

Processos de tratamento e mitigação de odores

Ângela Sofia Pinto Pereira

Relatório de Estágio de Mestrado apresentado à

Faculdade de Ciências da Universidade do Porto em Ciências e Tecnologia
do Ambiente

2021

Orientador

Carlos Alberto Rocha Gomes, Professor Auxiliar, Faculdade de Ciências da
Universidade do Porto



Todas as
correções
determinadas
pelo júri, e só
essas, foram
efetuadas.

O Presidente do
Júri,

Porto,

M

S
C

Agradecimentos

Com o término deste relatório de estágio, deixo os meus agradecimentos a todas as pessoas que, de forma direta ou indireta, contribuíram para este percurso tanto profissional como pessoal.

Dirijo os meus agradecimentos ao Eng.º Carlos Pedro Ferreira, CEO do grupo Sondar.I pela oportunidade de realização de estágio na empresa do grupo designada “LCM Ibéria”, e de igual forma pelo seu papel como Orientador Externo de estágio e, por isso agradeço toda a sua disponibilidade, atenção e por todos os conhecimentos transmitidos.

Ao Professor Carlos Alberto Rocha Gomes pela disponibilização de toda a ajuda possível e orientação na elaboração do presente relatório no seu papel como Orientador Interno de estágio.

Ao Eng.º Ricardo Rodrigues pela orientação e transmissão de conhecimentos prestados durante a realização do estágio e à minha colega de estágio Ana Rita Cunha, pelo companheirismo e interajuda durante o mesmo.

Um agradecimento final à minha família, namorado e amigos que sempre demonstraram um apoio incondicional durante todo o percurso de estágio e da elaboração do presente relatório.

Resumo

São diversos os parâmetros de avaliação e legislação aplicável com o objetivo de prevenção e minimização de poluição ambiental, como os limites de emissão de compostos químicos para a atmosfera, a limitação de ruído ou Decretos-Lei aplicados à qualidade da água de acordo com a sua aplicação final (para consumo, para rega, etc).

A poluição atmosférica está muito associada apenas à emissão de compostos específicos, como dióxido de enxofre ou dióxido de carbono, para a atmosfera, no entanto, não se limita apenas a isso. Diversas instalações industriais e atividades não industriais, ao emitirem compostos, substâncias químicas e misturas de substâncias cuja composição se desconhece, para o ambiente estão a emitir odores, que é igualmente uma fonte de poluição atmosférica.

A avaliação do grau hedónico (se é bom ou mau) dos odores é um processo bastante subjetivo o que torna difícil a avaliação dessa característica pelo facto da agradabilidade dos mesmos não ser matéria consensual. De lembrar que mesmos os perfumes que, por definição, são aromas agradáveis e foram produzidos para tal, podem ter perceções muito diferentes de pessoa para pessoa. A pouca legislação dedicada aos odores também faz com que o controlo sobre estes seja dificilmente aplicado. Felizmente, a preocupação acerca da emissão de odores têm crescido na União Europeia e é cada vez maior a pressão para a criação de mais normas e legislação de modo a prevenir e minimizar os efeitos destes.

São várias as indústrias que recorrem à utilização de diversos métodos de tratamento e redução de odores de forma a minimizar os efeitos destes na população e no ambiente. Assim este relatório apresenta determinadas técnicas de tratamento e redução de odores que são ou podem ser aplicadas em diversos processos que possuam pontos críticos de emissão de odores em determinadas atividades industriais e não industriais.

Palavras-Chaves : Odor; Métodos; Minimização; Legislação

Abstract

There are several evaluation parameters and applicable legislation with the aim of preventing and minimizing environmental sources, such as limits on the emission of chemical compounds into the atmosphere, noise limitation or specialized Decree-Law of water quality according to its final application (for consumption, for ruler, etc.)

Atmospheric pollution is very much associated with the emission of specific specifics, such as sulfur dioxide or carbon dioxide, into the atmosphere, however, it is not limited to that. Several industrial facilities and non-industrial activities, by emitting compounds, compounds and mixtures of substances whose composition is unknown, into the environment are emitting odors, which is also a source of atmospheric Europeans.

The evaluation of the hedonic degree (whether it is good or bad) of the odors is a very subjective process, which makes the evaluation of this characteristic difficult because the pleasantness of the mesos is not a consensual matter. Remember that the same perfumes, which, by definition, are pleasant scents and were sought after for that, have very different perceptions from person to person. The little legislation dedicated to odors also makes the control over them difficult to apply. Fortunately, concern about the emission of odors has grown and in the European Union there is increasing pressure to create more standards and legislation in order to prevent and minimize the effects of odors.

There are several industries that resort to the use of different methods of treatment and reduction of odors in order to minimize their effects on the population and the environment. Thus, this report presents certain odor treatment and reduction techniques that are or can be applied in several processes that have critical odor emission points in certain industrial and non-industrial activities.

Keywords: Odor; Methods; Minimization; Legislation

Índice

1.INTRODUÇÃO.....	11
1.1 Definição do Problema.....	11
1.2 Objetivos.....	12
1.3 Estrutura do Relatório.....	12
2.ODORES.....	14
2.1 Caracterização de odores.....	14
2.2 Diferença entre odores e compostos odoríferos.....	16
2.2.1 Compostos azotados e compostos sulfurados.....	17
2.2.2 Compostos oxigenados e aromáticos.....	18
2.3 Propriedades dos compostos orgânicos voláteis.....	19
2.4 Medição de odores.....	20
2.4.1 Olfatometria Dinâmica.....	20
2.4.1.1 O Olfatómetro.....	22
2.4.1.2 Seleção do Painel.....	23
2.4.1.3 Concentração do Odor.....	24
2.4.2 Inspeção de Campo.....	24
2.5 Medição de compostos odoríferos.....	25
3.LEGISLAÇÃO.....	27

