em horas de odor (odour - hours)) 5. Distâncias mínimas de separação (unidades de distância) 6. Escalas de intensidade de odor 7. Índice de odor 8. Critério sobre reclamações 	<ol style="list-style-type: none"> 1. Critério quantitativo de emissões (unidades de concentração ou caudal) 2. Critério sobre tecnologia

Fonte: Adaptado de CASA (2015)

3.3.1. Sistemas regulamentares baseados nas emissões

3.3.1.1. Critério quantitativo de emissões

Algumas autoridades reguladoras possuem critérios quantitativos de emissão de odores ou de certas substâncias odorantes para gerir a incomodidade dos odores. Segundo CASA (2015) e Loriato *et al* (2012), este critério visa limitar as emissões de odores ou de substâncias odorantes na fonte através da especificação de limites quantitativos de emissão. De acordo com Furberg *et al* (2005), normalmente, este critério está dependente de vários fatores, tal como, a localização da instalação emissora (ex.: área residencial, industrial, ...), o tipo de fonte ou processo. Para além deste critério ser utilizado como um mecanismo de controlo de emissão, também pode ser aplicado como uma ferramenta de avaliação do impacto de odor, uma vez que após a sua implementação consegue-se avaliar o incómodo percebido na envolvente da fonte emissora (Brancher *et al.* , 2017).

3.3.1.2. Critério sobre tecnologia

Segundo Furberg *et al* (2005), o critério sobre tecnologia exige a utilização das melhores práticas e tecnologias para novas instalações ou para melhoria das já existentes, de modo a controlar as emissões de odores. Estes autores referem ainda que atualmente existem vários documentos específicos em várias regiões (ex.: Colorado, países da União Europeia) que promovem a implementação das Melhores Tecnologias Disponíveis (MTDs) e das melhores práticas de gestão especificadas para diferentes tipos de instalações. Conforme descrito por Clean Air Strategic Alliance (2015), algumas MTDs consistem na recolha e no tratamento dos gases de exaustão, tais como a incineração, a adsorção, o controlo da dispersão, o tratamento químico e biológico. Brancher *et al* (2017) referem que a seleção das MTDs e das melhores práticas de gestão a adotar para um caso de estudo em específico tem como base o estudo dos penachos de odor, uma vez que através desta análise é possível prever o impacto que a adoção destes diferentes mecanismos (tecnologias e práticas) pode ocasionar num determinado local.

3.3.2. Sistemas regulamentares baseados no ar ambiente

3.3.2.1. Lei da prevenção do incómodo

Segundo Clean Air Strategic Alliance (2015), este tipo de lei é aplicado na maioria das regiões. Baseia-se em normas narrativas sobre o “incómodo” ou a “qualidade de vida”, exigindo apenas que o odor de uma instalação não provoque nenhum incómodo nos recetores ou não cause

poluição. De acordo com Furberg *et al* (2005), geralmente, a lei da prevenção do incómodo é a única regulamentação associada a odores, enquanto que todos os outros aspetos do programa de gestão são normas que não são obrigatórias.

A aplicação desta lei é realizada apenas através da afirmação de certos enunciados:

Por exemplo, conforme descrito em South Coast Air Quality Management District (California, Rule 402, Adopted May 7, 1976): “Uma pessoa não deve emitir a partir de qualquer fonte, contaminantes gasosos ou outros materiais que causem dano, prejuízo, perturbação ou incómodo a um número considerável de indivíduos, ou que ponham em causa o bem-estar, o descanso, a saúde ou a segurança de tais pessoas, ou que cause, ou possuam uma tendência de causar prejuízo ou dano ao seu negócio ou à sua propriedade ...” (como citado por Furberg *et al.*, 2005)

No entanto, segundo Epstein and Freeman (2004), esta lei apresenta algumas limitações, pois não fornece mecanismos de gestão claros e eficazes na resolução do problema, levando na maioria dos casos à não satisfação das necessidades de todas as partes envolvidas (como citado por Furberg *et al.*, 2005).

3.3.2.2. Critérios quantitativos de substâncias odorantes no ar ambiente

Conforme descrito por Clean Air Strategic Alliance (2015) e Nicell (2009), alguns governos têm adotado o critério quantitativo de substâncias odorantes no ar ambiente (ex.: metil mercaptanos, sulfeto de hidrogénio, amónia,...) (expresso em ppm, ppb ou mg/m³).

De acordo com Furberg *et al* (2005) através da análise de alguns exemplos de aplicação deste tipo de critério, verifica-se que em várias legislações, a definição dos limites de concentração de odorantes no ar ambiente está normalmente associada a outras variáveis, tais como, o tempo de exposição máximo permitido, bem como ao uso do solo, nomeadamente aos limites fronteiriços das instalações e aos tipos de recetores situados na envolvente. Um exemplo que ilustra claramente a variação dos limites de concentração de compostos odorantes de acordo com o tipo de uso do solo ocorre na Coreia do Sul (áreas residenciais ou áreas industriais) (Brancher *et al.*, 2017).

3.3.2.3. Critérios sobre concentrações de odores no ar ambiente

Segundo Furberg *et al* (2005), na maioria das regiões, a abordagem mais frequentemente utilizada para gerir os odores consiste na imposição de limites ou critérios baseados em concentrações de odor no ar ambiente, que podem ser expressas em ou (unidade de odor) ou por unidades equivalentes (i.e., oc, D/T, ou_E/m³, ou/m³).

Como se pode observar em documentos descritos por Nicell (2009) e Furberg *et al* (2005), durante a implementação deste critério deve ter-se em conta que este varia conforme o contexto em que é aplicado, dependendo de outros fatores que podem influenciar a percepção dos odores pela população que se encontra situada na periferia das fontes emissoras. Portanto, ao analisar a legislação descrita por estes autores, verifica-se que a imposição de limites de concentração de odor varia consoante a legislação aplicada e depende de vários fatores, tais como a natureza da região afetada (ex.: zonas residenciais, agrícolas ou industriais,...), o tempo médio utilizado para simular a concentração (variam de 1s a 1h), o tipo de fonte de odor (ex.: padaria, ETAR, ...) e a frequência permitida (horas de odor/ano).

3.3.2.4. Duração e frequência dos episódios de odor

De acordo com Nicell (2009), a frequência é uma medida relacionada com o número de vezes em que um indivíduo é exposto a um odor no ar ambiente, sendo tipicamente expressa por um percentil que se baseia na percentagem determinada pela razão entre horas de cumprimento e as horas totais de um ano. Geralmente, define-se que no interior e/ ou na periferia de uma instalação, um certo limite de concentração de odor não deve ser ultrapassado com uma determinada frequência (Furberg *et al.*, 2005).

Para Nicell (2009), a duração refere-se ao tempo decorrido durante o qual um odor é experienciado, estando normalmente associada ao tipo e localização das fontes, bem como à meteorologia local. Segundo este autor, durante a avaliação do impacto provocado pelos odores, a duração não deve ser totalmente desconectada da intensidade e da frequência, pois podem ocorrer episódios de odor de curta duração (menos frequentes) que causam mais incómodo do que períodos de longa duração.

De acordo com Furberg *et al* (2005), um exemplo que ilustra a avaliação do impacto de odor com base na intensidade, frequência e duração dos episódios de odor ocorre na Alemanha e baseia-se num processo sistemático de avaliação aplicado no campo. Durante este processo analisa-se o número de “horas de odor” (horas em que um odor é sentido por pelo menos 10% do tempo, ou seja, mais de 6 minutos) em que um odor é percebido para, posteriormente, ser comparado com os critérios de conformidade (valores-limite de exposição especificados como frequências relativas expressas em ‘horas de odor’) (Furberg *et al.* , 2005).

Basicamente, os limites de duração são equivalentes a frequências de cumprimento específicas, por exemplo, 100h de incumprimento num ano corresponde a uma frequência de cumprimento de 98,9% (Nicell, 2009).

3.3.2.5. Escalas de intensidade de odor

Conforme descrito por Clean Air Strategic Alliance (2015), algumas entidades reguladoras têm desenvolvido escalas de intensidade de odor para auxiliar as equipas de campo na investigação de uma queixa sobre episódios de odor, visto que estas apresentam algumas vantagens quando comparadas com outros métodos de avaliação e gestão. De acordo com esta associação, estas escalas permitem à equipa de campo determinar a intensidade de odor sem ser necessário adquirir conhecimento acerca da utilização e da calibração de um certo equipamento (tal como a calibração do olfatómetro digital portátil) ou sobre o envio de uma amostra de odor para um teste olfatométrico em laboratório. No entanto, os membros da equipa de campo devem ser devidamente instruídos e treinados por forma a serem capazes de aplicar uma escala de intensidade de odor (Clean Air Strategic Alliance, 2015).

Segundo Nicell (2009), ao nível internacional, existem várias autoridades reguladoras (ex.: Austrália Ocidental, Coreia do Sul, ...) que utilizam escalas de intensidade de odor para determinar se é justificável proceder à realização de alguma intervenção capaz de reduzir o impacto de odor, uma vez que estas escalas são muito úteis para recolher provas que demonstram a presença e / ou ausência de um problema de odores na região envolvente de uma instalação.

3.3.2.6. Distâncias mínimas de separação

Apesar de existirem tecnologias e práticas de controlo da poluição nas instalações emissoras, deve ter-se em conta que a qualquer momento podem ocorrer falhas do equipamento, acidentes e condições meteorológicas anormais, causando por vezes emissões de odores involuntárias (Nicell, 2009). Sendo assim, é importante que sejam estabelecidas distâncias de separação adequadas entre as fontes e os recetores, que tenham em consideração a ocorrência deste tipo de emissões, de maneira a evitar a exposição a odores pela população.

Segundo Furberg *et al* (2005), as distâncias mínimas de separação podem ser fixas ou variáveis; as fixas dependem de vários fatores tal como o tipo de fonte emissora, a legislação aplicada e o tipo de recetores sensíveis. Por outro lado, a implementação de distâncias mínimas de separação variável, para além de se basear nos fatores referidos acima, também recorre a outros, tal como a topografia, a meteorologia, o fator de produção da instalação emissora, o tamanho e as características da fonte, entre outros. Para determinar estas distâncias deve realizar-se a medição da concentração de odor desde o “limite fronteiro da instalação” das unidades industriais até ao recetor sensível mais próximo, sendo este limite definido pela área que inclui todas as atividades industriais a partir das quais possam ocorrer emissões de odor (Furberg *et al.*, 2005). No caso de uma certa instalação estar localizada a uma distância de

separação inadequada, deverão ser implementadas ações corretivas, dentro ou fora da distância de separação, de modo a atenuar os possíveis efeitos externos (Environment Protection Authority Victoria, 2013).

3.3.2.7. Índice de odor

O “índice de Odor” é utilizado no Japão para quantificar a intensidade de odor. Este índice é equivalente a dez vezes o logaritmo da concentração de odor (i.e., Índice de odor = $10 \times \log$ [Concentração de Odor]) (Brancher *et al.*, 2017). Segundo Clean Air Strategic Alliance (2015), a determinação do índice de odor baseia-se na medição da concentração de odor através do Método Triangular do Saco de Odor no qual é fornecido um conjunto de três sacos (um com uma amostra de odor e dois com ar inodoro) a cada um dos membros de um painel, que deve ser constituído por pelo menos seis avaliadores. De acordo com esta organização, o método do saco de odor decorre nas seguintes etapas:

- (1) Os membros do painel são questionados para escolher o saco que apresenta a amostra odorosa.
- (2) O odorante é gradualmente diluído e testado até que se torne impossível de identificar o saco com odor.
- (3) O índice de odor é calculado com base no fator de diluição necessário para que o painel não possa identificar o saco de odor.

De acordo com Furberg *et al* (2005), esta abordagem é normalmente aplicada para misturas de odores complexas (várias substâncias odorantes), sendo no entanto muito útil para quantificar os odores e para auxiliar no processo de tomada de decisão pelas autoridades reguladoras, de forma semelhante ao Decibel para o som. Geralmente, os governos locais definem um índice de odor máximo permitido que deve estar compreendido entre 10 a 21, sendo equivalente a intensidades de odor compreendidas entre 2,5 e 3,5, correspondentes a níveis de odor capazes de proporcionar um nível de conforto satisfatório pela maioria dos residentes.

Segundo McGinley *et al* (2006), o valor de conformidade deste índice varia conforme o local em que se realiza a monitorização de odores:

- Índice de odor no ar ambiente
- Índice de odor à saída de fontes emissoras com dispositivos de controlo de emissão de odor
- Índice de odor em processos sem dispositivos de controlo de emissão de odor

3.3.2.8. Critério sobre reclamações

Nalgumas regiões, os critérios sobre reclamações consistem na definição de um número mínimo de queixas necessário para a realização de uma investigação ou para que um odor seja considerado um incómodo (Clean Air Strategic Alliance, 2015). Algumas autoridades reguladoras possuem um sistema de resposta às reclamações de odor que se baseia num serviço de atendimento que é gerido por indivíduos especializados na colocação de questões-chave (descritas em documentação, tal como relatórios de queixas, regulamentos, ...) aos cidadãos afetados. Em certas regiões, as entidades reguladoras possuem regulamentos ou normas auxiliaadoras no processo de tomada de decisão, que definem as instruções necessárias para determinar se uma queixa apresenta credibilidade suficiente para que a execução de procedimentos de investigação seja justificável (Clean Air Strategic Alliance, 2015).

De acordo com Ministry for the Environment (2016), o registo das reclamações pode ser utilizado a longo prazo para descrever os efeitos de odor cumulativos, ou seja, pode recorrer-se a um resumo cronológico das queixas sobre odor para indicar as alterações na exposição de odor, permitindo posteriormente analisar as mudanças sazonais da frequência das reclamações comparando-as com outros fatores que possam ter despoletado essas alterações (ex.: modificações na estrutura das instalações ou na meteorologia, ...).

3.3.3. Abordagens de controlo de odor

Durante o processo de gestão, devem ser incorporadas diferentes abordagens de controlo de odores na fonte (ao nível das emissões), no percurso (controlo da dispersão) e no recetor (controlo da perceção).

3.3.3.1. Controlo das emissões

Segundo Estrada *et al* (2013), de entre as abordagens de controlo das emissões, as tecnologias de tratamento de fim de linha são as mais eficazes, no entanto, apresentam altos custos de operação e de capital. Atualmente, existe uma ampla variedade de tecnologias de controlo das emissões, inserindo-se cada uma delas em 5 categorias principais: condensação, agentes neutralizadores, sistemas de absorção, de adsorção, biológicos e térmicos (Clean Air Strategic Alliance, 2015). De acordo com Lebrero *et al* (2011), geralmente, estes sistemas de tratamento de odores apenas são implementados quando a prevenção e o controlo da dispersão não são suficientes para evitar o incómodo de odor na envolvente da instalação (citado por Rudolph, 2015).

No entanto, são apresentadas, posteriormente, outras técnicas de controlo da emissão de odores descritas no documento elaborado por Environment Agency (2011). No caso das técnicas de tratamento dos odores não conseguirem evitar elevadas taxas de emissão, será necessário conter as emissões antes de tratá-las. Nos locais de contenção deve controlar-se a pressão dentro do equipamento de armazenamento, exigindo a verificação regular das condutas, válvulas e reservatórios. Normalmente, recorre-se à contenção localizada, uma vez que diminui o volume de ar necessário a ser tratado tornando-se assim muito mais rentável do que uma contenção de grande extensão. Como a emissão de odores não depende somente dos tratamentos de fim de linha que são aplicados à fonte emissora, mas também é influenciada por outros fatores (ex.: temperatura, humidade, pH, área superficial, ...), é crucial haver um controlo rigoroso destas variáveis, de modo a diminuir a transferência de substâncias odorantes para o ar ambiente.

Uma vez que em muitos casos existe matéria-prima odorífera (ex.: resíduos putrescíveis,...) que pode provocar a emissão de odores, deve ter-se algum cuidado durante a receção e a gestão desses materiais. Os fornecedores dessas matérias-primas devem fornecer informação às instalações receptoras sobre o tempo que esse material deve ser armazenado, as condições de tratamento ou de pré-tratamento, de transporte (ex.: refrigeração,...) e de armazenamento. Em qualquer caso, a instalação que recebe este tipo de materiais deve tratá-los de forma a reduzir o seu potencial de odor, armazená-los num local apropriado e gerar o mínimo possível de produtos odoríferos através da manutenção das condições anaeróbicas ou da minimização de temperaturas. Além disso, qualquer instalação deve escolher materiais de construção que sejam facilmente limpos e deve adotar um regime de limpeza, que permita identificar e rejeitar resíduos odoríferos.