3.1 Legislação e normas Europeias.....	27
3.1.1 Legislação na Alemanha.....	29
3.1.2 Legislação na Holanda.....	30
3.1.3 Legislação em Espanha.....	31
3.2 Legislação em Portugal.....	32
4.ATIVIDADES INDUSTRIAIS E NÃO INDUSTRIAIS MAIS CRÍTICAS NA EMISSÃO DE ODORES.....	34
4.1 Atividades Industriais.....	34
4.2 Atividades não Industriais.....	35
5.PROCESSOS DE TRATAMENTO E MITIGAÇÃO DE ODORES.....	36
5.1 Importância da aplicação de métodos para tratamento e mitigação de odores.....	36
5.2 Processos de tratamento e mitigação de odores.....	38
5.3 Aplicação nos pontos críticos nas atividades industriais.....	41
5.3.1 Biofiltros.....	41
5.3.2 Implementação de sistemas de recolha dos gases.....	42
5.3.3 Incineração dos gases.....	43
5.3.4 Lavagem dos gases.....	43
5.3.5 Utilização de chaminés.....	45
5.3.6 Aplicação de carvão ativado.....	46
5.3.7 Modificação dos sistemas de combustão.....	46

5.3.8 Seleção de combustíveis que tenham baixo teor de enxofre.....	47
5.3.9 Promover a oxidação nos sistemas de efluentes.....	47
5.3.10 Utilização de produtos químicos para reduzir a formação de sulfureto de hidrogénio.....	48
5.3.11 Uso de filtro de ar eletrostáticos húmidos.....	49
5.3.12 Dessulfuração.....	49
5.3.13 Adsorção química.....	51
5.4 Aplicação nos pontos críticos nas atividades não industriais.....	51
5.4.1 Cobertura <u>de resíduos</u>	53
5.4.2 Valorização energética.....	53
5.4.3 Técnicas de adsorção.....	53
6. MONITORIZAÇÃO DE ODORES.....	55
7. CONCLUSÕES.....	57
8. BIBLIOGRAFIA.....	59

Índice de tabelas

Tabela 1: Compostos odoríferos azotados.....	17
Tabela 2: Compostos odoríferos sulfurados.....	17
Tabela 3: Compostos odoríferos oxigenados e aromáticos.....	18

Índice de Figuras

Figura 1: Perceção humana do odor.....	15
Figura 2: Olfatometria dinâmica.....	21
Figura 3: Olfatómetro.....	22
Figura 4: Lavagem química.....	39
Figura 5: Biofiltro.....	40
Figura 6: Torre de Lavagem de gases.....	44
Figura 7: Fluxograma de unidade de Hidrotratamento.....	50

Lista de Abreviaturas

CEO – Chief Executive Officer (Diretor Executivo)

APA – Agência Portuguesa do Ambiente

ETAR – Estação de Tratamento de Águas Residuais

ppb – Partes por bilião

ppm – Partes por milhão

COV – Composto Orgânico Volátil / VOC – Volatile Organic Compound

EN – European Norm (Norma Europeia)

VDI – Verein Deutscher Ingenieure (Norma da Associação dos Engenheiros Alemã)

NP – Norma Portuguesa

DL – Decreto-Lei

MTD – Melhores Técnicas Disponíveis

1. Introdução

1.1 Definição do Problema

São diversos os índices dos compartimentos ambientais (água, solo e ar) que são avaliados e monitorizados em Portugal e na União Europeia. Os recursos hídricos, qualidade do solo, gestão de resíduos, emissões atmosféricas e qualidade do ar representam alguns desses índices ambientais.

No âmbito da qualidade do ar encontram-se inserido os odores.

Mas serão os odores também um aspeto ambiental a ser avaliado e monitorizados em Portugal? Terão as medições e avaliação de odores emitidos a mesma importância que as avaliações realizadas às águas provenientes de indústrias? O que pode ser considerado uma medida de odor e quando é que o odor se pode considerar incómodo?

De facto, a relação dos humanos com os odores pode-se tratar de um assunto bastante complexo dada a sua característica subjetiva pois está também relacionada com os costumes de uma sociedade, isto porque, o que pode ser tido como um odor incómodo por uma determinada pessoa, o mesmo pode não o ser para outra. O mesmo se aplica igualmente aos odores considerados bons por uns que são desagradáveis para outros.

Exemplo disso são os perfumes comercializados: um aroma pode ser considerado bom para um indivíduo e, no entanto, desagradável para outro. Outro exemplo está nas atividades de pecuária: uma vacaria e um estábulo possuem cheiro semelhante, porém podem-se considerar os odores provenientes de um estábulo mais aceitável uma vez que os animais aí presentes são mais “queridos” pela sociedade do que os animais numa vacaria.

São bastantes as questões que têm surgido acerca da emissão de odores em atividades industriais e não industriais, assim como na aplicação de possíveis tratamentos ou mitigação desses odores, pois a monitorização e avaliação dos odores são tão importantes

como, por exemplo, as emissões no meio hídrico, e as próprias emissões do meio hídrico são também por vezes fontes de odores.

1.2 Objetivos

O estágio realizou-se no âmbito dos odores na empresa LCM IBÉRIA, que se trata do anterior laboratório Eurofins Portugal, pertencente ao grupo Sondar.i, empresa de avaliação da qualidade do ar que, por sua vez, é detida em 50% pelo Instituto de Soldadura e qualidade, designado de ISQ. Foram realizadas várias tarefas ao longo do estágio, como a realização de diversos documentos acerca de pontos críticos de emissão de odores e métodos de redução destes em atividades industriais e não industriais reconhecidas pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

A apresentação de medições e de possíveis processos de forma a amenizar e/ou tratar as emissões de odores são então o principal objetivo do estágio realizado, bem como a apresentação de legislações já existentes em outros países relacionados com o tema abordado.

Para a execução do trabalho, foram consultadas diversas referências bibliográficas, principalmente Documentos de Referência Europeus (BREF).

1.3 Estrutura do Relatório

O relatório aqui apresentando encontra-se dividido em oito capítulos, sendo cinco destes os capítulos principais. O segundo capítulo retrata os odores e toda a sua envolvente, como a sua caracterização e a forma como é feita a sua medição. O terceiro é referente à legislação Europeia sobre odores, incidindo principalmente em quatro países. O quinto capítulo será o mais importante pois trata dos métodos utilizados de forma a mitigar os odores em diversas atividades industriais e não industriais. Por fim, no sexto e sétimo capítulos são abordados a monitorização de odores e as considerações finais respetivamente.

As avaliações das possíveis perturbações causadas pelos odores podem ser realizadas de diversas formas, como por exemplo, a medição de níveis destes nas zonas envolventes das fontes emissoras.

No que diz respeito à legislação e normas aplicáveis, há diversos países Europeus onde as mesmas são empregues, como é o caso da Holanda, Alemanha, Dinamarca, etc. Devido à inexistência de legislação em Portugal, a avaliação da incomodidade dos odores realiza-se muitas vezes com base nas normas dos países onde já existam essas legislações.

A questão que pode ser colocada é a seguinte: Porquê a criação de normas e/ou legislações relacionadas com odores? A resposta poderá estar relacionada com as preocupações ambientais e até com a cultura do país, no entanto, questões de saúde humana também entram nesta resposta. A concentração e a frequência dos odores são características cujas sequelas podem afetar a população. A exposição prolongada pode de facto causar inclusive efeitos físicos.

Consequentemente, torna-se importante a criação de legislação ou normas em Portugal para a medição, e avaliação dos odores, sua frequência e concentração assim como a aplicação de processos de tratamento e de mitigação dos mesmos, não apenas por questões ambientais mas também por questões relacionadas com a saúde humana e com aspetos económicos e sociais.

2. Odores

2.1 Caracterização de odores

Uma das questões fundamentais que se coloca é como se caracteriza um odor. Este encontra-se diretamente relacionado ao sentido do olfato, um dos sentidos dos animais e humanos que permite a identificação de alimentos e até o reconhecimento de determinados perigos. O odor pode então ser definido como uma sensação que resulta de um conjunto de substâncias que ativam o sentido de olfato [1].

A emissão de diversos compostos químicos em misturas pode resultar na emissão de odor. Este trata-se de um cenário constante das atividades industriais e não industriais. Os compostos emitidos podem ser de origem orgânica ou inorgânica [2].

Das atividades industriais, isto é atividades designadas no presente relatório, como atividades cujo processo consiste na transformação de matérias-primas em mercadoria utilizando, maioritariamente máquinas mas também trabalho humano, estão incluídas as refinarias de petróleo onde ocorre a fabricação de produtos petrolíferos refinados, indústrias transformadoras como é o caso de indústrias de fabricação de papel, cartão e artigos derivados, instalações destinadas a matadouros, curtimenta de peles, entre outros.

No caso de atividades não industriais, definidas neste relatório como atividades cujos processos envolvem o tratamento de resíduos, estão incluídos nesta definição as estações de tratamentos de águas residuais (ETAR), as instalações de tratamento de resíduos de hidrocarbonetos, aterros, entre outras.

É importante entender como funciona o sentido do olfato. Este trabalha na "descodificação" de estímulos químicos oxidantes presentes no ambiente, recebendo as moléculas das substâncias suspensas no ar, que posteriormente são recebidas pelo aparelho sensorial do olfato [3].

A percepção do odor pode ser considerada pela sua intensidade, se é agradável ou desagradável (caráter hedónico) ou pelo seu caráter qualitativo.

A percepção do ser humano ao odor pode ser descrita em 3 fases: primeiro a receção fisiológica do odor, a sua interpretação e por fim a impressão do odor. A figura 1 representa a percepção humana referida:



Figura 1 – Esquema simplificado da percepção humana do odor

Podem ser diversas as fontes de odores, pelo facto destas poderem ser provenientes de atividades industriais ou originados de forma natural.

No caso de indústrias transformadoras, como perfumarias, agro-alimentar, entre outras, os odores podem ser devido à própria matéria-prima, do produto intermediário, do produto final e até dos subprodutos originados nos processos.

Podem também ser devidos à transformação de substâncias vegetais em moléculas voláteis em meio aeróbio (na presença de oxigénio) ou anaeróbio (ausência de oxigénio), ou seja, podem ser provenientes de fermentação [4].

2.2. Diferença entre odores e compostos odoríferos

O odor encontra-se diretamente relacionado com um dos sentidos do homem e dos animais, o olfato. Este sentido resulta de recetores sensoriais, que por sua vez atendem à presença de moléculas específicas presentes na atmosfera. Um odor tem na sua composição um ou mais compostos odoríferos.

A principal diferença entre odores e compostos odoríferos insere sobre o conhecimento que é a subjetividade da avaliação sobre estes. Enquanto que o odor é uma avaliação objetiva de algo desconhecido, isto é, dos componentes do odor, nos compostos odoríferos existe um conhecimento detalhado dos compostos que darão origem a um determinado odor.

Os compostos odoríferos podem ser designados como compostos resultantes de processos que ocorrem em atividades industriais e em atividades não industriais. São os compostos químicos os principais responsáveis pelos odores e resultam da degradação de agentes microbiológicos da matéria orgânica.

Os compostos odoríferos podem ser classificados como compostos azotados, sulfurados e também como moléculas aromáticas ou oxigenadas [5].

Nestes compostos estão incluídos um amplo conjunto de diferentes produtos químicos. As famílias dos compostos odoríferos podem conferir uma menor ou maior intensidade ao odor, independentemente da sua função química [6].

Nos compostos odoríferos estão incluídas as moléculas orgânicas e inorgânicas.