Para além das formas de controlar as emissões de odores referidas anteriormente, estas também podem ser limitadas mediante o cessamento de certas atividades ou pela redução da frequência do funcionamento das operações responsáveis pela emissão de odores até que sejam implementadas medidas de controlo das emissões mais eficazes. No entanto, existem algumas exceções, ou seja, algumas operações não devem ser interrompidas, especialmente se essa suspensão estiver associada a problemas de odores ainda mais graves (ex.: a interrupção do arejamento de uma pilha de compostagem pode levar a condições anaeróbicas, ...).

3.3.3.2. Controlo da dispersão

De acordo com Rudolph (2015), o controlo da dispersão das emissões odoríferas visa implementar alternativas de otimização da dispersão, tais como o aumento da velocidade e da

altura de emissão que permite uma melhor dispersão de odores antes destes atingirem o solo, bem como a colocação de infraestruturas indutoras de turbulência, tal como cortinas arbóreas, barreiras físicas (ex.: muros, ...) e quebra-ventos que promovem não só a redução da velocidade do vento, mas também auxiliam a dispersar odorantes. Segundo Cowherd *et al* (2003), Etyemezian *et al* (2003) e Tyndall e Colletti (2007), esta redução é fundamental para que ocorra o aumento da deposição de partículas odoríferas (ex.: poeiras,...) e para intensificar a adsorção e a absorção de odorantes, reduzindo desta forma o potencial de incómodo a sotavento destas infraestruturas (como citado por Rudolph, 2015). Durante a realização da escolha de uma infraestrutura indutora de turbulência adequada à situação em causa, geralmente recorre-se à modelação da dispersão atmosférica, devendo ter-se em consideração, a localização da fonte emissora, a topografia do terreno e as condições meteorológicas, uma vez que estes fatores têm influência na dispersão de odores (Rudolph, 2015).

Segundo Clean Air Strategic Alliance (2015), as características do terreno influenciam a dispersão e a concentração dos odores no ar ambiente, bem como a presença e/ ou ausência de infraestruturas indutoras de turbulência. A localização da fonte também é um fator importante para a dispersão de odores, por exemplo para uma fonte emissora situada num vale, a dispersão é inibida; por outro lado, esta pode ser otimizada, se a fonte de emissão estiver localizada num planalto. As condições meteorológicas também influenciam a dispersão de odores, nomeadamente a temperatura, a humidade, a espessura da camada limite, a velocidade e a direção do vento (Clean Air Strategic Alliance, 2015).

Os impactos de odor podem ser evitados mediante a gestão de operações que pode traduzir-se na suspensão de atividades durante a ocorrência de piores condições de dispersão atmosférica ou quando a direção do vento está a favor da localização da população residente na envolvente da fonte emissora (Environment Agency of United Kingdom, 2011). Sendo assim, o controlo da dispersão de odores pode assentar na monitorização e na previsão das condições meteorológicas para garantir atempadamente a tomada de decisões adequadas ao local, de modo a evitar problemas de incomodidade de odores na região.

3.3.3.3. Controlo da perceção

Normalmente este tipo de controlo apenas é utilizado em fontes de pequena dimensão (ex.: instalações de compostagem, ...) (Decottignies *et al.*, 2007) e como medida temporária, visto que nalguns casos os aditivos químicos podem aumentar a ofensividade do odor (Estrada *et al.*, 2013). Portanto, posteriormente são descritas certas medidas atenuantes do incómodo

sentido por uma população que esteja situada na envolvente de fontes de odor descritas no documento elaborado por Rudolph (2015).

Uma forma de atenuar o incómodo sentido por uma população que esteja situada na proximidade de fontes de odor consiste na aplicação de agentes químicos que mascaram, neutralizam ou minimizam a perceção de odorantes pelos recetores, uma vez que estes químicos reduzem o tom desagradável do odor. Estes agentes (agentes ‘mascaradores’, neutralizantes e surfactantes) podem ser utilizados na fonte emissora (ex.: instalações pecuárias e de tratamento de bio resíduos), neutralizando ou prevenindo a emissão de odores, atuando, deste modo como medida preventiva; por outro lado, o controlo da perceção quando se baseia na aplicação de aditivos químicos (agentes ‘mascaradores’, neutralizantes) nos gases odorosos, atua como uma medida de mitigação. Os agentes ‘mascaradores’ são aditivos que se sobrepõe aos odorantes, podendo também atuar como inibidores, pois nalguns casos conseguem bloquear certos recetores olfatórios localizados no nariz. Os agentes neutralizadores são compostos, normalmente, por alifáticos e aldeídos aromáticos que reagem com vários odorantes tal como sulfureto de hidrogénio, mercaptanos, amónia e aminas. Os surfactantes, como aumentam a solubilidade de odorantes na água, permitem que haja uma diminuição da emissão de odores.

3.3.3.4. Outras medidas

Para além das abordagens de controlo de odor referidas anteriormente, também podem ser implementadas medidas que auxiliam na tomada de decisões mais eficazes e que sejam capazes de beneficiar a maioria da população, através do envolvimento dos cidadãos, dos planos de gestão de odor (PGO) e da resposta às reclamações por parte das entidades reguladoras.

Envolvimento de vários grupos sociais:

Segundo SEPA (2010), durante a gestão dos odores deve-se salvaguardar um equilíbrio entre a proteção dos direitos individuais, os interesses da população e do ambiente. O alcance e a manutenção deste equilíbrio são assegurados pela comunicação e partilha de informação entre os vários grupos sociais interessados na resolução da problemática dos odores (Scottish Environment Protection Agency, 2010).

Como a população residente na periferia das instalações emissoras tem uma perceção diferente da incomodidade dos odores sentida pelos proprietários e funcionários das empresas, o envolvimento da comunidade envolvente nos processos de tomada de decisão é muito importante para resolver este problema (Environment Agency, 2011). Além disso, a participação das indústrias e da comunidade local no processo de tomada de decisão,

possibilita a discussão com o governo sobre as melhores práticas de gestão de odores de modo a favorecer todas as partes interessadas (Scottish Environment Protection Agency, 2010).

Para além das vantagens descritas acima, SEPA (2010) descreve outros benefícios da interação social entre os vários grupos comunitários (entidade reguladora, operadores e cidadãos):

A entidade reguladora ao ter um papel mais ativo na gestão da problemática dos odores permite uma diminuição do número de incidentes, uma vez que possibilita a partilha de informação com a comunidade afetada e também devido ao facto das reclamações recebidas e dos relatórios tornarem-se mais representativos das preocupações da comunidade.

Por outro lado, a participação dos cidadãos nesta dinâmica social possibilita a discussão da problemática dos odores com os representantes das empresas emissoras e dos governos locais, além disso, também viabiliza o acesso a informação acerca do impacto da exposição a odores (ex.: na saúde humana) e sobre a ocorrência de atividades ou de incidentes que possam ocasionar a emissão de odores. Esta interação social com a comunidade permite uma maior consciencialização por parte da população afetada acerca da implementação de medidas mitigadoras.

O envolvimento dos operadores pode trazer várias vantagens nomeadamente em relação à opinião pública sobre a(s) sua(s) empresa(s), uma vez que ao participar neste mecanismo de comunicação demonstra-se preocupado com o bem-estar da comunidade envolvente e pode reduzir o número de queixas provenientes das suas instalações. Outros benefícios da comunicação dos operadores com as outras partes interessadas (entidade reguladora e cidadãos) consistem no facto de existir uma resposta mais rápida e precisa na resolução de problemas de odor desencadeados pela(s) sua(s) empresa(s).

No entanto, vale a pena salientar que esta dinâmica social entre os vários grupos sociais (cidadãos, operadores, reguladores) pode ser desempenhada não só através de reuniões mas também pela implementação de ferramentas que promovam a partilha de informação relevante para a resolução desta problemática (Scottish Environment Protection Agency, 2010).

Planos de Gestão de odores:

Os planos de gestão de odor (PGOs) são documentos que descrevem as medidas de controlo e operacionais que devem ser adotadas por uma instalação de modo a evitar a formação de odores e controlar a sua emissão (Department for Environment and Rural Affairs, 2010). Além disso, este documento também demonstra como os problemas de odor devem ser geridos e controlados de forma a minimizar e a prevenir possíveis impactos de odor decorrentes da emissão de odores pela instalação (Bull *et al.*, 2014). Segundo EAUK (2011), estes planos

permitem reduzir os riscos de ocorrência de acidentes ou de incidentes responsáveis pela emissão de odores através da sua previsão e planeamento adequado. Um PGO visa prevenir a poluição por odor mediante a aplicação de métodos adequados, tais como monitorização, medidas de controlo e de contingência (Environment Agency of United Kingdom, 2011).

A implementação deste instrumento de gestão proporcionará uma maior confiança entre a população envolvente e o governo local com o operador, uma vez que existe um compromisso de aplicação das melhores práticas de gestão de odores (Bull *et al.*, 2014).

Durante a elaboração de um PGO deve ter-se em consideração o seu nível de complexidade que está geralmente dependente dos processos envolvidos e do potencial de impacto do odor na área envolvente da instalação (Department for Environment and Rural Affairs, 2010)

De acordo com DEFRA (2010) e Bull *et al* (2014), um plano de gestão de odor deve abranger os seguintes aspetos em cada fase da cadeia de exposição ao odor:

- Identificação das fontes emissoras na instalação e a sua localização
- Medidas de controlo e de contingência aplicadas na instalação (incluindo sistemas de redução da poluição por odor)
- Procedimentos de gestão, nos quais devem estar descritas as funções de cada funcionário da instalação que contribuem para a redução do impacto de odor, bem como os métodos adequados de armazenamento de materiais, uso de equipamento, etc.
- Inventário dos materiais utilizados, descrição do processo e das atividades realizadas na instalação.
- Planeamento da monitorização de odores (ex.: amostragem da emissão de odores na fonte, análise das reclamações, ...).
- Descrição de métodos utilizados para comunicar com o governo local e a comunidade envolvente. Além disso, também podem estar descritos os conteúdos e a frequência das reuniões com as partes interessadas (governo e comunidade).
- Apresentação dos passos que precisam de ser cumpridos para responder eficazmente às queixas (Environment Agency of United Kingdom, 2011).
- Procedimentos de resposta a incidentes e a emergências.

De acordo com DEFRA (2010), para além do PGO incluir os requisitos necessários para a manutenção do sistema de controlo de odores, também deve ter-se em consideração a ocorrência de certos problemas (ex.: avarias nos equipamentos de controlo da poluição, vazamentos, condições meteorológicas extremas, etc). Sendo assim, nos planos de gestão de odor precisa de ser considerado o potencial de emissão de odor, e, portanto devem estar

descritos os possíveis cenários que podem ocorrer, bem como, as medidas a ser implementadas para reduzir o seu impacto (Department for Environment and Rural Affairs, 2010).

Segundo Bull *et al* (2014) uma vez que um PGO faz parte de um sistema de gestão operacional (Sistema de Gestão Ambiental e Sistema de Gestão Integrado), este documento deve seguir os princípios básicos deste instrumento de gestão, tal como demonstrado na figura 11:

- Planear (Plan) – Identificar as emissões (condições normais e anormais) e registar as medidas de controlo específicas para cada infraestrutura emissora.
- Fazer (Do) – Aplicar medidas de controlo específicas (rotineiras e eventuais).
- Verificar (Check) – Verificar o desempenho das medidas tomadas.
- Agir (Act) – Rever e analisar os resultados das ações tomadas de modo a manter a sua eficácia.

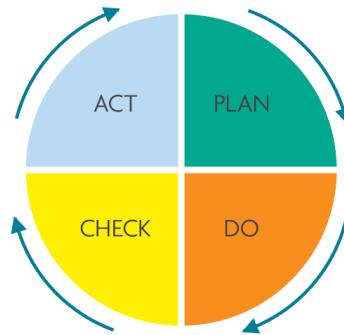


Figura 11: Estrutura Plan, Do, Check, Act.
Fonte: Bull *et al* (2014)

Ao seguir estes princípios, o PGO aplica um processo iterativo de gestão de odores que se for devidamente executado, exigirá pouca intervenção externa (Bull *et al.*, 2014).

No entanto, Bull *et al* (2014) afirma que a aplicação dos planos de gestão de odor exige que o operador tenha em consideração os seguintes aspetos:

- Implementação de medidas e a suspensão de operações de modo a controlar quaisquer problemas de odor.
- Revisão dos processos de controlo com uma certa regularidade para que não ocorra nenhum impacto de odor fora da instalação.
- Investigação de um problema de odor, caso este tenha ocorrido

Resposta às reclamações:

A resposta às reclamações normalmente é desempenhada através de um guia de orientação no qual estão demonstradas certas ferramentas auxiliaadoras deste processo (ex.: fluxogramas de resposta a reclamações, alguns descritores de odor comumente utilizados, uma lista de

verificação de informação a ser registada e de perguntas a serem feitas durante um inquérito) (Scottish Environment Protection Agency, 2010). Segundo EAUK (2011), as queixas deverão ser atempadamente investigadas para que sejam tomadas ações mitigadoras apropriadas.

De acordo com SEPA (2010), durante a análise das reclamações deve-se proceder à recolha de informação capaz de descrever a incomodidade sentida através de um sistema de avaliação (fatores FIDOL), nos quais são feitas perguntas aos reclamantes que visam a descrição de cada um dos fatores FIDOL. Por intermédio de um formulário de inquérito, são colocadas perguntas específicas ao queixoso de modo a caracterizar o episódio de odor relativamente à sua frequência, intensidade, duração, localização e ofensividade (Scottish Environment Protection Agency, 2010). Durante a análise de uma queixa devem ser colocadas questões, de modo a obter-se conhecimento acerca da presença de substâncias perigosas para a saúde humana nas misturas odorosas emitidas e sobre a ocorrência de condições meteorológicas anormais, de falhas no controlo, na contenção e no tratamento dos odores emitidos pela instalação (Environment Agency of United Kingdom, 2011). Segundo SEPA (2010), as respostas a estas questões visam descrever certos detalhes das reclamações, tais como a localização, o tempo de duração do episódio de odor, o efeito do odor no queixoso, a fonte de odor suspeita. Após a análise das reclamações deve-se realizar a avaliação da incomodidade do odor em vários locais ao redor da fonte emissora de acordo com o grau de sensibilidade de cada local de avaliação (Scottish Environment Protection Agency, 2010). Todas as investigações realizadas devem ser registadas, pois os seus registos são valiosos para serem analisados posteriormente, de maneira a evitar a ocorrência futura de episódios de odor (Environment Agency of United Kingdom, 2011).

4. Caso de Estudo – Avaliação e Gestão da incomodidade dos odores no Município de Sines

O presente caso de estudo insere-se na região de Sines, uma vez que nos últimos anos a Câmara Municipal de Sines (CMS) tem vindo a receber queixas sobre episódios de odor pelos munícipes. A CMS em parceria com os restantes membros da associação COMSINES contratou o IDAD para realizar o diagnóstico, caracterização e mapeamento dos odores no complexo de Sines.

A COMSINES (Conselho das Comunidades de Sines) consiste numa associação constituída por membros da associação das indústrias da Petroquímica, Química e Refinação (AIPQR), empresas e entidades situadas no município de Sines. Este conselho possibilita o diálogo sobre várias temáticas, sempre com a finalidade de promover o desenvolvimento sustentável da região de Sines, o bem-estar e a qualidade de vida da população Sineense. Para cumprir estes objetivos, foram constituídos vários grupos de trabalho que atuam em diferentes áreas, dentre as quais, a área de “Saúde e Ambiente”(Câmara Municipal de Sines, 2018), na qual se enquadra este estudo, “Avaliação e Gestão da Incomodidade dos Odores” na região de Sines.