Estes resultam duma mistura de substâncias orgânicas e inorgânicas que contêm aminas e mercaptanos.

2.2.1 Compostos azotados e compostos sulfurados

A emissão de compostos azotados é bastante comum em atividades industriais, sendo o amoníaco (NH_3) uma das substâncias mais emitidas através dos processos de decomposição aeróbia e/ou anaeróbia de proteínas [7].

Na tabela 1 são apresentados exemplos de compostos azotados, a sua fórmula química, assim como o seu limite de deteção apresentando em partes por bilião (ppb).

Tabela 1 – Limites de deteção de alguns compostos odoríferos azotados ¹

Composto Azotado	Limite de deteção (ppb)	Fórmula Química
Amónia	500 - 37000	NH_3
Putrescina	-	$NH_2(CH_2)_4NH_2$
Etilamina	50 - 830	$C_2H_5NH_2$
Metilamina	21000	CH_3NH_2

Em relação aos compostos odoríferos sulfurados, estes são os mais comuns e mais detetáveis, pelo facto do seu limite de deteção ser muito baixo.

Na tabela 2 encontram-se representados exemplos de compostos odoríferos sulfurados emitidos.

Tabela 2 – Limites de deteção de alguns compostos odoríferos sulfurados ²

Composto Sulfurado	Limite de deteção (ppb)	Fórmula Química
Dissulfeto de Carbono	11 - 32	CS_2
Sulfeto de Hidrogénio	0,47	H_2S
Dimetil Sulfeto	0,1 - 63	CH_3SCH_3
Sulfeto de Carbonila	102	COS
Dióxido de Enxofre	64000	SO_2

2.2.2 Compostos oxigenados e aromáticos

Grande parte dos compostos aromáticos e oxigenados provém da decomposição de matéria orgânica. A emissão destes encontra-se relacionada com o tipo de indústria e das

^{1,2} Fonte: Anderson Balbinot, 2010. Poluição olfativa- composição, mensuração e técnicas de tratamento de efluentes com potencial odorífero.

² Fonte: Metoalf & Eddy. Wastewater Engineering: treatment and reuse. International Edition, 4th ed, p. 72

suas atividades, sendo que maioritariamente estes compostos são de origem das matérias-primas utilizadas [8].

Na tabela 3 encontram-se exemplos de compostos oxigenados e aromáticos, divididos pela sua classe.

Tabela 3 – Limites de deteção de alguns compostos odoríferos oxigenados e aromáticos ³

Classe do Composto	Composto Odorífero	Limite de deteção (ppb)	Fórmula Química
Aromáticos	Tolueno	0,16	C_8H_{10}
	Xileno	0,851	C_7H_8
Ácidos	Acético	0,025 – 6,5	CH_3COOH
	Butírico	0,0004 - 3	C_3H_7COOH
Álcoois	Etanol	0,2	C_2H_5OH
	Butanol	0,006 – 0,13	C_4H_9OH
	Clorofenol	0,18	ClC_6H_4OH
Aldeídos	Formaldeído	0,033 – 1,12	CH_2O
	Acetaldeído	0,04 – 1,8	C_2H_4O

³ Fonte: Anderson Balbinot, 2010. Poluição olfativa- composição, mensuração e técnicas de tratamento de efluentes com potencial odorífero

³ Fonte: Metcalf & Eddy. Wastewater Engineering: treatment and reuse. International Edition, 4th ed, p. 1651

2.3 Propriedades dos compostos orgânicos voláteis

São alguns fatores que podem influenciar a percepção dos odores, como por exemplo, as propriedades dos compostos orgânicos voláteis (COV). A definição de composto orgânico volátil, segundo a literatura científica, define-se como um composto que contém carbono e hidrogénio na sua composição e que podem ser substituídos por outros átomos como o

oxigénio, fósforo ou enxofre. O COV encontra-se no estado gasoso dentro das condições normais de temperatura e pressão [9].

Um composto orgânico volátil pode ser também definido pelas suas características de pressão, como todo o produto orgânico com potencial de volatilização ao ser submetido a uma pressão superior a 10 Pa (unidade de pressão de Pascal) nas condições normais de temperatura. São compostos químicos orgânicos cuja composição permite a sua evaporação. Na União Europeia, pode ser utilizado também o ponto de ebulição do composto orgânico volátil para a sua definição, em vez da sua volatilidade. Define-se que qualquer composto orgânico com um ponto de ebulição inicial igual ou menor a 250° C medido a uma pressão atmosfera padrão de 101,3 kPa é um composto orgânico volátil [10].

Assim sendo, a União Europeia, através da Diretiva “Emissões de solventes COV”, define que os compostos orgânicos voláteis são compostos orgânicos com pressão de vapor superior a 10Pa à temperatura ambiente, 20° C (293,15 K), e com ponto de ebulição abaixo de 250° C com capacidade de evaporação nessas condições, de um elevado número de moléculas e assim entrar na atmosfera.

Este tipo de composto é essencialmente emitido para a atmosfera através da utilização nas indústrias de solventes orgânicos, como por exemplo, em processos de tratamentos ou em determinadas manufaturas. São diversas as indústrias que contribuem de forma significativa para a emissão de COV's, como é o caso de indústrias de refinação e processamento de petróleo, processos que envolvam a utilização de solventes orgânicos como a produção de tintas e vernizes, no processo de retoque de pinturas de veículos, etc. Os riscos que apresentam as emissões de compostos orgânicos voláteis podem variar dependendo do composto em questão. Alguns compostos possuem uma maior capacidade de evaporação e, portanto, apresentam um maior risco para o ambiente e para a população.

2.4. Medição de odores

A medição de odores é um processo menos perceptível por parte da sociedade do que outros processos, como por exemplo, a medição do pH ou da avaliação do estado químico da água. Isto deve-se ao facto de se tratar de medir e avaliar algo com um instrumento não construído mas com elevada resolução e sensibilidade que é o nariz humano. Pode-se concordar que a medição e avaliação de outros parâmetros ambientais, como por exemplo, águas resultantes de tratamento de águas residuais, são mais cognoscíveis que a avaliação de um odor ou um conjunto destes.

Apesar disso, existem métodos de avaliação e medição de odores. Os métodos podem ser sensoriais, que se encontram relacionados com o sentido do olfato. Olfatometria dinâmica e inspeção de campo estão incluídas nos métodos sensoriais [11]. Também é possível determinar a constituição de uma mistura gasosa odorífera através de técnicas analíticas.

2.4.1 Olfatometria Dinâmica

Um dos métodos sensoriais aplicados à medição de odores é a olfatometria dinâmica, sendo esta a técnica mais conhecida e utilizada.

A olfatometria dinâmica consiste na utilização do sentido do olfato humano para medir concentrações de odor. É utilizado um dispositivo designado por olfatómetro e um conjunto de pessoas devidamente selecionadas. Neste método, são recolhidas na fonte de odor amostras de ar em bolsas específicas para essa função. De seguida, essas mesmas amostras são apresentadas através do olfatómetro ao painel de pessoas previamente selecionadas para a determinação da concentração de odores.

Ao longo do procedimento as amostras são diluídas com ar limpo de forma gradual (no sentido de uma diluição maior para uma menor) até que os membros do painel pressintam o odor e primam o botão do olfatómetro que permite dar essa mesma indicação. A detetabilidade do odor corresponde à concentração mínima com 50 % de probabilidade de ser detetada pelo painel. O resultado dessa medição é a concentração de odor da amostra, que é expressa em unidades de odor europeias por metro cúbico (UOE/m^3).

A utilização desta técnica permite uma vantagem importante que é a utilização da informação obtida como dados para modelização de dispersão, podendo assim fornecer uma avaliação acerca da exposição aos odores por parte dos cidadãos.

No entanto, a olfatométrica dinâmica não permite obter informação acerca da qualidade dos odores nem a realização da distinção entre odores diferentes, para além disto trata-se de um método de medição não contínua, ou seja, as amostras são analisadas num laboratório após a sua recolha na fonte num determinado momento [12].

Na figura 2 é apresentado um exemplo da técnica de olfatométrica dinâmica.

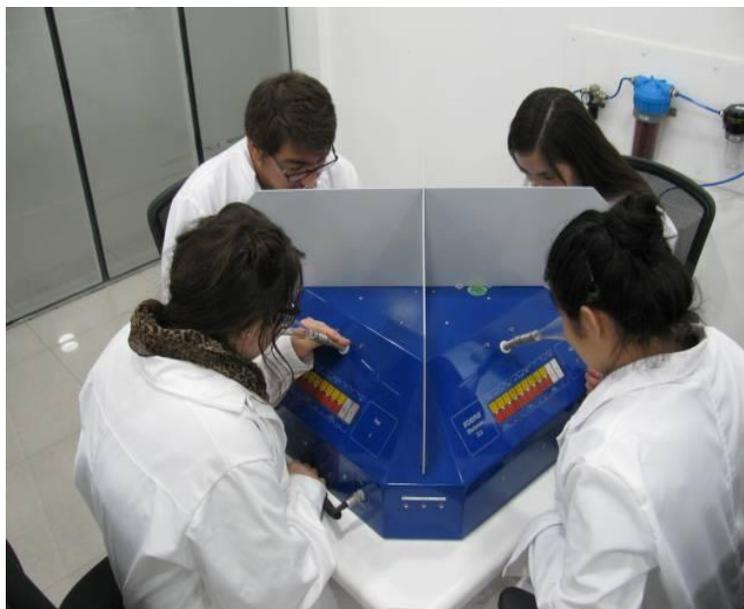


Figura 2 - Olfatométrica dinâmica [13]

2.4.1.1 O Olfatómetro

O olfatómetro é o instrumento principal na aplicação da técnica de olfatométrica dinâmica. Este equipamento permite fazer a diluição da amostra recolhida de ar odorífero juntamente com ar puro e é essa diluição que é apresentada ao painel de pessoas selecionadas.

Permite também apresentar a concentração de odor da amostra, através do tratamento dos resultados obtidos.

O olfatómetro é composto por uma entrada de sistema do ar comprimido, que inclui um reservatório para o ar, a mesa olfatométrica onde ficará o painel, a central de diluições, um computador para análise dos resultados utilizando um software que trabalha com a média logarítmica de cada pessoa do painel e depois com a média dos resultados dos vários membros do painel (figura 3).



Figura 3 – Olfatómetro [14]

Esta técnica segue a norma Europeia EN 13725: 2003, que se refere à olfatométrica dinâmica, para medição de concentração de odores.

Segundo esta norma os resultados devem ser expressos em unidades de odor por metro cúbico (UOE/m^3). Esta unidade exprime o número de diluições necessárias para exista uma probabilidade de 50% do painel de jurados, detetar o odor. Isto designa-se de limite de percepção olfativo ou $(k50)^2$ [15].

2.4.1.2 Seleção do Painel

Para a realização da técnica de olfatometria dinâmica é necessária a intervenção de um painel de assessores. Porém as pessoas envolvidas não são selecionadas ao acaso nem é possível participarem em medições sem antes uma prévia avaliação.

O grupo de jurados deve ser previamente treinado para assim ser possível determinar de forma correta a concentração de odor da amostra.

Cada membro do júri deve passar por um teste de olfatómetro para a sua calibração. Conforme a norma EN 13725: 2003, a composição de júri deve ser uma amostra que representa a população padrão, quanto a categoria profissional, idade (a partir dos 16 anos), sexo, entre outros fatores. Devem ser voluntários e fumadores não podem integrar este painel [16].