Este trabalho tem como base as atividades realizadas pelo IDAD, no decorrer do estudo sobre a avaliação da incomodidade dos odores no complexo de Sines. Neste capítulo são descritas as tarefas realizadas por alguns membros do IDAD em que não houve a minha participação, tais como, a análise do clima da região de Sines, a amostragem de odores nas fontes emissoras do complexo, o mapeamento da dispersão de odores, a recomendação de medidas de mitigação, a análise das reclamações e a identificação das principais fontes emissoras de odor. As atividades em que houve a minha intervenção correspondem à participação em reuniões com a COMSINES descritas neste capítulo e ao desenvolvimento da plataforma de comunicação *online* (QCumber people).

4.1. Município de Sines

O município de Sines situa-se a sudoeste de Portugal, na província do Alentejo, sendo limitado a sul pelo concelho de Odemira, a norte e a nordeste pelo concelho de Santiago do Cacém, tal como demonstrado na figura 12.

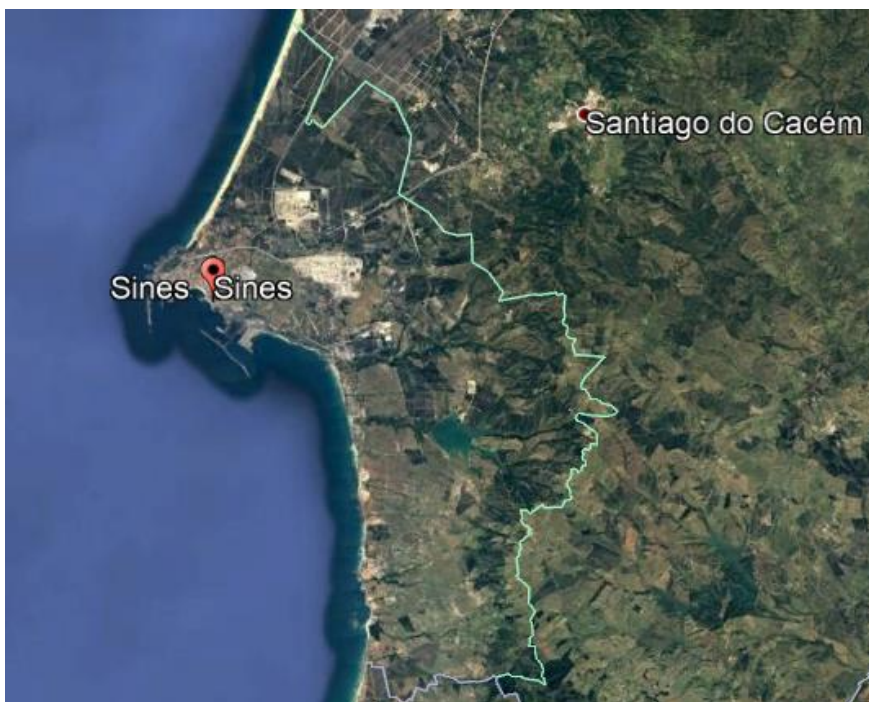


Figura 12: Representação do município de Sines.

Este município é constituído por 2 freguesias, a freguesia de Sines com uma população de 13200 habitantes e a freguesia de Porto Covo com apenas 1038 habitantes, sendo que no total, o concelho apresenta uma população residente de 14 238 habitantes, traduzindo-se numa densidade populacional de 70 hab./km² (INE, 2011). A população de Sines é distribuída ao longo do território de forma assimétrica, dado que no núcleo urbano apresenta grande densidade populacional e número de residentes, enquanto que na restante área do território a população encontra-se essencialmente dispersa (IDAD, 2017c).

Esta região apresenta um relevo que varia entre os 0 e os 250 m e uma área de 203 km² (PORDATA, 2017). Para além do porto marítimo, as principais vias de acesso são o itinerário principal IP8, a estrada nacional N261-5, os itinerários complementares IC4 e IC33, bem como as linhas ferroviárias de Sines e Sines- Elvas (IP, 2018).

Esta região é o principal centro energético e petroquímico do país, pois apresenta um porto de águas profundas que funciona como um ponto de atração de grandes investimentos, tais como indústrias e empresas de serviços (metalomecânica, instrumentação, controle e manutenção industrial entre outras) (Câmara Municipal de Sines, 2017a).

Ao nível da produção de energia, este município alberga uma central termoelétrica, dois parques eólicos, duas grandes centrais de cogeração (Galp Energia e Repsol) e um porto que fornece matéria-prima para produção energética, principalmente, gás natural e carvão (Câmara Municipal de Sines, 2017b).

As sociedades do setor terciário possuem maior relevância, representando cerca de três quartos do total, sendo a sua quase totalidade composto por empresas prestadoras de serviços relacionadas com o comércio e o complexo portuário-industrial. Por outro lado, o setor primário apresenta uma significância residual, correspondendo a aproximadamente 4,7% do total de empresas situadas no concelho, sendo que a maioria das organizações deste setor estão relacionadas com a pesca (microempresas / empresários em nome individual) (Câmara Municipal de Sines, 2017a).

Relativamente ao setor secundário, verifica-se que este é constituído por cerca de um quarto do total das empresas sedeadas no concelho, sendo este setor composto essencialmente por indústrias transformadoras. A indústria petroquímica é a que apresenta maior relevância no município, pois posiciona Sines como uma referência industrial ao nível nacional, visto que possui a maior refinaria do país (Galp Energia) e uma das maiores petroquímicas (Repsol Polímeros) (Câmara Municipal de Sines, 2017a). Em relação ao turismo, é na zona sul do Concelho, que este setor apresenta maior relevância (Câmara Municipal de Sines, 2017a), no qual se destaca o turismo de negócios, náutico, gastronómico e de eventos (Câmara Municipal de Sines, 2017b).

4.2. Clima da região de Sines

A zona em estudo insere-se numa região com forte influência atlântica devido à forte incidência de nevoeiros e neblinas, mas apresenta um regime termopluviométrico mediterrânico (Câmara Municipal de Sines, 2017). Este é caracterizado por invernos temperados e verões de clima temperado e seco. A temperatura média anual está compreendida entre 15°C e 17,5°C, variando ao longo do ano entre 9°C e 26°C, sendo a temperatura média mais fria observada no mês de janeiro e a mais quente nos meses de julho, agosto e setembro (Im & AEmet, 2011; PORDATA, 2017). A precipitação anual encontra-se entre os 500 a 600 mm, sendo que a maior quantidade de precipitação observa-se no mês de dezembro e a menor no mês de agosto (IDAD, 2017a). Nos próximos tópicos será dado maior enfoque ao regime de ventos e à estabilidade atmosférica, devido à sua relevância na dispersão de odores.

De acordo com IDAD (2017a), foram realizadas simulações da componente meteorológica, recorrendo ao modelo TAPM, tendo-se obtido rosas de ventos, a variação da altura da camada de mistura e o perfil vertical térmico da temperatura na região de Sines.

4.2.1. Regime de ventos

A intensidade do vento influencia a extensão da área afetada e a sua direção determina quais os locais mais afetados pelas emissões, portanto é fundamental ter em consideração a sua velocidade e direção. Nesta região, a predominância anual dos ventos no período diurno é de noroeste e norte, com velocidades médias entre os 2 e 9 m/s. No período noturno, (com maior número de queixas) os ventos mais frequentes são de nor-nordeste e este, com menor intensidade, tal como se pode observar na figura 13.

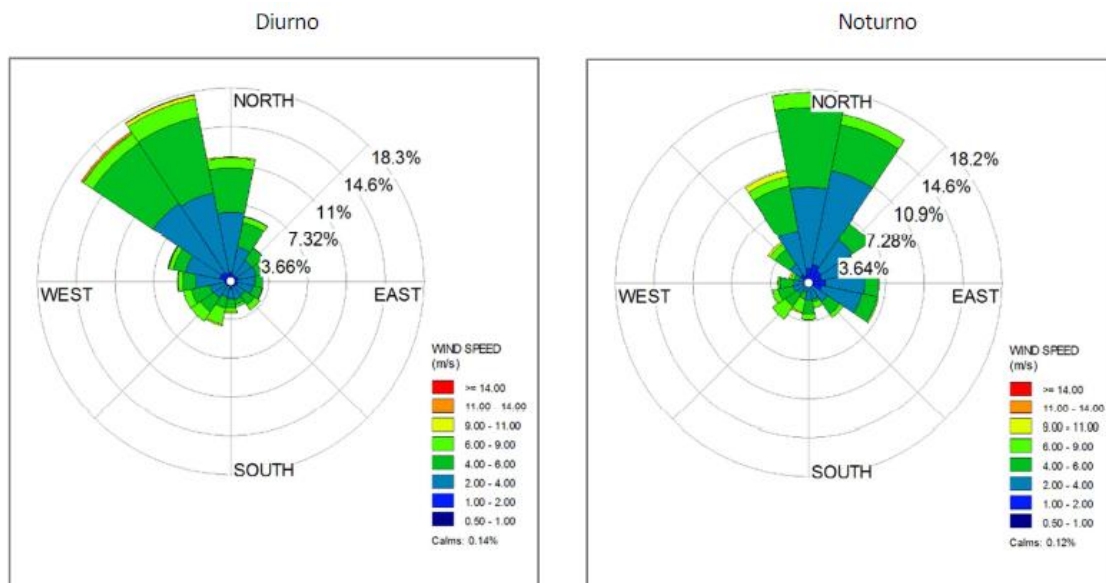


Figura 13: Representação da Rosa dos ventos simuladas pelo TAPM para o ano de 2016.
Fonte: IDAD (2017a)

As situações de calmaria, ou seja, quando a velocidade do vento é inferior a 1 km/h apresentam uma frequência anual de 3%. Na primavera, os ventos predominantes são de nor-noroeste e oeste. No verão prevalecem ventos de noroeste e norte. No Outono existe maior ocorrência de ventos de norte, noroeste e sudeste. Os ventos de noroeste e sudoeste prevalecem no Inverno (IDAD, 2017a).

4.2.2. Estabilidade atmosférica

Para além do regime de ventos, existem outros fatores que influenciam a dispersão dos odores que devem ser tidos em conta, tais como a estratificação térmica da atmosfera e a espessura da camada de mistura que condicionam sobretudo a dispersão vertical dos poluentes atmosféricos.

A espessura da camada de mistura também é um fator importante que se deve considerar uma vez que esta influencia a dispersão de odores. Esta corresponde à camada inferior da atmosfera dentro da qual os poluentes atmosféricos podem deslocar-se verticalmente até atingir um limite superior. Como a espessura da camada de mistura está dependente da radiação solar, da temperatura, velocidade do vento e nebulosidade, esta varia muito ao longo do dia e ao longo do ano, verificando-se que a sua espessura é muito baixa no final e no início do dia, bem como nos meses de Outono e Inverno (IDAD, 2017a).

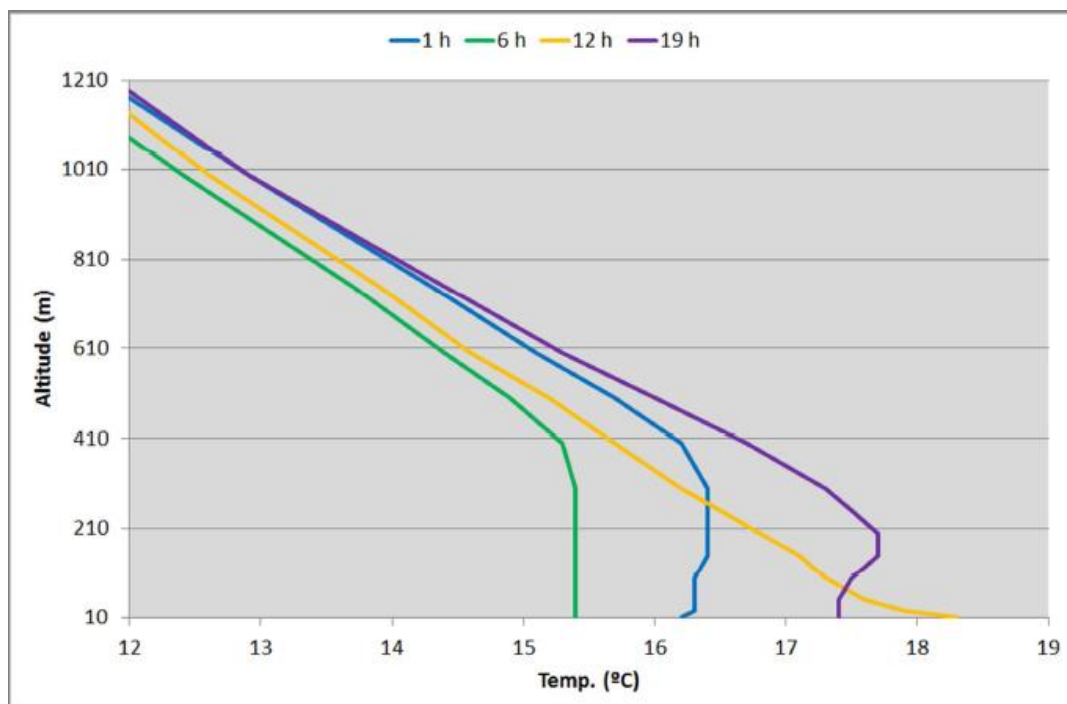


Figura 14: Perfil médio da temperatura em Sines para o ano de 2016.
Fonte: IDAD (2017a)

Relativamente à estratificação térmica verifica-se através da análise da figura 14, que ao final do dia a temperatura aumenta com a altitude (inversão), levando a uma maior resistência ao movimento vertical que provoca a diminuição da dispersão vertical de poluentes, contribuindo deste modo para o surgimento de episódios críticos de poluição atmosférica.

Na figura 15 apresenta-se a variação da altura da camada de mistura ao longo de um dia típico de 2016.

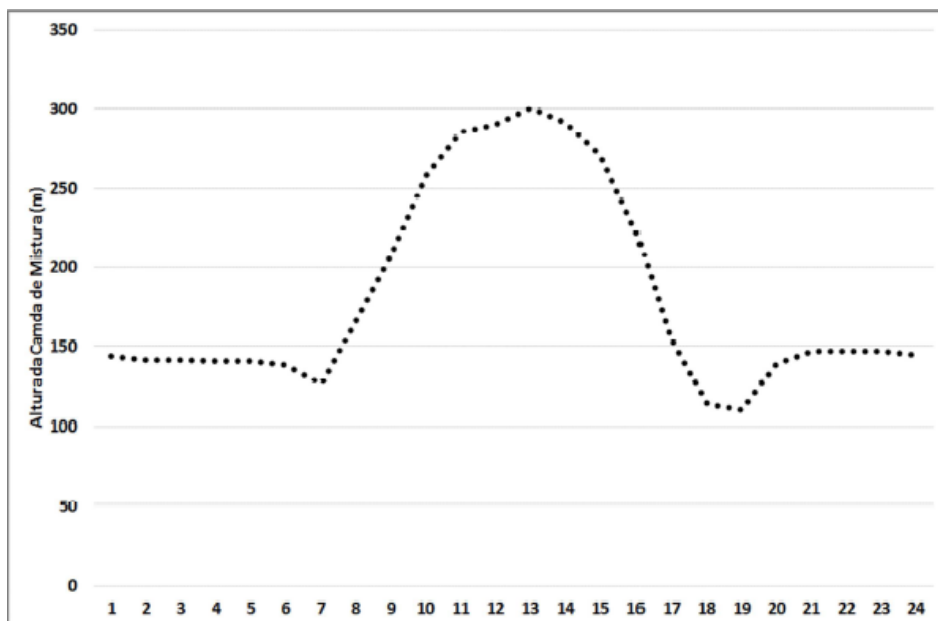


Figura 15: Variação da altura da camada de mistura num dia típico representativo da média do ano de 2016.

Fonte: IDAD (2017a)

Através da análise da figura 15 verifica-se que na região de Sines em 2016, a espessura da camada de mistura está predominantemente compreendida entre os 100 e os 300 metros.

4.3. Análise das reclamações e identificação das principais fontes de odor do município de Sines

A informação apresentada neste subcapítulo tem como base o relatório 1 do IDAD (2017a).