A seleção deve cumprir mais uma vez a norma EN 13725: 2003 e é realizada com base no nível de sensibilidade de cada membro, procurando assim pessoas que com uma sensibilidade olfativa dentro de uma gama definida e mais estreita do que a variação normal para a população, isto significa que, quem possua diminuição ou perda total de olfato não poderá ser selecionado e o mesmo se aplica a quem tenha sensibilidade olfativa demasiada perspicaz.

Os membros são submetidos a avaliações sensoriais olfativa de forma individual, onde é aplicada uma calibração olfativa de modo a analisar a capacidade de avaliação de diversos níveis de odores. Estes níveis referem-se às distintas concentrações de n-butanol. Esta solução é utilizada como elemento de referência neste processo. Os assessores são sujeitos a uma concentração de n-butanol e a resposta deve corresponder a uma janela de diluições bem definida de acordo com o desvio máximo definido pela norma. Esta seleção normalmente conduz à rejeição de 50 % a 70 % dos potenciais assessores [17].

Este processo deve ser realizado num local sem presenças de odores e de outras influências.

2.4.1.3 Concentração do Odor

A olfatométrica dinâmica permite então obter a concentração de odor, através da utilização do olfatómetro. A determinação da concentração de odor deve cumprir a norma europeia EN 13725: 2003, que refere que devem ser recolhidos os dados de cada júri do painel em pelo menos 3 sessões e durante dias não consecutivos. Refere também que a concentração de odor deve ser determinada depois de 30 horas após a amostragem de odor [18].

Devem ser de igual forma cumpridos os seguintes critérios da norma, sendo estes:

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

Na medida em que:

- SITE: representa o valor padrão do limiar de deteção de odor individual;
- YITE : média do limiar de deteção de odor individual.

Após a recolha dos dados obtidos, a concentração de odor, expressa em unidades de odor por metro cúbico (UOE/m^3) é obtida através da determinação da média geométrica dos limiares de deteção de odor dos vários elementos do painel [19].

2.4.2 Inspeção de Campo

Outro método sensorial é a inspeção de campo. Este tem como objetivo a deteção de odores e o seu grau de incómodo num determinado local ou área. Ao contrário da olfatométrica dinâmica que é realizada em laboratório, este é realizado em campo. Como se trata de uma técnica sensorial, utiliza as capacidades do olfato humano de um grupo de pessoas previamente selecionadas [20].

Em relação a abordagens, nesta técnica, podem ser duas diferentes:

- Abordagem em “grelha” onde é usada uma avaliação direta do ar na zona a ser avaliada diretamente pelos membros do painel. Nesta situação as pessoas envolvidas no método caracterizam a exposição ao odor;
- Abordagem em “pluma” onde é possível determinar a extensão do odor, sob condições meteorológicas próprias. Normalmente a extensão do odor é obtido a partir de uma fonte a favor do vento.

Como é realizado na olfatométrica dinâmica, é utilizado um painel de jurados previamente selecionados para esta técnica.

Mais uma vez, devem ser seguidos critérios normativos. A norma a ser seguida é a norma EN 16841: 2016

Nesta técnica, a EN 16841 parte 1: Determinação de odores em ar ambiente através de inspeções de campo – método da grelha e a EN 16841 parte 2: Determinação de odores em ar ambiente através de inspeções de campo – método da pluma, são as normas utilizadas na Inspeção em campo.

2.5 Medição de compostos odoríferos

Obter informação acerca das propriedades físicas e químicas do odor é importante para a seleção do método a aplicar para reduzir o odor ou o tratamento a aplicar.

A medição de compostos odoríferos é também relevante para a identificação da fonte do odor [21].

A medição de compostos odoríferos não é feita por técnicas sensoriais, mas sim por técnicas analíticas, onde é possível determinar a constituição qualitativa e quantitativa de uma mistura gasosa pelo meio de separação dos compostos e identificação dos mesmos.

Os métodos analíticos permitem a identificação estrutural dos compostos odoríferos que se encontram no efluente gasoso. Permite também obter determinadas informações sobre a formação do efluente.

Uma técnica analítica bastante utilizada para a medição de compostos odoríferos é a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas. Esta técnica permite então separar os compostos presentes e identificá-los. Esta análise pode ser realizada no local (*in situ*) através da utilização de equipamentos que o permitam, ou fora do local de emissões (*ex situ*) como por exemplo num laboratório.

A técnica de cromatografia acoplada à espectrometria de massas permite a separação dos compostos através da cromatografia gasosa, tendo como base as propriedades químicas e físicas dos compostos na mistura odorífera [22].

A espectrometria de massa tem a capacidade de quebrar as moléculas em fragmentos ionizados, fornecendo uma impressão digital única dos compostos detetados, podendo assim ser possível identificar os constituintes da mistura odorífera.

Esta técnica permite obter informação acerca da composição química dos odores.

3. Legislação

3.1 Legislação e normas Europeias

São algumas as legislações e normas ambientais aplicadas em diversos países Europeus, incluindo Portugal.

Normas aplicadas à emissão de ruído, à qualidade de águas residuais, águas para consumo, emissões para a atmosfera, gestão de resíduos, qualidade do solo, entre outras já são conhecidas, mesmo que na sua base essencial, por muitas populações. No entanto, legislação aplicada à emissão de odores é um assunto ambiental que não se encontra desenvolvida como as restantes questões ambientais referidas.

A implementação de legislação e normas referentes a emissão de odores em atividades industriais e em atividades não industriais forneceriam um controlo acerca das mesmas emissões, contribuindo para um melhoramento na saúde, caso os odores provocarem impactos na saúde humana nas comunidades em redor, como também no ambiente.

Porém, isto não significa que não existam diretivas de forma a regulamentar esta questão. Em mais de vinte países da União Europeia é seguida a Diretiva 2010/75/EU do Parlamento Europeu e do Conselho de 24 de Novembro.