No presente caso de estudo realizou-se a inventariação das principais fontes emissoras de odor e dos locais mais problemáticos em termos de incomodidade. Essa inventariação baseou-se em 3 etapas distintas: avaliação da perceção dos odores pela comunidade, identificação das principais fontes, contacto e autodiagnóstico das empresas.

Para avaliar a incomodidade dos odores na região de Sines primeiramente procedeu-se à colocação de questões às Juntas de Freguesia do município. Após a análise das respostas a essas questões, obteve-se conhecimento sobre a localização das queixas, a identificação da tipologia dos odores, as principais fontes de odor e os períodos em que a exposição é mais crítica. Na freguesia de Porto Covo não foram registadas queixas sobre episódios de incomodidade de odores. A junta de Freguesia de Sines reportou 742 queixas desde 2012. Segundo a Junta de Freguesia de Sines, de todas as queixas observadas, cerca de 89% são

referentes à cidade de Sines, enquanto que os restantes 11% se encontram distribuídos pelo resto do município.

Relativamente à tipologia dos odores sentidos, a Junta de Freguesia de Sines afirma que a população queixosa identifica vários odores, não sendo possível a sua identificação específica. No entanto, uma certa percentagem da população afetada associam o odor percebido a uma má sensação, identificando-o como mau cheiro, ar irrespirável, a cheiro intenso, insuportável e tóxico. Da totalidade das queixas observadas, apenas 28% identificam o odor causador da incomodidade recorrendo aos seguintes termos: gás, fumo, podre, hidrocarbonetos, azeite, óleo, químicos e petróleo.

Em relação às instalações potencialmente responsáveis pela emissão de odores, a população afetada associa a sua proveniência à ETAR da Repsol Polímeros, à ETAR de Ribeira dos Moinhos, à ETAR da Refinaria Galp, à Ecoslops, bem como ao terminal petroquímico e à estação de tratamento de águas de Lastro (ETAL) da área portuária de Sines incluídos na área de Administração do Porto de Sines (APS).

Na figura 16 está representado o número de queixas efetuadas pela população de Sines, entre 2012 e 2017, representativas da ocorrência de episódios de odor, distribuídos ao longo do dia.

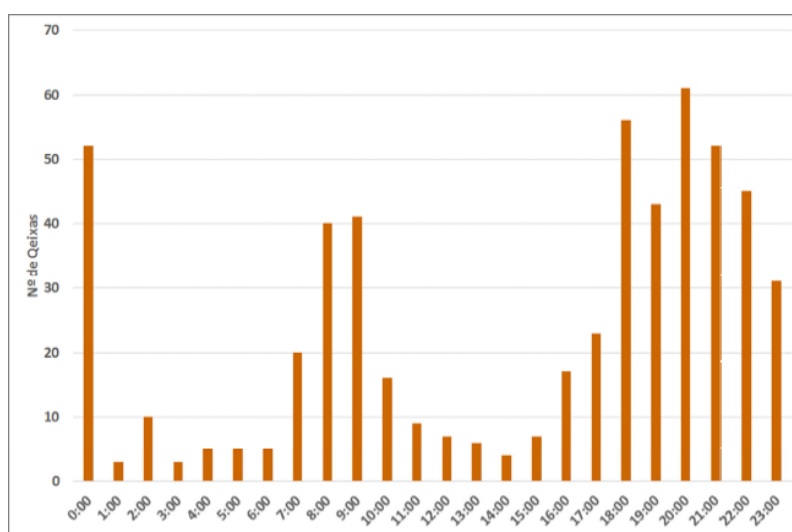


Figura 16: Número de queixas registadas em função do período de tempo.

Fonte: IDAD (2017a)

Mediante a observação da figura 16, verifica-se que os momentos do dia correspondentes a um maior número de queixas são no início e no final do dia, associados aos períodos com piores condições de dispersão de poluentes. No decorrer do estudo também foram realizadas reuniões de trabalho, visitas técnicas às instalações e verificação dos autodiagnósticos das empresas nos quais houve a partilha de conhecimentos do IDAD, da experiência local dos membros da COMSINES e dos técnicos de cada uma das unidades industriais envolvidas

(Repsol, Galp, Ecoslops, APS e ETAR de Ribeira de Moinhos) de modo a identificar as principais fontes de odor em cada empresa . Identificaram-se um total de 7 fontes emissoras (órgãos/ infraestruturas) distribuídas pelas 5 unidades industriais, que se listam na tabela 7:

Tabela 7: Representação das principais fontes emissoras de odores.

Unidade Industrial	Fonte de Odor
AdSA WWTP	Tanque de Homogeneização
	Tanque de arejamento
	Secagem de Lamas
Repsol Polímeros	Instalação de tratamento de efluentes (ITE) API Z0101
Refinaria Galp	Tanque com água contaminada acidentalmente (BAAC) (Amostragem em recipiente)
APS	CLT / Tanque poluído (Amostragem na ventilação do ducto)
Ecoslops	Tanque equalizador 1001 (Amostragem em recipiente)

Fonte: IDAD (2017a)

As diversas fontes emissoras de compostos odoríferos identificadas correspondem a fontes difusas (superfícies líquidas expostas e aberturas ou portas) e a fontes pontuais (condutas), encontrando-se situadas numa região com 8 km no sentido este-oeste e de 3,5 km no sentido norte-sul, tal como representado na figura 17.



Figura 17: Representação da distribuição geográfica das fontes emissoras.

Fonte: IDAD (2017a).

Através da análise da figura 17 e comparando-a com a figura 13, constata-se que existe uma relação entre a localização das fontes emissoras maioritariamente localizadas a Norte e Leste

da cidade de Sines e a predominância noturna dos ventos (Norte e Nordeste), coincidindo com o período em que existe maior número de queixas (início da noite e de madrugada).

Como nesta região existem complexos industriais que manuseiam petróleo e seus derivados, tal como a refinaria Galp, a Repsol Polímeros, a Ecoslops entre outras indústrias petroquímicas, existem muitas fontes de odor. Estas fontes geralmente estão associadas à emissão de compostos odorantes, nomeadamente compostos sulfurosos, resultantes de operações que envolvem a manipulação, o tratamento e o armazenamento de petróleo e derivados.

De seguida encontra-se descrita a localização e a acessibilidade de cada fonte emissora, bem como os seus recetores sensíveis situados na sua envolvente, tendo como base o relatório elaborado por IDAD (2018).

A refinaria Galp encontra-se localizada na zona industrial e logística de Sines (ZILS), a nascente da cidade de Sines e a norte da praia de São Torpes. Em termos de acessibilidade, esta instalação situa-se perto de duas vias rodoviárias (A26 e IP8). Em geral, o povoamento situado na proximidade da Galp apresenta-se disperso, dado que num raio inferior a 500 metros do perímetro industrial, com exceção do quadrante sul, encontram-se localizadas habitações isoladas.

As instalações da Repsol também se localizam na ZILS, a nordeste da zona histórica de Sines, estando perto de duas vias de comunicação que permitem a ligação quer por norte (A26-1) (Vila Nova de Santo André - Sines), quer por Este (A26) (Santiago do Cacém). Os locais mais próximos da Repsol são o lugar de Ribeira de Moinhos e de Barbuda.

A APS/Ecoslops (CLT/ Tanque de poluídos) e a Ecoslops (Equalizador TK 1001) localizam-se a cerca de 500 metros uma da outra, encontrando-se separadas apenas por uma via rodoviária. De salientar que o relevo desta área apresenta condições muito particulares, uma vez que existe um desnível de aproximadamente 30 metros entre o tanque de poluídos da APS e a Ecoslops se encontra situada num planalto. Estas características de relevo condicionam localmente a orientação dos ventos (muito instáveis) e a forma como os odores emitidos pela APS se dispersam (dificuldade na dispersão). O tanque de poluídos incluído na Administração do Porto de Sines (APS), encontra-se situado a cerca de 400 m dos recetores sensíveis mais próximos localizados numa cota bastante superior a nordeste das instalações.

A Ecoslops encontra-se separada fisicamente da cidade de Sines pelo corredor de *pipelines* que interliga a área portuária à ZILS, sendo que todos os recetores da envolvente (cidade de Sines) se encontram situados a nascente desta instalação, sendo a distância mínima entre a fonte e os recetores de apenas 200 m. Além disso, também é importante referir que na periferia das

fontes emissoras da Ecoslops e da APS existe uma pista ciclável e pedestre que é frequentada por um elevado número de pessoas ao longo do dia.

Para além destas unidades industriais, existe no município uma estação de tratamento de águas residuais. A ETAR de Ribeira de Moinhos situa-se a nordeste da cidade de Sines, apresentando como aglomerados populacionais mais próximos (menos de 1 km), o lugar de Ribeira de Moinhos e de Cadaveira. No caso da ETAR de Ribeira de Moinhos, a emissão de odores está associada não apenas ao tratamento de água residual industrial mas também de efluente doméstico.

4.4. Amostragem de odores em Sines

Após a identificação das fontes emissoras de odor de cada uma das 5 unidades industriais, recomendou-se a medição das emissões totais de odores para incorporar, posteriormente, os valores de emissão, como dados de entrada em modelos de dispersão atmosférica de modo a avaliar os níveis de incomodidade de odores ao nível do solo. Foram realizadas campanhas de amostragem, tendo em conta as dimensões e o número de pontos de emissão de cada fonte.

O procedimento de amostragem nas fontes difusas baseou-se no método indireto (princípio do método do pulmão explicado no subcapítulo 3.2.3) descrito na norma europeia EN 13725:2003, utilizando equipamento de amostragem de acordo com a norma alemã VDI 3880:2011. De salientar que nalgumas fontes, por razões de segurança, houve a necessidade de se realizar a amostragem num recipiente, noutros casos (Ecoslops e edifício de lamas da ETAR de Ribeira de Moinhos) não houve a necessidade de se utilizar a caixa de Lindvall, devido ao facto de não se tratar de fontes difusas (IDAD, 2017b). Neste subcapítulo são descritas as principais fontes emissoras e os métodos de amostragem utilizados para cada uma, tendo como base os relatórios elaborados por IDAD (2018) e IDAD (2017b).

4.4.1. ETAR de Ribeira de Moinhos

As principais fontes de odor que fazem parte da ETAR de Ribeira de Moinhos são dois tanques de arejamento, com uma área de emissão de 1683 m² no total, e um tanque de homogeneização com uma área de emissão de 1200 m², instalados ao nível do solo, bem como um edifício de secagem de lamas com 5 aberturas e uma área total de 86,2 m². As seguintes figuras representam as principais fontes de odor desta ETAR. A figura 18 (a) está demonstrado o tanque de homogeneização, na figura 18 (b) está representado um dos tanques de

arejamento e na figura 19 encontra-se ilustrado os pontos de amostragem no edifício de secagem de lamas.



(a)



(b)

Figura 18: ETAR de Ribeira de Moinhos – (a) Tanque de Homogeneização; (b) Tanque de Arejamento.
Fonte: IDAD (2017b)



Figura 19: ETAR de Ribeira de Moinhos - Edifício de secagem de lamas.
Fonte: IDAD (2017b)

4.4.2. Repsol Polímeros

Na Repsol Polímeros, a única e principal fonte de odor corresponde a uma fonte difusa (tanque) denominada por API Z0101, apresentando uma área de emissão de 93,8 m² que se encontra a 4,1 m acima do solo. Nesta instalação, a amostragem de odores foi realizada diretamente na fonte e indiretamente num recipiente com efluente líquido da API Z0101. Nas figuras 20 e 21 encontram-se demonstrados locais de amostragem, tanto na API Z0101 como no recipiente com efluente desta infraestrutura.



Figura 20: Repsol – API (Z0101).
Fonte: IDAD (2017b)



Figura 21: Recipiente com efluente da API (Z0101).
Fonte: IDAD (2017b)

4.4.3. Refinaria Galp

Na Galp, a principal fonte emissora é superficial difusa denominada por Bacia de Águas Acidentalmente Contaminadas (BAAC). Apresenta uma área de emissão de 31450 m² e encontra-se a cerca de 4 m acima do nível do solo. Por razões de segurança, a amostragem de odores na fonte foi efetuada num recipiente fornecido pelos técnicos da instalação, havendo a necessidade de transferir uma certa quantidade de efluente líquido da BAAC para esse contentor, tal como se pode observar na figura 22.



Figura 22: Refinaria Galp – Recipiente com efluente da BAAC.
Fonte: IDAD (2017b)

4.4.4. APS – Administração do Porto de Sines

Esta instalação apresenta como principal fonte emissora de odores, um tanque de poluídos que possui uma área com cerca de 325 m², estando localizado abaixo do nível do solo, com um total de 6 condutas emissoras. Duas delas encontram-se a 6 metros acima do nível do solo e possuem um diâmetro interno (D_{int}) de 0,5 m, as restantes quatro têm um metro de altura e um D_{int} de 0,82 m. Como algumas fontes de odor desta instalação são condutas de ventilação, realizou-se a amostragem direta. Na figura 23 estão representadas uma das principais fontes de odor da APS, ou seja, as condutas do tanque de poluídos.



Figura 23: APS - Condutas do tanque de poluídos.
Fonte: IDAD (2017b)

4.4.5. Ecoslops

Na Ecoslops, foi realizada uma amostragem de odor representativa da emissão do tanque equalizador TK 1001 que possui uma área total de 93,8 m², estando elevado a cerca de 4 m do solo. Pelos mesmos motivos referidos no caso da refinaria Galp, nesta unidade industrial

também houve a necessidade de transferir o efluente líquido da principal fonte de odor (tanque equalizador TK1001) para um recipiente para se proceder à amostragem. Na figura 24 estão representados os equipamentos de amostragem e o contentor que contém efluente líquido do tanque equalizador utilizados para amostrar as emissões de odor provenientes desta infraestrutura (tanque equalizador TK1001).



Figura 24: Ecoslops – Recipiente com efluente do TK 1001.
Fonte: IDAD (2017b)

4.5. Determinação das concentrações de odor

Após a amostragem determinaram-se as concentrações de odor através de 4 assessores independentes e um olfatómetro numa sala isenta de odor, de acordo com o procedimento descrito na norma EN 13725:2003 (IDAD, 2017b).

A descrição do procedimento de determinação das concentrações de odor durante este estudo baseou-se no documento realizado por IDAD (2017b) e por CEN (2003).

A determinação da concentração de odor foi realizada de acordo com a norma EN 13725: 2003 – Determinação da concentração de odores por olfatometria dinâmica. De acordo com esta norma, após a amostragem de odor, a concentração de odor deve ser determinada num prazo mínimo de 30 horas, mediante um olfatómetro e um painel de assessores selecionados criteriosamente. O aparelho utilizado para determinar a concentração de odor (olfatómetro) consiste num dispositivo que permite fazer diluições entre a amostra odorosa e o ar isento de odor, encaminhando-as posteriormente para o assessor através de tubos e uma máscara de nariz.

A seleção dos elementos deste painel foi realizada mediante o cumprimento de certos requisitos de maneira a que os indivíduos selecionados cumpram um determinado grau de sensibilidade a um odorante de referência (n-butanol). Os membros que auxiliaram na

determinação da concentração de odor das várias amostras recolhidas tiveram que ser submetidos à inalação de várias diluições de n-butanol através de um olfatómetro.

A reprodutibilidade dos resultados é garantida, mediante a imposição de uma gama de sensibilidade olfativa mais estreita do que a variação normal para a população, que deve ser cumprida pelos candidatos a membros do painel. Este objetivo é alcançado através da determinação da sensibilidade olfativa de cada um dos candidatos, por intermédio das suas respostas sobre a presença (Sim) e/ ou ausência (Não) de odor durante a inalação de diferentes diluições do odorante de referência (n-butanol). Os dados para cada candidato devem ser recolhidos em pelo menos 3 sessões (1 sessão por dia) durante dias não consecutivos (CEN, 2003).

Os critérios referidos na norma europeia EN 13725:2003, que devem ser cumpridos por todos os assessores são os seguintes (CEN, 2003):

- $10^{\text{SITE}} \leq 2,3$
- $0,020 \text{ ppb} \leq 10^{\text{YITE}} \leq 0,080 \text{ ppb}$

Em que,

SITE - Desvio padrão do limiar de deteção de odor individual estimado

YITE - Média do limiar de deteção de odor individual estimado

Após a seleção do painel de odor, foi determinada a concentração de odor pelos assessores, por intermédio da apresentação intermitente, entre ar isento de odor e várias diluições de amostras odorosas diluídas com ar inodoro, a cada individuo permitindo que estes indiquem a presença ou ausência de odor.

Para a determinação da concentração ser válida, esta deve seguir certos requisitos definidos no Anexo F.2 da norma europeia EN 13725:2003, tais como ser desempenhada por pelo menos 4 membros, ao longo de pelo menos 3 rondas, nas quais o desvio de cada resultado individual (de cada membro) em relação à média de resultados do painel (ΔZ) deve estar compreendido entre $-5 \leq \Delta Z \leq 5$ e cada elemento do painel apenas pode afirmar a presença de odor em amostras isentas de odor em apenas 20% das suas respostas (CEN, 2003). Caso o valor de ΔZ para um membro do painel esteja fora deste intervalo, os resultados deste elemento do painel devem ser excluídos e a análise da amostra de odor em causa deve ser repetida até que cumpra este requisito. Posteriormente, a concentração de odor (ou_E/m^3) é calculada através da determinação da média geométrica dos limiares de deteção de odor dos vários elementos do painel.

4.6. Mapeamento da dispersão de odores na região de Sines

De modo a obter-se uma visão geral do impacto de cada fonte emissora de odores, deve realizar-se um mapeamento da dispersão de odores. Para tal, recorreu-se a métodos de monitorização e modelação da dispersão de odor. A realização dessa monitorização baseou-se em métodos descritos em normas; na região de Sines foi utilizada a norma europeia EN 16841-2:2016 - Ambient air - Determination of odour in ambient air by using field inspection - Part 2: Plume method, de modo a determinar o penacho de odor proveniente das principais fontes emissoras de odores. Por outro lado, a modelação baseou-se na aplicação do modelo Austal 2000G.

4.6.1. Monitorização de odores na região de Sines

Neste subcapítulo apresenta-se descrito a monitorização de odores desempenhada em Sines que teve como base o documento elaborado por IDAD (2017c).

Nos casos em que se pretende avaliar o impacto das fontes de odor numa dada região, mas em que a fonte emissora não está devidamente caracterizada ou não existe a possibilidade de realizar a medição de todas as emissões, deve-se seguir as orientações da norma europeia EN 16841-2:2016 – Ar Ambiente – Determinação do odor no ar ambiente por inspeção de campo – Parte 2: Método do Penacho, pois esta apresenta uma metodologia para determinar a extensão de penachos de odor.

A determinação da pluma de odor recorre a medições no campo através do olfato humano de assessores qualificados, que se baseiam no parâmetro de medição correspondente à perceção de odores representativa do limiar de reconhecimento do odor. Devido às características topográficas e à distribuição da ocupação do solo na região de Sines, foi aplicado o método dinâmico para determinar a extensão dos penachos de odor.

Como descrito na norma EN 16841-2:2016, no método dinâmico, um ciclo de medição precisa de ser realizado por pelo menos 2 assessores, para que a determinação do penacho seja validada. Tal como representado na figura 25, os membros do painel devem entrar e sair do penacho num padrão de zig-zag, de modo a evitar a adaptação ao odor sob investigação. Ao longo da realização das medições dos penachos em Sines, cada penacho foi repetidamente cruzado a diferentes distâncias da fonte, de modo a cobrir toda a sua extensão.

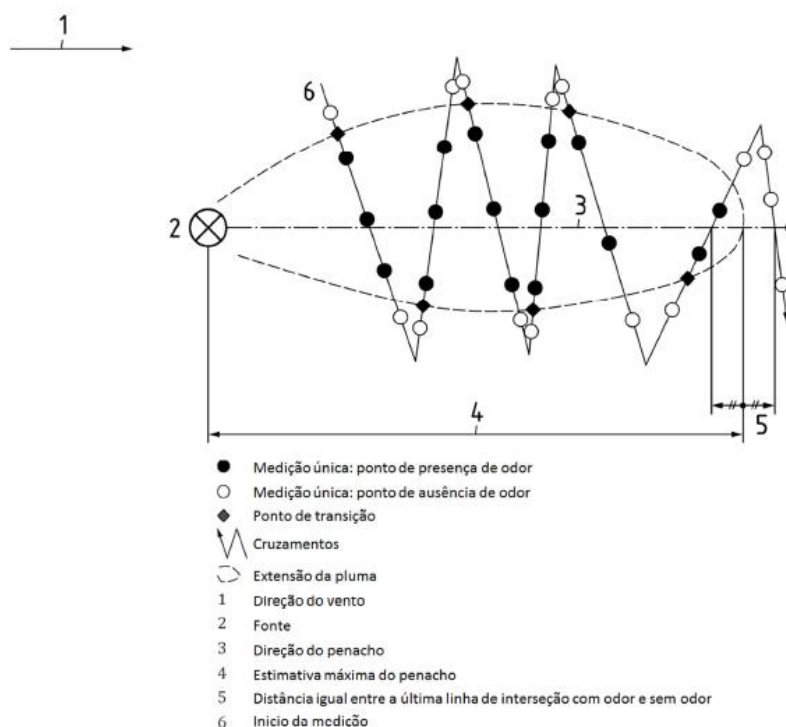


Figura 25: Determinação do penacho de odores: método dinâmico.

Fonte: IDAD (2017c). Adaptado de EN 16841-2 - 2016 - Ambient air - Determination of odor in ambient air by using field inspection - Part 2: Plume method.

Cada ponto de medição foi identificado num mapa topográfico e num sistema GPS portátil. Para cada ponto de medição registou-se a presença/ ausência de odor sob investigação e o momento em que ocorreu. Ao longo das medições dos penachos também se procedeu ao registo das condições meteorológicas (velocidade e direção do vento) e da presença ou ausência de outros tipos de odores.

Contudo, em algumas situações, existem limitações geográficas, tal como vedações, indústrias, propriedades privadas, vias rodoviárias e *pipelines*, que impossibilitam o acesso a algumas partes do território ou que por vezes, influenciam o desenvolvimento do trabalho de campo inviabilizando assim a aplicação direta deste método.

Segundo a norma EN 16841-2:2016, nas situações em que o ponto de medição se encontre num local inacessível, a medição deve ser realizada no local mais próximo quando estritamente necessário, por forma a assegurar a fiabilidade dos resultados.

Durante a realização do estudo de avaliação da incomodidade dos odores na região de Sines, as medições dos penachos de odor foi desempenhada para todas as estações do ano, sendo constituída por 12 ciclos de medição (10 diurnos e 2 noturnos) (IDAD, 2018).

Na norma EN 16841-2:2016 estão descritos duas metodologias usadas para delimitar os penachos de odor (método estático e método dinâmico). Apesar de neste caso de estudo não ter sido aplicado o método estático.

As medições dos penachos de odor foram desempenhadas por assessores qualificados, representativos da população para constituírem o painel de avaliação de odores, tendo sido escolhidos apenas dois assessores experientes para fazerem medições simultaneamente (IDAD, 2017d). O procedimento de seleção dos membros do painel para determinar os penachos de odor foi realizado de acordo com os critérios estabelecidos na norma europeia EN 13725:2003.

A seleção dos membros do painel foi realizada tal como descrito no subcapítulo (4.5) do presente relatório. No Quadro 1 apresenta-se o resumo dos testes realizados à sensibilidade olfativa dos candidatos a membros do painel.

Quadro 1: Características do painel selecionado.

ID	Idade	Sexo	Fumador	Data da Calibração	Teste	
					10^{SITE}	10^{YTE}
					$\leq 2,3$	$0,020 \leq 10^{YTE} \leq 0,080$
1	52	F	Não	05/07/2017	2,0	0,037
2	43	M	Não	06/07/2017	1,5	0,078

$SITE$ – Desvio padrão do limiar de deteção de odor individual estimado;

YTE – Média do limiar de deteção de odor individual estimado

Fonte: IDAD (2017d).

Segundo IDAD (2017d), os resultados da monitorização de odores no campo são tipicamente usados para determinar uma extensão plausível da potencial exposição a odores e as medições dos penachos apenas são representativas do período de medição, no entanto, para estender a avaliação a um ano, deve recorrer-se à modelação.

4.6.2. Modelação na região de Sines para simular a dispersão de odores

A descrição da modelação aplicada na região de Sines baseou-se no relatório elaborado por IDAD (2017e). A modelação de odores utilizada neste estudo contemplou a aplicação de um modelo de dispersão, capaz de elaborar mapas de distribuição da frequência de odores ao longo de um ano. No entanto, a sua aplicação descreve apenas uma aproximação da real incomodidade de odores, uma vez que os modelos de dispersão normalmente sobrestimam as concentrações de odor. Para se poder avaliar o incómodo em Sines de forma mais realista, devem comparar-se os resultados da modelação com os penachos de odor medidos nas campanhas de monitorização, descritas no subcapítulo anterior.

Durante a aplicação deste modelo teve-se em consideração vários parâmetros, tais como, dados sobre a emissão, a estabilidade atmosférica, a topografia, a meteorologia entre outros fatores.

Para tal, procedeu-se à determinação da emissão das fontes de odor e à caracterização climática da região. A análise meteorológica da região foi realizada através de duas abordagens

distintas: a obtenção de parâmetros meteorológicos e a caracterização das condições de dispersão (IDAD, 2018) .

Durante a determinação da emissão de odores teve-se em conta que as emissões medidas não são constantes e variam consoante as condições meteorológicas (ex.: temperatura, humidade, ...), portanto o caudal de emissão foi determinado através da consideração de uma temperatura média anual e certos fatores de emissão descritos na literatura.

A simulação da dispersão de odores na região de Sines foi executada através do modelo Austal 2000G. Este modelo baseia-se numa abordagem lagrangeana e permite determinar a frequência de exposição a odores num dado local (expressa em termos de percentagem de horas de incumprimento permitidas ao longo de um ano). Os resultados do modelo podem ser comparados com legislação que impõe limites de exposição aos odores definidos em termos de percentagem de horas de incumprimento permitida ao longo de um ano (IDAD, 2010).

Um exemplo de valores limite de exposição que podem ser comparados com os resultados deste modelo está descrito na legislação Alemã (IDAD, 2018):

- 10% de horas num ano para zonas residenciais e mistas, ou seja, a perceção de odores não deve ser superior a 10% do total das horas de um ano (876 horas em 8760 horas do ano).
- 15% de horas num ano para zonas industriais, ou seja, a perceção de odores não deve ser superior a 15% do total das horas de um ano (1314 horas nas mesmas 8760 horas do ano).

Como os resultados da execução do modelo não são expressos em concentração, é de relevante importância descrever o método de conversão usado para obter a frequência de exposição a odores. O modelo assume que o percentil 90 da concentração instantânea de odor é obtido pela multiplicação da concentração média horária por um fator de conversão 4 (Janicke & Janicke, 2007). Caso a concentração de odor média horária seja superior a $0,25 \text{ ou}_E/\text{m}^3$, a hora será considerada uma “hora de odor”, uma vez que o percentil 90 é de $1 \text{ ou}_E/\text{m}^3$ (Mendes, 2012). Segundo Mendes (2012), a frequência é expressa em percentagem, sendo esta obtida pela fração entre as horas de odor (horas em que existe mais do que 6 minutos de incumprimento) e o número total de horas simuladas.

4.7. Comunicação com a população e desenvolvimento da plataforma de comunicação *on-line*

Neste subcapítulo serão descritas as etapas realizadas para o desenvolvimento de uma plataforma de comunicação *on-line* denominada QCumber people e são resumidas as reuniões de trabalho realizadas com os representantes das unidades industriais com o objetivo de melhorar o inventário de emissões de odores através do questionamento sobre a existência de outras fontes de odor para além das já identificadas e das medidas de minimização das emissões e da dispersão de odores que foram aplicadas ou que se pretendem implementar.

4.7.1. Desenvolvimento da plataforma de comunicação *on-line*

De acordo com Barrios O'Neill *et al* (2016), Fredericks *et al* (2013) e Gelderman *et al* (2013), a utilização da *internet* como uma ferramenta de participação nos processos de avaliação de impacto (AI) tem crescido desde o seu surgimento, pois ao nível internacional os decisores políticos têm adotado este instrumento para disseminar eletronicamente os documentos de AI e outras informações de um determinado projeto (citado por Sinclair *et al.* , 2017). Estas técnicas também são utilizadas para promover a colaboração, partilha e discussão crítica entre os vários atores sociais envolvidos, uma vez que são passos relevantes para a avaliação de impacto (Sinclair *et al.* , 2016).

Normalmente recorre-se a plataformas eletrónicas para partilhar informação e garantir que o público tenha acesso atempado a informação relevante para participar no processo de tomada de decisão, já que o uso de tecnologias de informação e comunicação (TICs) aumentam a clareza dos assuntos discutidos pois ajudam as pessoas a contextualizar as informações (Geldermann e Rentz, 2003; Odparlik e Köppel, 2013). Segundo Evans-Cowley (2010), Kleinhans (2015) e IAIA Session Discussion (2016), a utilização de plataformas eletrónicas serve para educar e informar os seus utilizadores. Atualmente, o principal desafio das entidades gestoras e dos técnicos que as desenvolvem consiste em arranjar formas inovadoras de utilização pelo público, de maneira a envolver a população numa participação significativa e eficaz (citado por Sinclair *et al.* , 2017).

Dado que uma avaliação eficaz da incomodidade dos odores passa pela partilha de informação de modo recíproco entre as indústrias, os cidadãos e as entidades reguladoras, é importante que existam novas formas de interação entre as várias partes envolvidas. Para tal, uma das formas de promover uma participação pública rápida e dinâmica, capaz de otimizar e agilizar o processo de gestão, ao envolver a população afetada e outros atores sociais, consiste na

utilização de plataformas de comunicação *on-line*, como por exemplo, o “QCumber people”. Esta ferramenta geo-social apresenta muitas funcionalidades que permitem a partilha de experiências e conhecimentos entre os vários atores sociais de um dado território, possibilitando a implementação de medidas de gestão sustentável na área envolvente. Esta plataforma apresenta vários indicadores, que podem ser indicados num mapa, tal como representado na tabela 8.

Tabela 8: Descrição das várias funcionalidades do “QCumber people”

FUNCIONALIDADES	DESCRIÇÃO
Qpost vermelho	Indicar no mapa qualquer problema ambiental ou inconveniente (ex.: resíduos abandonados, ...)
Qpost verde	Indicar no mapa locais ou eventos que devem ser protegidos
Qpost amarelo	Partilhar notícias relacionadas com a área em causa
Qpost cinzento	Partilhar <i>links</i> ou documentos relacionados com a área em causa
Qalerts de odor	Divulgar problemas de odor no mapa, especificando o momento da ocorrência e o nível de intensidade

Tal como se pode verificar nas figuras 26 e 27, esta ferramenta possui também uma base de dados geográfica, na qual se pode selecionar e visualizar no *google maps*, a dimensão e localização de emissores (ex.: pedreiras, aterros, ETARs, ...) e vulnerabilidades (ex.: áreas protegidas nacionais, áreas urbanas, ...).

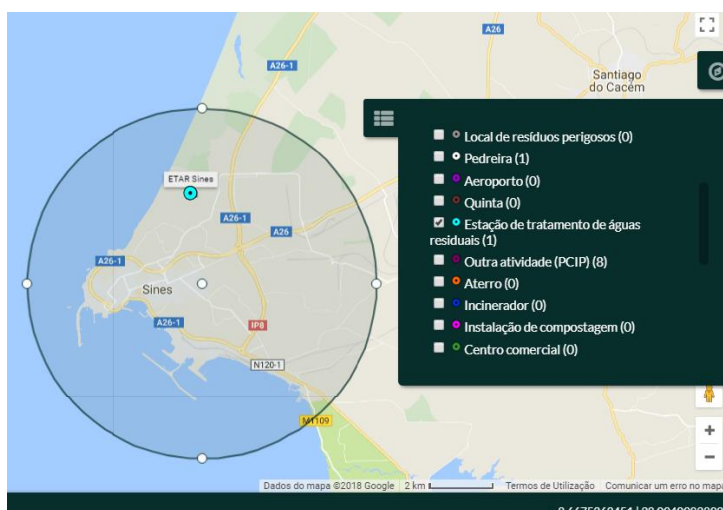


Figura 26: Representação de um emissor no mapa do “QCumber people”.