Em resumo, esta diretiva estabelece uma estrutura geral de forma a determinar limites de emissão de forma a prevenir a poluição não apenas do ar, mas também da água e do solo, assim como os efeitos negativos de emissões para a atmosfera, como os odores. [23].

De acordo com outra diretiva aplicada na Europa, a Diretiva 2008/98 / CE, “Os Estados Membros devem tomar as medidas necessárias para garantir que a gestão de resíduos seja realizada sem colocar em risco a saúde humana, sem prejudicar o meio ambiente e, em particular: (b) sem causar incómodo por meio de ruídos ou odores”.

Além disso, a Decisão de Execução da Comissão (UE) 2018/1147 estabelece as melhores técnicas disponíveis (MTD) conclusões para o tratamento de resíduos e a Decisão de Execução da Comissão (UE) 2017/302 estabelece melhores técnicas disponíveis (MTD) para a criação intensiva de aves de capoeira e suínos.

Alguns países Europeus têm regulamentação que aborda técnicas de quantificação de odores bem como questões relacionadas com o incómodo criado por estes. Alguns destes países são a Alemanha, Holanda e Espanha [24].

A norma Europeia destinada à problemática dos odores é a EN 13725: 2003. Esta norma refere-se à determinação de concentração de odores por olfatometria dinâmica. Específica os critérios a serem devidamente cumpridos na técnica de olfatometria dinâmica, nomeadamente como deve ser realizada a seleção do painel de júri e como deve ser realizada a amostragem dos odores, as técnicas de medição e o cálculo da concentração destes.

Esta norma é seguida por diversos países da Europa, porém, esta não é a única a ser aplicada. Existem normas Europeias associadas à avaliação da incomodidade de odores, à medição de impactos da frequência de odores, aplicadas à dispersão destes na atmosfera e aplicadas também à determinação da sua concentração e intensidade.

As diretrizes aplicadas são as seguintes:

- **VDI 3883: 1993** – Refere-se à avaliação da incomodidade dos odores por meio de inquéritos;
- **EN 16841 parte 1** – Refere-se à medição do impacto da frequência de odores através de medições em grelha;
- **EN 16841 parte 2**– Refere-se à medição do impacto da frequência de odores através de medições de penacho;
- **VDI 3940: 2010** – Determinação da intensidade e qualidade dos odores;
- **VDI 3788:2020** – Avaliação da dispersão dos odores na atmosfera.

A legislação sobre odores não é muito desenvolvida na Europa, existindo apenas algumas regulamentações e normas. Para agravar este facto, as abordagens da concentração de odores ou avaliação da frequência de odores nos diversos países Europeus podem ser diferentes [25].

3.1.1 Legislação na Alemanha

Apesar de a legislação referente a odores ser pouco desenvolvida na Europa, alguns países têm desenvolvido uma preocupação acerca deste assunto.

Um dos países com maior preocupação sobre a emissão de odores é a Alemanha. Esta preocupação começou a surgir após a Segunda Guerra Mundial, depois de uma melhoria significativa da economia Alemã.

Entre os anos 50 e 70 a Europa vivenciou um aumento da industrialização nas cidades de diversos países e a Alemanha não foi exceção, no entanto, não existia um conhecimento a nível de questões do fórum ambiental bem como preocupação com o mesmo, sendo que isso foi-se adquirindo ao longo do tempo. Com essa evolução do tempo e de conhecimento, questões ambientais acerca de emissões para atmosfera e a qualidade da água ganharam legislação na Alemanha.

Problemas com os odores também foram ganhando peso na comunidade científica e popular, tanto que, no final dos anos 1950, foram testadas técnicas de redução de odores, como biofiltração, em indústrias em determinadas cidades Alemãs.

Como foi constatado que certas técnicas de redução de odores eram eficazes, começou a ser exigido regulamentos sobre estes, como também formas de medição de emissões e métodos de avaliação dos impactos dos odores [26].

Foram realizados avanços nos regulamentos sobre emissão de odores pela Comissão de Prevenção da Poluição do Ar, criando a diretriz VDI 3881 “ Olfatometria – Determinação do limiar do odor” (Olfactometry - Odour threshold determination), publicada em 1986 [27].

Esta diretriz é o documento base na Alemanha nos últimos anos, tendo desde então diversas variantes. Normas relacionadas com os odores tiveram como base esta diretriz.

Na Alemanha, a determinação de odor pelo método de inspeção de campo, em grelha, aplica-se de acordo com a diretriz VDI 3940: 2006 V1, porém, esta diretriz foi substituída pela Norma Europeia EN 16841 Part 1 em 2017, que estabelece o método em grelha para a determinação do nível de exposição de odores no ar ambiente.

3.1.2 Legislação na Holanda

A Alemanha e a Holanda foram dos primeiros países a desenvolver normas relativas a odores. Estas foram desenvolvidas e adaptadas a diversos países [28]. Na Holanda, a regulamentação geral de odores tem como base a diretiva de Emissão Industrial para qualquer atividade neste regulamento, exceto pecuária. Para essas atividades a proteção contra o incómodo gerado pelos odores é regulamentado no Decreto de Atividades.

Para além disso, acerca do incómodo gerado pelos odores, a autoridade competente pode definir uma política de odores de modo a auxiliar na determinação qual o nível aceitável de incómodo. Assim sendo, os regulamentos de odores podem ser incluídos numa decisão personalizada, uma vez que não existe uma clara estrutura de avaliação de odores a nível nacional na Holanda.

As diretrizes de emissões Holandesas contêm guias para as emissões atmosféricas de processos industriais, incluindo, critérios de avaliação de odores [29].

A Holanda possui uma Lei sobre o controlo de odor de gado, uma legislação para a atividade de pecuária, a Lei de 5 de Outubro de 2006. Nesta lei são regulamentados os incómodos causados pelos odores devido à criação de animais [30].