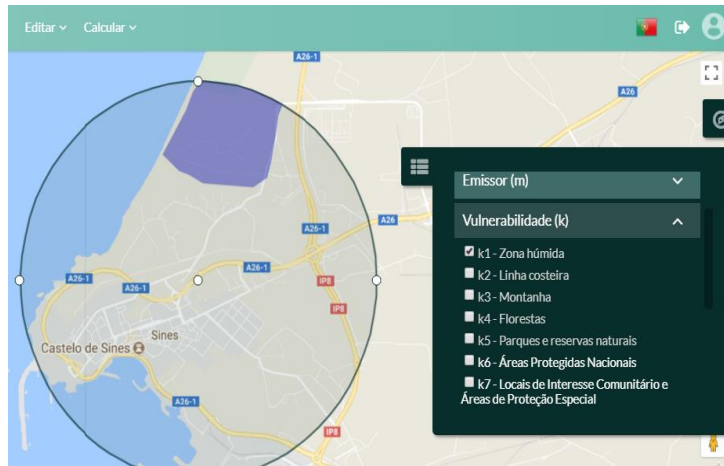


Figura 27: Ilustração de uma vulnerabilidade no mapa do “QCumber people”.

Para o caso de estudo de Sines, o uso desta plataforma é muito importante, pois promove a divulgação de informação relevante para a avaliação e gestão da incomodidade dos odores na região de Sines, possibilitando aos utilizadores da plataforma a inserção no *google maps* de um indicador designado “Qalert de odor”. Neste indicador pode ser introduzida, em tempo real, informação sobre a descrição do episódio de odor, a intensidade do odor e o intervalo de tempo da perceção. Após a indicação do “Qalert de odor” no *google maps*, a informação pode ser partilhada com todos os utilizadores do “QCumber people” que estejam interessados na resolução da problemática dos odores no município de Sines, obtendo-se um mapa representativo da localização dos pontos de perceção dos episódios de odor, tal como, ilustrado na figura 28.

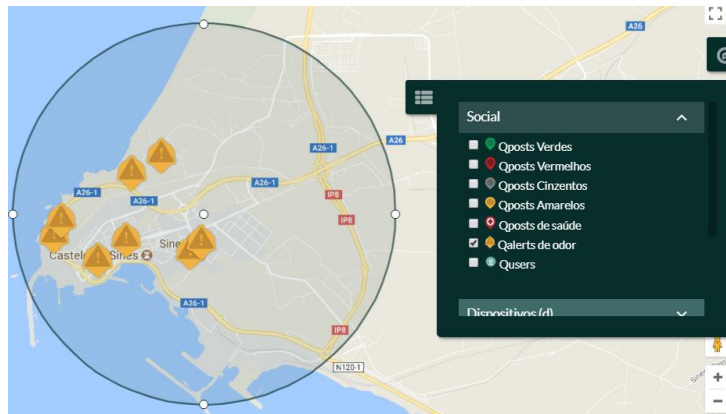


Figura 28: Representação espacial dos “Qalert de odor” na região de Sines.

Deste modo esta plataforma possibilita a concretização de uma avaliação mais detalhada da incomodidade dos odores nomeadamente em termos de frequência, duração, intensidade e localização dos episódios de odor. Para além de permitir avaliar melhor esta problemática, o “QCumber people” também é capaz de minimizar a ocorrência de situações de incomodidade sentidas pela população, pois ao permitir a partilha de informação entre os vários atores sociais pode levar a uma redução significativa do incómodo. Por exemplo, no caso das

empresas avisarem previamente a população sobre a realização de operações que poderão causar incómodo nos recetores sensíveis instalados na área envolvente da fonte de odor, a incomodidade sentida pelos indivíduos expostos poderá ser atenuada, dado que ao serem alertados, possuirão conhecimento do que se trata e por isso, tanto a ansiedade como o consequente desconforto sentido será menor. Esta divulgação também permitirá a adoção atempada de medidas (ex.: fechar janelas, ...) pela população que poderá ser potencialmente afetada, levando à minimização da perceção dos odores.

Durante o estágio procedeu-se à adaptação do “QCumber people” para Portugal, visto que esta é uma plataforma de comunicação que permite a recolha e divulgação de informação ambiental (nomeadamente sobre os odores) relevante da área em estudo.

A adaptação desta ferramenta consistiu na pesquisa de informação geográfica e na tradução de alguns termos do inglês para português. Nesta fase foi recolhida informação geográfica que se adequasse a cada um dos “emissores” (ex.: pedreiras, aterros, ETARs, ...) e de certas “vulnerabilidades” (ex.: áreas protegidas nacionais, ...), sendo posteriormente organizada em *Excel* consoante o tipo de atividade (ex.: Atividade PCIP, atividade não PCIP, pedreiras, indústria química, etc) e vulnerabilidades. A pesquisa desta informação teve como base o *site* do Sniamb e do Instituto da Conservação da Natureza e das Florestas (ICNF).

A tradução do “Qcumber people” foi realizada para computador e para smartphone, sendo que para smartphone foram traduzidas duas versões, uma para cada sistema operativo (iOS e Android) recorrendo ao Notepad ++. A tradução do “Qcumber people” para computador foi efetuada mediante o programa Poedit. No entanto, de acordo com Dietz e Stern (2008) deve ter-se em consideração que apesar da utilização de plataformas de comunicação *on-line* apresentar muitas vantagens em termos de envolvimento do público, esta apenas será eficaz em casos específicos, ou seja, em situações na qual a maioria da população tem acesso à Internet e capacidade de utilizar a tecnologia (como citado por Sinclair *et al.*, 2017). Como a maioria da população de Sines não apresenta estas limitações pensa-se que a aplicação destas ferramentas de comunicação terá um alto nível de adesão neste município.

4.7.2. Reuniões com a COMSINES

No decorrer do estágio foram realizadas 2 reuniões com alguns elementos da COMSINES. Na primeira reunião procedeu-se à apresentação do “QCumber people” aos elementos do grupo e na segunda realizou-se um questionário aos membros da COMSINES representantes de cada empresa que fazem parte deste grupo. Cada reunião tinha diferentes objetivos; a primeira reunião tinha como finalidade a divulgação e a adoção da plataforma *on-line* QCumber pela

COMSINES. Por outro lado, a segunda teve como finalidade a recolha de informação acerca da opinião dos membros da COMSINES sobre o trabalho efetuado até ao momento, conhecer melhor a região quanto à existência de outras fontes emissoras para além das incluídas no estudo e obter conhecimento sobre a implementação de medidas mitigadoras do impacto de odor no município de Sines. Esta recolha de informação foi fulcral para obter-se uma visão geral do contexto da área em estudo e para a identificação de melhorias a promover no desenrolar do estudo.

4.7.2.1. Reunião sobre a apresentação da plataforma *on-line*

Inicialmente, tinha-se como objetivo, uma monitorização da dispersão dos odores mais detalhada na região de Sines, que seria realizada através da utilização da plataforma de comunicação *on-line*, “QCumber people”. A divulgação desta plataforma de comunicação *on-line* ao grupo COMSINES, estava agendada para o mês de Agosto de 2017, no entanto só foi possível ser realizada no dia 21/02/2018, uma vez que houve indisponibilidade deste grupo de trabalho da COMSINES. Caso, esta plataforma de comunicação *on-line* fosse divulgada mais antecipadamente, seria possível obter resultados sobre a dispersão dos odores na região provenientes dos “Qalerts de odor”, que poderiam ser comparados com os dados das medições do penacho de odor no campo e com os resultados da modelação. Esta comparação dos resultados obtidos pelos três métodos de avaliação permitiria retirar conclusões mais aprofundadas sobre o impacte dos odores na região de Sines.

O facto de só ser possível apresentar o “QCumber people” à COMSINES quase no final do projeto inviabilizou a aplicação desta plataforma neste estudo, sendo impossível recolher resultados para efetuar a comparação pretendida inicialmente. Sendo assim, esta ferramenta só poderá ser utilizada em estudos futuros sobre avaliação e gestão da incomodidade dos odores no município de Sines.

Após a apresentação do “QCumber people” à COMSINES, houve uma sessão de esclarecimento de dúvidas sobre o uso desta plataforma de comunicação. No decorrer desta sessão, verificou-se que inicialmente, alguns elementos da COMSINES tinham certos receios sobre a divulgação desta ferramenta à população de Sines. Receavam que a aplicação da plataforma os identificasse como os principais causadores da incomodidade de odores na região. Outra preocupação estava relacionada com o aumento do número de reclamações (“Qalert de odor”) para níveis demasiado elevados que impossibilitassem o fornecimento de uma resposta adequada a curto-prazo capaz de atenuar o impacto de odor nos recetores, podendo levar a uma futura diminuição da adesão a esta ferramenta eletrónica. Por outro lado, outros

membros da COMSINES receavam que o “QCumber people” não tivesse muita adesão pela população, devido à sua dificuldade em perceber a vantagem da utilização desta ferramenta quando comparada com as reclamações convencionais emitidas às entidades gestoras.

No final desta reunião, os elementos da COMSINES acordaram que se deveria utilizar apenas os “Qalert de odor”. A utilização dos outros indicadores do “QCumber people” (ex.: Qpost verde,...) não foi aprovada pelos membros da COMSINES, devido ao seu receio de que a população não compreendesse a verdadeira funcionalidade de cada Qpost, e que, conseqüentemente, a sua implementação provocasse o uso indevido pelos residentes do município. De acordo com alguns elementos desta associação, este uso inapropriada poderia levar ao aumento do número de queixas, podendo causar uma confusão no mapa e impossibilitar uma resposta atempada e adequada a todos os munícipes.

De modo a atenuar a insegurança da divulgação do “QCumber people” por parte da COMSINES à população Sineense, foi discutida a principal vantagem desta plataforma que diferencia o seu uso da comunicação convencional de uma queixa às entidades gestoras em termos de avaliação e gestão da incomodidade de odores. Durante a reunião foi anunciado que a funcionalidade “Qalert de odor” permite a divulgação da reclamação de odor não apenas às entidades gestoras, mas também possibilita a partilha desta informação aos restantes cidadãos utilizadores do “QCumber people”. Permite visualizar no mapa, a frequência, a duração, a localização do episódio de odor e os indivíduos afetados. Sendo assim, obtém-se uma compreensão mais aprofundada sobre o impacto dos odores no município de Sines, não só pelos gestores da região, mas também por todos os utilizadores da plataforma.

Durante esta reunião foi anunciado pelos membros da COMSINES que existiam outras fontes emissoras de odores que, apesar de não se localizarem no município de Sines, afetam este concelho, tal como, a Portucel (localizada em Setúbal) e os lagares de azeite dispersos por outros municípios pertencentes à província do Alentejo.

4.7.2.2. Reuniões realizadas para recolher informação relevante para o estudo

No decorrer do estágio foi realizada uma sequência de reuniões, que teve como principais objetivos a recolha de informação sobre a opinião dos membros da COMSINES acerca do trabalho efetuado até ao momento, aferir a existência de outras fontes de odor internas e externas às empresas relevantes para o estudo, identificar alterações processuais futuras/ realizadas e investimentos que minimizem o nível de emissão de odores. Na tabela 9 encontram-se representadas as respostas dos representantes de cada empresa pertencente a

este grupo de trabalho da COMSINES sobre os principais tópicos abordados durante esta reunião.

Tabela 9: Representação das respostas dos representantes das empresas que fazem parte do caso de estudo sobre os principais tópicos abordados na reunião.

<u>Empresa</u>	<u>Avaliação dos resultados obtidos até ao momento</u>	<u>Fontes de odor não incluídas no estudo externas à Empresa</u>	<u>Principais fontes de odores internas à Empresa</u>	<u>Alterações processuais futuras com influência ao nível das emissões ou da dispersão de odores</u>
Refinaria Galp, S.A.	Boa perceção da dimensão do problema	-	Flare, Tanques e bacias de pré-tratamento de efluentes (OPVs)	Cobertura dos OPVs e tanques Aplicação de tetos flutuantes nos tanques escuros Aplicação de agentes neutralizantes nos tanques descobertos
ETAR de ribeira de Moinhos – ADSA	Resultados concordantes com a realidade	Pilhas de carvão da EDP EuroResinas, S.A	Caixa de reunião da Barbuda Estação Elevatória (perto da Repsol Polímeros, S.A.)	Eliminação da caixa de reunião da Barbuda Reflorestação do perímetro ao redor da ETAR Implementação de um sistema de desodorização
APS, S.A.	Resultados espectáveis	Terminal de gás natural Central termoelétrica de Sines (pilhas de carvão)	Parque de Carvão Navios petrolíferos Parque das Bancas	Expansão do Porto de Sines Projeto de monitorização da qualidade do ar (incluindo odores)
Ecoslops Portugal, S.A.	-	Lagares de Azeite Portucel, S.A.	Mini-refinaria B2R ETAR	Coincinação dos gases não condensáveis provenientes da mini-refinaria B2R Instalação de biofiltros ou de lavadores húmidos na ETAR
iberCoal, Lda	-	Parque de carvão	Pilha de Carvão da iberCoal, Lda	-
Repsol Polímeros, S.A	-	-	-	-

Como se pode observar pela análise da tabela 9, de modo geral, as empresas incluídas no estudo demonstraram-se satisfeitos com os resultados obtidos até ao momento, à exceção da Repsol Polímeros, S.A que não compareceu à reunião e excluindo a Ecoslops Portugal, S.A. e a iberCoal, Lda que não puderam verificar os relatórios que descreviam o trabalho realizado.

Relativamente às fontes de odores não incluídas neste estudo, que causam impacto de odor na região de Sines, os representantes das empresas identificam o parque de carvão, a Euroresinas, o Terminal de gás natural, os lagares de Azeite, a Portucel, a Central termoelétrica de Sines (pilhas de carvão).

A refinaria Galp referiu que as principais fontes de odor internas à empresa são a flare, os tanques e as bacias de pré-tratamento de efluentes (OPVs). Portanto, para minimizar a emissão de odores provenientes destas instalações, esta organização pretende implementar

algumas medidas de controlo da emissão de odores, tal como a aplicação de tetos flutuantes ou agentes neutralizantes nos tanques, bem como a cobertura dos OPVs e de outros reservatórios.

Em relação aos projetos futuros de minimização da emissão e da dispersão de odores, a ETAR de Ribeira de Moinhos pretende implementar um sistema de desodorização de odores, reflorestar o perímetro ao redor da ETAR (propriedade da AdSA), eliminar a caixa de reunião da Barbuda e a estação elevatória situada perto da Repsol, uma vez que estas são as principais fontes da ETAR.

Relativamente à Administração do Porto de Sines (APS), as suas principais fontes de odor são o parque de carvão, o parque das bancas, o terminal de gás natural e os navios petrolíferos. No futuro, esta entidade implementará medidas que terão influência na emissão de odores, tais como a expansão do porto de Sines e a execução de um projeto de monitorização da qualidade do ar (inclui odores).

Por fim, a Ecoslops referiu que serão implementadas algumas alterações processuais capazes de minimizar a emissão de odores nas principais fontes de odor da instalação. Essas modificações consistem na aplicação de biofiltros ou de lavadores húmidos nalgumas unidades de tratamento de águas residuais presentes na ETAR e a implantação de um sistema de coincineração dos gases não condensáveis emitidos pela mini refinaria B2R.

4.8. Recomendação de medidas mitigadoras

Neste subcapítulo estão descritas algumas medidas mitigadoras e uma estratégia de gestão de odores para a resolução desta problemática elaboradas por IDAD (2018).

Ao longo deste estudo verificou-se que a incomodidade dos odores é sentida não apenas no município de Sines, mas também afeta outros concelhos vizinhos, portanto a sua gestão além de envolver entidades reguladoras ao nível municipal, deve ter em conta outras organizações ao nível regional. Como esta problemática é sentida num contexto muito amplo, a sua resolução deverá envolver a participação de todos os grupos sociais. Sendo assim, a gestão dos odores em Sines deve ser subdividida em 5 níveis: Nacional (APA), Regional (CCDR – Alentejo e Comunidade Intermunicipal do Alentejo Litoral), Local (COMSINES, Câmara Municipal de Sines e AICEP), industrial (APS, Ecoslops, GALP, Repsol, AdSA, outras) e cidadãos.

O conjunto dos níveis local, industrial e cidadãos constituem a dimensão operacional da estratégia de gestão de odores. De salientar que as entidades que representam o nível local

também têm um papel regulador. Além disso, existe um conjunto de outros atores sociais que abrangem uma dimensão reguladora: os níveis Regional e Nacional.

Ao nível local, a COMSINES terá a função de promover a dinamização do processo de gestão, atuando como ponto de negociação entre os vários intervenientes e de conexão da estratégia de gestão de odores. A Câmara Municipal de Sines deverá aplicar regras de ocupação do solo e ter uma relação direta com os municípios (ex.: resposta às queixas, ...), visando a resolução desta problemática. A AICEP Global Parques, entidade gestora da zona industrial e logística de Sines (ZILS) poderá implementar e gerir um sistema de monitorização da qualidade do ar ambiente que inclua os odores.

À escala regional apresentam-se 2 instituições: a CIMAL – Comunidade Intermunicipal do Alentejo Litoral e a Comissão Coordenadora de Desenvolvimento Regional (CCDR) - Alentejo.

A CIMAL é uma organização constituída por vários municípios do Alentejo que apresenta certos objetivos, tais como, a melhoria das condições de vida, a salvaguarda de recursos ambientais e o desenvolvimento do turismo, portanto é de relevante importância a resolução desta problemática de modo a alcançar estas metas. Devido ao facto da incomodidade dos odores atingir dimensões intermunicipais, a gestão dos odores também pode ser desempenhada com o auxílio da CIMAL. Esta organização pode contribuir através do financiamento necessário à gestão deste problema. Por outro lado, a CCDR – Alentejo poderia auxiliar a avaliar a incomodidade dos odores na região mediante a aferição de níveis de odor ou de odorantes e a sua potencial toxicidade, uma vez que tem experiência na gestão e operação de estações da rede de monitorização da qualidade do ar.

Ao nível nacional, a APA – Agência Portuguesa do Ambiente poderá ter um papel fundamental na definição de procedimentos de avaliação de impacto ambiental e de métodos de gestão da qualidade do ar através da elaboração de normas ou leis para a gestão de odores.

No entanto, deve-se salientar que esta estratégia de gestão de odores deve ser realizada através de um compromisso de longo prazo entre os vários grupos sociais.

Para além desta estratégia de gestão de odores, neste subcapítulo também estão descritas certas medidas mitigadoras, tais como, os planos de gestão de odor (PGO), o envolvimento de todos os grupos sociais e a implementação das melhores técnicas disponíveis (MTDs) para gerir esta problemática.

À semelhança do que acontece noutros países, uma das medidas que pode ser implementada na região de Sines consiste na obrigatoriedade de todas as empresas responsáveis pela emissão de odores elaborarem planos de gestão de odor (PGO) que deverão ser revistos regularmente por entidades específicas (ex.: agências ambientais, governo, etc) para posterior aprovação.

As empresas também poderão reduzir o seu impacto de odor através da aplicação das melhores técnicas disponíveis (MTDs) descritas nos documentos elaborados pela Comissão Europeia, denominados BREFs (“Best Reference Documents”). Apesar de existirem documentos de referência que definem as melhores tecnologias que devem ser utilizadas para controlo da poluição atmosférica num determinado tipo de instalação, as empresas deverão investigar caso a caso quais são as medidas mitigadoras mais adequadas para cada unidade industrial, através da elaboração e atualização de um estado da arte sobre os equipamentos de controlo de odores, as melhores práticas de gestão em termos de manutenção e limpeza que devem ser implementadas nas diferentes instalações.

Uma das medidas mitigadoras que poderá trazer benefícios a cada um dos grupos sociais (comunidade, reguladores e operadores) consiste no envolvimento de todas as partes interessadas na resolução desta problemática (comunidade, regulador e operador) através de mecanismos de comunicação (ex.: plataformas de comunicação *on-line*, etc). Além disso, as entidades reguladoras deverão cooperar entre si de modo a implementar legislação capaz de auxiliar na gestão da incomodidade dos odores.

A utilização da plataforma de comunicação *on-line* (“QCumber people”) em Sines permite uma interação social entre a população e o governo local, sendo capaz de auxiliar as entidades gestoras a avaliar e a minimizar o incómodo, através do *feedback* dos utilizadores desta ferramenta. Tanto as queixas a curto-prazo como a longo prazo, efetuadas pela população afetada por intermédio da plataforma de comunicação *on-line* (“QCumber people”) e através de reclamações convencionais comunicadas à Câmara Municipal de Sines deverão ser registadas de maneira a obter-se um resumo cronológico das queixas de odor para posteriormente permitir a visualização de mudanças sazonais ou horárias da exposição a odores. Este registo possibilitará a comparação da frequência, duração, intensidade e localização dos episódios de odor com outros fatores que tenham despoletado essas alterações (ex.: modificações na estrutura das instalações ou na meteorologia,...).

Por outro lado, a utilização do “QCumber people” também possibilitará uma maior interação entre as empresas e os cidadãos capaz de proporcionar uma diminuição da incomodidade dos odores pela população (redução da ansiedade), uma vez que os técnicos das instalações emissoras podem divulgar através desta plataforma de comunicação *on-line*, os períodos em que serão realizadas atividades que apresentam maior propensão para a emissão de odores.

Além disso, os governantes locais poderão envolver o público e outras partes interessadas para darem o seu contributo na resolução dos problemas de odor, pois a comunicação entre todos os intervenientes sociais é fulcral para o desenvolvimento de medidas capazes de minimizar a incomodidade de odores na região de Sines.

5. Conclusão

Com base na análise do trabalho realizado pelo IDAD e o estado da arte elaborado sobre gestão da incomodidade de odores, verifica-se que os membros deste instituto realizaram a monitorização de odores e a determinação da concentração de odores mediante métodos sensoriais, pois são os mais fidedignos para realizar a avaliação da incomodidade. Ao longo deste estudo, poderiam também ter sido aplicados outros métodos para comparar posteriormente os resultados obtidos através das várias ferramentas utilizadas, nomeadamente técnicas analíticas para medir certas substâncias odorantes emitidas pelas instalações emissoras e métodos sensório-instrumentais (“Narizes eletrónicos”) para monitorizar, em tempo real, os odores no ar ambiente e para determinar a concentração de odorantes na envolvente das fontes. O modelo de dispersão utilizado permite avaliar a incomodidade de odores em termos do cumprimento da frequência, no entanto também seria interessante simular a dispersão das concentrações de odor no ar ambiente.

No decorrer deste estudo, durante a realização da monitorização dos odores em ar ambiente, para além de se recorrer ao método do penacho, também poderia ter sido utilizado o método da grelha (descrito na norma EN 16841 - Parte 1), uma vez que este último permite determinar a frequência de exposição a odores, possibilitando assim, uma comparação mais adequada com os resultados do modelo de dispersão atmosférica utilizado (AUSTAL 2000G). Outra metodologia de avaliação da incomodidade dos odores que também poderia ter sido utilizada na estimativa da exposição a odores consiste nos testes *sniff*, uma vez que estes permitem recolher informação sobre a intensidade, a qualidade, a frequência, a duração e a ofensividade dos episódios de odor.

Para além da recomendação de medidas de mitigação descritas no subcapítulo (4.8.) deve-se salientar outras propostas adicionais que proporcionarão uma gestão dos odores mais eficaz na região de Sines.

Uma dessas propostas consiste no desenvolvimento de um programa de gestão de odores que incorporasse vários sistemas regulamentares, tais como a definição de limites de concentração de odor permitidos por lei (critério sobre as concentrações de odor e de odorantes no ar ambiente), distâncias mínimas de separação, escalas de intensidade de odor, índices de odor, frequência de exposição a odores, critérios sobre reclamações, tecnologia (obrigatoriedade de aplicação de tecnologia e medidas adequadas) e a imposição de limites de emissão de odores (critério quantitativo de emissões).

As escalas de intensidade de odor são um ferramenta de avaliação e gestão desta problemática que pode ser aplicada neste município, uma vez que são muito úteis na recolha de evidências que comprovam a presença e ou ausência de um problema de odor num determinado local, determinando assim, se é justificável fazer alguma intervenção para minimizar o impacto de odor.

Mesmo que futuramente existam garantias da implementação de tecnologias e práticas de gestão de odor pelas atividades emissoras, deve ter-se em conta que a qualquer momento podem ocorrer emissões de odores involuntárias pelas fontes emissoras, normalmente decorrentes de falhas do equipamento e de condições meteorológicas atípicas. Sendo assim, é importante que sejam implementados critérios específicos que regulamentem a localização de novas instalações ou a ampliação das infraestruturas já existentes, através da definição de distâncias mínimas de separação fixas ou variáveis que deverão ser determinadas mediante a consideração de equações descritas na literatura e de diversos fatores (ex.: fator de produção, meteorologia, tipo de recetor, tipo de fonte emissora, ...) que têm influência na emissão e na dispersão de odor.

No caso de uma certa instalação já existente estar situada num local com uma distância de separação inadequada, deverão ser implementadas ações corretivas dentro ou fora da distância de separação, de modo a atenuar os possíveis efeitos externos (Environment Protection Authority Victoria, 2013). No exterior da instalação poderão ser aplicadas medidas de controlo da dispersão que consistem na construção de infraestruturas indutoras de turbulência na periferia da instalação emissora (ex.: barreiras físicas, cortinas arbóreas e quebra-ventos) capazes de promover a deposição de partículas odoríferas (ex.: poeiras,...), a adsorção e a absorção de odorantes, reduzindo desta forma o potencial incómodo entre as fontes e os recetores. Como no caso de Sines, já existem instalações emissoras instaladas no município, deve ter-se em conta a implementação dessas infraestruturas indutoras de turbulência.

Tendo em consideração a influência de alguns parâmetros meteorológicos na dispersão e na emissão de odores, a minimização do impacto de odor em Sines deve envolver uma cooperação entre as empresas emissoras, as autoridades reguladoras, a população envolvente das fontes emissoras e as entidades de monitorização e previsão da meteorologia, de modo a garantir atempadamente a tomada de decisões adequadas à região em causa. Portanto, durante a ocorrência de fatores meteorológicos que proporcionam um maior impacto de odores na população envolvente, devem ser adotados cuidados redobrados ao realizar operações e ao manusear certas substâncias ou materiais que possam emitir odores (Environment Agency of United Kingdom, 2011). Apesar das instalações implementarem as

melhores técnicas disponíveis e planos de gestão de odor, cada instalação deverá realizar operações que apresentam maior propensão de emissão de odores nos períodos do dia ou do ano em que existam condições meteorológicas favoráveis a uma menor emissão e a uma menor exposição de odores pela população. Para tal, cada empresa precisará de analisar as suas operações e relacioná-las com as condições meteorológicas que influenciam tanto a emissão como a dispersão de odores, obtendo deste modo informação sobre quais as atividades que podem causar maior impacto de odor. Como as condições de dispersão de odor em Sines no início e no final do dia são fracas durante estes períodos, verifica-se que existe uma maior exposição a odores, portanto, nestas situações, as operações com maior potencial de emissão de odores deverão ser evitadas ou executadas com cuidados redobrados. Futuramente, antes de qualquer intervenção, deverão ser implementadas linhas de atendimento às queixas, devendo estas ser geridas pela entidade gestora local ou por pessoal especializado na colocação de questões-chave definidas em normas ou regulamentos que visam avaliar a justificabilidade da execução de procedimentos de investigação de certos episódios de odor. A colocação de questões aos queixosos podem ser baseadas em documentos internacionais, tais como “Odour Guidance” elaborado por SEPA (2010).

Nos próximos estudos que forem realizados poderão ser aplicadas ferramentas qualitativas que efetuem avaliações do risco de odor das instalações existentes ou de novas infraestruturas.

Após e durante a implementação dos mecanismos de gestão da incomodidade dos odores descritos acima, futuramente deverão ser realizadas avaliações com uma certa regularidade. Sendo assim, a gestão de odores necessita de uma avaliação regular, ou em contínuo, dos níveis de odor e, portanto também será necessária a implementação de um sistema de avaliação adequado à legislação que for futuramente aplicada. Estes sistemas poderão basear-se na aplicação de métodos analíticos ou sensório-instrumentais que permitirão a monitorização em contínuo da emissão de certas substâncias odorantes. Também poderá ser utilizada modelação para avaliar o possível impacto (positivo ou negativo) de determinada prática ou tecnologia implementada ao nível da emissão ou da dispersão de odores.

Este estágio foi muito interessante, pois desenvolvi competências na área de Engenharia do Ambiente e obtive conhecimentos sobre a avaliação e a gestão da incomodidade dos odores ao nível internacional. No entanto, este estágio poderia ter sido mais interessante se tivesse aplicado o modelo Austal 2000G e o “QCumber people”, podendo contribuir melhor para a análise dos resultados destas duas ferramentas de avaliação.

Bibliografia

- Bockreis, A., Steinberg, I. (2005). Measurement of odour with focus on sampling techniques. *Waste Management*, 25(9), 859–863. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2005.07.013>
- Brancher, M., Griffiths, K. D., Franco, D., & de Melo Lisboa, H. (2017). A review of odour impact criteria in selected countries around the world. *Chemosphere*, 168, 1531–1570. <https://doi.org/10.1016/j.chemosphere.2016.11.160>
- Bull, M., Alun, M., Hall, D., Allison, G., Redmore, J., Pullen, J., ... Fain, R. (2014). Guidance on the assessment of odour for planning. London. Retrieved from <http://www.iaqm.co.uk/text/guidance/odour-guidance-2014.pdf>
- Câmara Municipal de Sines. (2017a). Mar e Natureza: Património Natural. Retrieved from <http://www.sines.pt/frontoffice/pages/692>
- Câmara Municipal de Sines. (2017b). Porquê Sines: Caracterização. Retrieved from <http://www.sines.pt/frontoffice/pages/754>
- Câmara Municipal de Sines. (2017c). Porquê Sines: Potencialidades. Retrieved from <http://www.sines.pt/frontoffice/pages/755>
- Câmara Municipal de Sines. (2018). Ambiente: Projeto COMSINES. Retrieved from <http://www.sines.pt/frontoffice/pages/558>
- Capelli, L., Sironi, S., Del Rosso, R., & Guillot, J. M. (2013). Measuring odours in the environment vs. dispersion modelling: A review. *Atmospheric Environment*, 79, 731–743. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2013.07.029>
- Capelli, L., Sironi, S., Rosso, D. R., C_entola, P., & Il Grande, M. (2008). A comparative and critical evaluation of odour assessment methods on a landfill site. *Atmospheric Environment*, 42(30), 7050–7058. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.06.009>
- CEN. (2003). EN 13725: Air Quality: Determination of Odour Concentration by Dynamic Olfactometry. Comissão Europeia de Normalização. Retrieved from https://standards.cen.eu/dyn/www/f?p=204:110:0:::FSP_PROJECT,FSP_ORG_ID:13547,6245&cs=1E7D1A0BDDAED94C0CB7AEF7E247D2677
- CEN. (2016). Ambient air - Determination of odour in ambient air by using field inspection - Part 2: Plume method.
- Clean Air Strategic Alliance. (2015). GOOD PRACTICES GUIDE FOR ODOUR MANAGEMENT IN ALBERTA. Alberta: Clean Air Strategic Alliance. Retrieved from https://www.casahome.org/uploads/source/PDF/CASA_GPG_webversion_V3.pdf
- Decottignies, V., Filippi, G., & Bruchet., A. (2007). Characterisation of odour masking agents often used in the solid waste industry for odour abatement. *Water Science & Technology*, 55(5), 359–364. <https://doi.org/10.2166/wst.2007.198>
- Department for Environment and Rural Affairs. (2010). Odour Guidance for Local Authorities. Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/645286/pb13554-local-auth-guidance-100326.pdf
- Department for Environment Food and Rural Affairs. (2010). Odour Guidance for Local Authorities. London. Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/645286/pb13554-local-auth-guidance-100326.pdf
- Department of Environment and Heritage Protection. (2013). Guideline: Odour Impact Assessment from Developments. Retrieved from <https://www.ehp.qld.gov.au/licences-permits/business-industry/pdf/guide-odour-impact-assess-developments.pdf>
- Department of Environment Protection. (2002). Odour Methodology Guideline. Western Australian Department of Environment. Retrieved from <http://www.cschi.cz/odour/files/world/OdourMethodologyGuideline.pdf>
- Drew, G. H., Smith, R., Gerard, V., Burge, C., Lowea, M., Kinnersley, R., ... Longhurst, P. J. (2007).

- Appropriateness of selecting different averaging times for modelling chronic and acute exposure to environmental odours. *Atmospheric Environment*, 41(13), 2870–2880. <https://doi.org/https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2006.09.022>
- Envex. (2018). Monitoramento de Odor. Retrieved from <http://www.envexengenharia.com.br/monitoramento-de-odor/>
- Environment Agency of United Kingdom. (2002a). *Assessment of community response to odorous emissions* (No. P4–095/TR). Bristol. Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/290405/sp4-095-tr-e-e.pdf
- Environment Agency of United Kingdom. (2002b). Odour Guidance - Internal Guidance for the Regulation of Odour at Waste Management Facilities, Version. 3.0. Retrieved from [http://www.cschi.cz/odour/files/world/odour3.0_environmental agency UK.pdf](http://www.cschi.cz/odour/files/world/odour3.0_environmental%20agency%20UK.pdf)
- Environment Agency of United Kingdom. (2011). Additional guidance for H4 Odour Management - How to comply with your environmental permit. Retrieved from https://assets.publishing.service.gov.uk/government/uploads/system/uploads/attachment_data/file/296737/geho0411btqm-e-e.pdf
- Environment Protection Authority Victoria. (2013). Recommended separation distances for industrial residual air emissions. Retrieved from <https://www.epa.vic.gov.au/~media/Publications/1518.pdf>
- Epstein, E. (2011). *Industrial Composting: Environmental Engineering and Facilities Management*. (L. Taylor and Francis Group, Ed.). Retrieved from http://ssu.ac.ir/cms/fileadmin/user_upload/Daneshkadaha/dbehdasht/markaz_tahghighat_olom_va_fanavarihaye_zist_mohiti/e_book/pasmand/ebooksclub.org__Industrial_Composting__Environmental_Engineering_and_Facilities_Management.pdf
- Estrada, J. M., Lebrero, R., Quijano, G., Kraakman, N. J. R., & Munoz, R. (2013). Strategies for Odour Control. In V. Belgiorno, V. Naddeo, & T. Zarra (Eds.), *Odour Impact Assessment Handbook* (First Edit, pp. 85–123). West Sussex, UK: John Wiley & Sons, Ltd. Retrieved from [https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=Z8YQu2fTUM4C&oi=fnd&pg=PA85&dq=Strategies+for+Odour+Control.&ots= XKpbmu7QOH&sig=SYiG_uZdXrxq_c1hAjOrsLVHLHY&redir_esc=y#v=onepage&q=Strategies for Odour Control.&f=false](https://books.google.pt/books?hl=pt-PT&lr=&id=Z8YQu2fTUM4C&oi=fnd&pg=PA85&dq=Strategies+for+Odour+Control.&ots= XKpbmu7QOH&sig=SYiG_uZdXrxq_c1hAjOrsLVHLHY&redir_esc=y#v=onepage&q=Strategies%20for%20Odour%20Control.&f=false)
- Evans-Cowely, J., & Hollander, J. (2010). The New Generation of Public Participation: Internet-based Participation Tools. *Planning Practice & Research*, 25(3), 397–408. <https://doi.org/10.1080/02697459.2010.503432>
- Ferreira, F., Pereira, P., Teixeira, S., Monjardino, J., & Mendes, L. (2017). *Relatório Final – Programa de Monitorização de Odores no Ecomarque da Abrunheira*. Retrieved from [http://www.tratolixo.pt/assets/docs/Estudo de Odores Abrunheira Mafra - 2017.pdf](http://www.tratolixo.pt/assets/docs/Estudo%20de%20Odores%20Abrunheira%20Mafra%20-2017.pdf)
- Furberg, M., Preston, K., & Smith, B. (2005). *FINAL REPORT ODOUR MANAGEMENT IN BRITISH COLUMBIA: REVIEW AND RECOMMENDATIONS* (No. W05-1108). Retrieved from http://www.cschi.cz/odour/files/world/52_odour_mgt_final_june13_05.pdf
- Geldermann, J., & Rentz, O. (2003). Environmental Decisions and Electronic Democracy. *JOURNAL OF MULTI CRITERIA DECISION ANALYSIS*, 12, 77–92. <https://doi.org/10.1002/mcda.347>
- Gostelow, P., Parsons, S.A., Stuetz, R. M. (2001). Odour measurements for sewage treatment works. *Water Research*, 35(3), 579–597. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(00\)00313-4](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(00)00313-4)
- Griffiths, K. D. (2014). Disentangling the frequency and intensity dimensions of nuisance odour, and implications for jurisdictional odour impact criteria. *Atmospheric Environment*, 90, 125–132. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2014.03.022>
- Harreveld, T. (2001). From odorant formation to odour nuisance: new definitions for discussing a complex process. *Water Science and Technology*, 44(9), 9–15. Retrieved from www.odournet.com
- Hayes, J. E., Stevenson, R. J., & Stuetz, R. M. (2014). The impact of malodour on communities: A review of assessment techniques. *Science of The Total Environment*, 500–501, 395–407. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2014.09.003>
- Högström, U. (1972). A method for predicting odour frequencies from a point source. *Atmospheric Environment*, 6(2), 103–121. [https://doi.org/10.1016/0004-6981\(72\)90125-4](https://doi.org/10.1016/0004-6981(72)90125-4)
- IDAD. (2010). *Avaliação da incomodidade de odores na envolvente da SULDOURO* (No. EEP 05.10-09/06.02). Aveiro. Retrieved from <https://www.ua.pt/idad/ReadObject.aspx?obj=13456%0A>
- IDAD. (2017a). *Diagnóstico, Caracterização e Mapeamento dos Odores no Complexo de Sines - Relatório 1* (No. R172A.17-17/06.01). Aveiro.

- IDAD. (2017b). *Diagnóstico, Caracterização e Mapeamento dos Odores no Complexo de Sines - Relatório 2* (No. R201.17-17/06.01). Aveiro.
- IDAD. (2017c). *Diagnóstico, Caracterização e Mapeamento dos Odores no Complexo de Sines - Relatório 3* (No. R231.17-17/06.01). Aveiro.
- IDAD. (2017d). *Diagnóstico, Caracterização e Mapeamento dos Odores no Complexo de Sines - Relatório 4* (No. R294.17-17/06.01).
- IDAD. (2017e). *Diagnóstico, Caracterização e Mapeamento dos Odores no Complexo de Sines - Relatório 7* (No. R295.17-17/06.01). Aveiro.
- IDAD. (2018). *Diagnóstico, Caracterização e Mapeamento dos Odores no Complexo de Sines - Relatório 8* (No. R063.18-17/06.01).
- Im, & AEmet. (2011). Atlas Climático Ibérico - Iberian Climate Atlas. Retrieved from <https://www.aemet.es/documentos/es/conocerma/publicaciones/Atlas-climatologico/Atlas.pdf>
- INE. (2011). Instituto Nacional de Estatística. Retrieved from https://www.ine.pt/xportal/xmain?xpid=INE&xpgid=ine_indicadores&indOcorrCod=0009085&con texto=bd&selTab=tab2
- Iowa State University. (2004). *The Science of Smell Part 1: Odor perception and physiological response*. Iowa State University – University Extension.
- IP. (2018). Infraestruturas de Portugal. Retrieved from <http://www.infraestruturasdeportugal.pt>
- Janicke, L., & Janicke, U. (2007). *Die Entwicklung des Ausbreitungsmodells AUSTAL2000G. Berichte zur Umweltphysik 5*. Retrieved from <https://www.janicke.de/data/bzu/bzu-005-02.pdf>
- Kleinhans, R., Ham, M. Van, & Evans-Cowley, J. (2015). Using social media and mobile technologies to foster engagement and self-organization in participatory urban planning and neighbourhood governance. *Planning Practice & Research, 30*(3), 237–247. <https://doi.org/10.1080/02697459.2015.1051320>
- Laor, Y., Parker, D., & Pagé, T. (2014). Measurement, prediction, and monitoring of odors in the environment: a critical review. *Reviews in Chemical Engineering, 30*(2). Retrieved from <https://www.degruyter.com/downloadpdf/j/revce.2014.30.issue-2/revce-2013-0026/revce-2013-0026.pdf>
- Lisboa, D. M. H., Guillot, J. M., Fanlo, J. L., & Le Cloirec, P. (2006). Dispersion of odorous gases in the atmosphere d Part I: modeling approaches to the phenomenon. *Science of the Total Environment, 361*, 220–228. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2005.05.010>
- Littarru, P. (2007). Environmental odours assessment from waste treatment plants: Dynamic olfactometry in combination with sensorial analysers “electronic noses.” *Waste Management, 27*, 302–309. <https://doi.org/10.1016/j.wasman.2006.03.011>
- Loriato, A. G., Salvador, N., Santos, J. M., Moreira, D. M., & Reis Jr., N. C. (2012). Odour - A Vision On The Existing Regulation. *CHEMICAL ENGINEERING TRANSACTIONS, 30*, 27. <https://doi.org/10.3303/CET1230005>
- McGinley, C. M. (2000). Enforceable Permit Odor Limits. Retrieved from [http://www.fivesenses.com/Documents/Library/34 Enforceable Permit Odor Limits.pdf](http://www.fivesenses.com/Documents/Library/34%20Enforceable%20Permit%20Odor%20Limits.pdf)
- McGinley, C. M., & McGinley, M. A. (2006). An Odor Index Scale for Policy and Decision Making Using Ambient and Source Odor Concentrations. In *Water Environment Federation / Air and Waste Management Association*. Hartford. Retrieved from [http://www.fivesenses.com/Documents/Library/47 Odor Index Scale WEF-AWMA Odors2006.pdf](http://www.fivesenses.com/Documents/Library/47%20Odor%20Index%20Scale%20WEF-AWMA%20Odors2006.pdf)
- Mcginley, M. A., McGinley, C. M., & Jeff, M. (2000). Olfactomatics : Applied Mathematics For Odor Testing. *WEF Odor/VOC 2000 Specialty Conference*. Retrieved from [http://www.fivesenses.com/Documents/Library/29 Olfactomatics Applied Math.pdf](http://www.fivesenses.com/Documents/Library/29%20Olfactomatics%20Applied%20Math.pdf)
- Mendes, L. (2012). *Emissão e Controlo de Odores em Aterros Sanitários*. Universidade de Aveiro. Retrieved from <http://ria.ua.pt/handle/10773/9586>
- Ministry for the Environment. (2003). *Good Practice Guide for Assessing and Managing Odour in New Zealand*. Wellington.
- Ministry for the Environment. (2016). *Good Practice Guide for Assessing and Managing Odour*. New Zealand. Retrieved from <http://www.mfe.govt.nz/sites/default/files/media/Air/good-practice-guide-odour.pdf>
- Munir, M. (2018). The Standard EN 16841:2016 on ambient odour measurement has been finally ratified. Retrieved from http://olores.org/index.php?option=com_content&view=article&id=613:the-standard-en-16841-2016-on-ambient-sampling-has-been-finally-ratified&catid=25&Itemid=296&lang=en

- Needham, C. E., & Freeman, T. J. (2009). Case studies in the use of source specific odour modelling guidelines. In *Proceedings of the Water New Zealand's 51st Annual Conference & Expo*. Rotura, NZ.
- Nicell, J. A. (2009). Assessment and regulation of odour impacts. *Atmospheric Environment*, 43(1), 196–206. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2008.09.033>
- Nicolay, X. (2006). *Odours in the Food Industry. Integrating Safety and Environment Knowledge Into Food Studies towards European Sustainable Development*. New York: SPRINGER. Retrieved from <https://link.springer.com/content/pdf/10.1007%2F978-0-387-34124-8.pdf>
- Odparlik, L. F., & Köppel, J. (2013). Access to information and the role of environmental assessment registries for public participation. *Impact Assessment and Project Appraisal*, 31(4), 324–331. <https://doi.org/10.1080/14615517.2013.841028>
- Ohio Department of Health. (2016). Odours and your health. Retrieved from <https://www.odh.ohio.gov/-/media/ODH/ASSETS/Files/eh/Chemical-Fact-sheets/054-Odors-and-your-Health.pdf?la=en>
- Pinho, A. C. M. (2008). *Desenvolvimento de um olfactómetro dinâmico*. Universidade de Aveiro. Retrieved from <http://ria.ua.pt/handle/10773/607?mode=full>
- Piringer, M., Petz, E., Groehn, I., & Schauberberg, G. (2006). A sensitivity study of separation distances calculated with the Austrian Odour Dispersion Model (AODM). *Atmospheric Environment*, 41, 1725–1735. Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1352231006010466>
- PORDATA. (2017). Municipios. Retrieved from <https://www.pordata.pt/Municipios>
- Ranzato, L., Barausse, A., Mantovani, A., Pittarello, A., Benzo, M., Palmeri, L. (2012). A comparison of methods for the assessment of odor impacts on air quality: field inspection (VDI 3940) and the air dispersion model CALPUFF. *Atmospheric Environment*, 61, 570–579. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.08.009>
- Romain, A.; Delva, J.; Nicolas, J. (2008). Complementary approaches to measure environmental odours emitted by landfill areas. *Sensors and Actuators B Chemical*, 131, 18–21. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2007.12.005>
- Rudolph, R. (2015). Development of an Odour Management Strategy Framework in Relation to Oil Sands Development. Alberta. Retrieved from <http://library.cemaonline.ca/ckan/dataset/2014-0019>
- Ruijten, M.W.M.M., Van Doorn, R., Van Harreveld, A. P. (2009). *Assessment of Odour Annoyance in Chemical Emergency Management*. (No. RIVM Report 609200001/2009). Retrieved from <http://www.rivm.nl/bibliotheek/rapporten/609200001.pdf>
- Schauberger, G., Piringer, M., Schmitzer, R., Kamp, M., Sowa, A., Koch, R., ... Hartung, E. (2012). Concept to assess the human perception of odour by estimating short-time peak concentrations from one-hour mean values. Reply to a comment by Janicke et al. *Atmospheric Environment*, 54, 624–628. <https://doi.org/10.1016/j.atmosenv.2012.02.017>
- Scottish Environment Protection Agency. (2010). Odour Guidance. Retrieved from https://www.sepa.org.uk/media/154129/odour_guidance.pdf
- Sinclair, A. J., & Diduck, A. P. (2016). Reconceptualizing public participation in environmental assessment as EA civics. *Environmental Impact Assessment Review*, 62, 174–182. <https://doi.org/10.1016/j.eiar.2016.03.009>
- Sinclair, J. A., Peirson-Smith, T., & Boerchers, M. (2017). Environmental assessments in the internet age: the role of e-governance and social media in creating platforma for meaningful participation. *International Association for Impact Assessment*, 35(2), 148–157. <https://doi.org/10.1080/14615517.2016.1251697>
- Smith, M. E. Recommended Guide for the Prediction of the Dispersion of Airborne Effluents (1973). New York.
- Sohn, J.H.; Atzeni, M.; Zeller, L.; Pioggia, G. (2008). Characterisation of humidity dependence of a metal oxide semiconductor sensor array using partial least squares. *Sensors and Actuators B Chemical*, 131, 230–235. <https://doi.org/10.1016/j.snb.2007.11.009>
- Stuetz, R.M.; Fenner, R.A.; Engin, G. (1999). Assessment of odours from sewage treatment works by an electronic nose, H₂S analysis and olfactometry. *Water Research*, 33, 453–461. [https://doi.org/10.1016/S0043-1354\(98\)00246-2](https://doi.org/10.1016/S0043-1354(98)00246-2)
- World Health Organization. (1948). Preamble to the Constitution of the World Health Organization as adopted by the International Health Conference. Retrieved from http://whqlibdoc.who.int/hist/official_records/constitution.pdf