Esta legislação contém a determinação dos factores de emissão de odores, a distância mínima a manter os animais e como calcular a intensidade do odor. Este regulamento sofre uma revisão todos os anos de modo a adicionar mudanças necessárias.

Determina também que a distância entre o local da atividade de pecuária e o recetor sensível do odor: se o recetor sensível se localizar na zona urbana, o local de atividade deve ficar a pelo menos 100 metros, se for fora da zona urbana a distância é reduzida a 50 metros [31].

3.1.3 Legislação em Espanha

Tal como acontece na Holanda, em Espanha a legislação geral de odores tem como base a diretiva de Emissão Industrial para as atividades incluídas nesse regulamento [32].

De forma geral, define-se processos de forma a definir limites de odor no ar ambiente para as atividades industriais, que se baseiam nas seguintes etapas:

- Obter a licença para a instalação/atividade, seja nova ou existente;
- A administração ambiental avalia se existe uma preocupação com o odor, e se for necessário, é solicitada uma avaliação;
- Não existem diretrizes para a tomada de decisões acerca dos resultados das avaliações dos odores, assim que, a decisão depende do responsável ambiental designado para o caso [33].

Em Agosto de 2011 foi publicado o decreto 239/2011, publicado no Diário da República de Andaluzia, que regula a qualidade do ambiente atmosférico e cria o registo dos sistemas de avaliação de qualidade do ar em Andaluzia. Trata-se da primeira administração de forma autónoma em Espanha com objetivo de regulamentar as atividades que são potenciais emissoras de odores [34].

Assim, este diploma confere autorização ao Ministério Regional do Ambiente de Andaluzia para exigir aos proprietários das atividades com potenciais fontes de emissão de odores, a adoção de meios para minimizar a emissão de odores. Esta exigência pode ser feita tanto antes como depois do início da atividade industrial. Exige também a realização de um impacto de odores.

3.2. Legislação em Portugal

Como previamente referido, não existe um enquadramento definido na Europa quanto ao desenvolvimento de uma Diretiva Ambiental Europeia para níveis de odores no ar ambiente. Infelizmente, a problemática dos odores na Europa continua fora dos procedimentos de planeamento, exceto em alguns países como referido anteriormente.

Em Portugal existe pouca referência aos odores na legislação, o que desfavorece a prática de medidas preventivas e de redução de odores. Pode-se considerar que, comparando com outros países Europeus e principalmente com países fora da Europa, Portugal encontra-se com ausência na implementação de legislação de prevenção e mitigação de odores no país. Apesar de não existir legislação aplicável, existe uma norma pela qual Portugal rege-se, a norma europeia EN 13725: 2003 - "Qualidade do ar: Determinação da concentração de odores por olfatométrica dinâmica", com o objetivo de determinar de forma objetiva a concentração de odores a partir de uma amostra gasosa. Para isso recorre-se de forma subjetiva a olfatométrica dinâmica.

Existem também normas Portuguesas (NP) com o intuito de definir valores de limite de exposição a determinados compostos odoríficos, como por exemplo, o sulfureto de hidrogénio. Uma dessas normas é a NP 1796: 2007, que refere limites de concentrações de poluentes em espaços fechados [35].

Existem Decretos-Lei que são referentes à emissão de poluentes para a atmosfera e de prevenção que de forma indireta referem também a emissão de odores.

Esses Decretos-Leis, foram posteriormente revogados e substituídos por um só, o DL 127 de 2013 designado por diretiva indústria que teve como objetivo juntar num documento as diversas diretivas existentes sobre emissões atmosféricas.

O DL 127/ 2013 abrange os seguintes regimes legais [36]:

- Decreto-Lei nº 181/2006, que transpõem o Decreto-Lei nº 242/2001

Este DL estabelece limites para a emissão de compostos orgânicos voláteis, que possam ser provenientes da utilização de solventes orgânicos em determinadas atividades industriais.

- Decreto-Lei nº 60/2012, que transpõem o Decreto-Lei nº 178/2003

Este DL estabelece limites de emissões para a atmosfera de certos poluentes que são de origem de grandes instalações de combustão.

- Decreto-Lei nº 178/2006, que transpõem o Decreto- Lei nº 85/2005

O objetivo principal deste DL é o estabelecer de um regime a que a incineração e co-incineração de resíduos ficam sujeitas, de modo a prevenir e/ou reduzir as emissões para a atmosfera e para o solo [37].

- Decreto-Lei nº 60/2012 que transpõem o Decreto-Lei nº 173/2008

Determina o regime de controlo e de prevenção integrados de poluição com origem em determinadas atividades e indústrias. Estabelece também medidas para minimizar ou de prevenção de emissões para a atmosfera, solo ou para a água.

É espectável que Portugal siga cada vez mais a legislação aplicada em outros países como a Alemanha e a Holanda.

A importância de implementação de medidas legislativas a nível Nacional relacionadas com emissão de odores é cada vez maior, uma vez que é cada vez maior a pressão na União Europeia a implementação de mais leis ambientais e cada vez mais a questão dos odores ganha peso nas comunidades.

4. Atividades industriais e não industriais mais críticas na emissão de odores

As atividades apresentadas neste capítulo pertencem a uma lista de vinte e duas atividades com potencial emissão de odores reconhecidas pela Agência Portuguesa do Ambiente (APA).

4.1. Atividades Industriais

Como previamente referido, no presente relatório, atividade industrial é definida como uma aquela cujo processo envolvente consiste na transformação de matérias-primas, algumas odoríferas, através de maioritariamente do uso de máquinas e obtenham como produto final uma fabricação/transformação proveniente dessas matérias-primas.

São inúmeras as atividades de fórum industrial que, ao longo dos processos que as integram, emitem odores. Alguns podem ter uma relevância mínima, enquanto outros podem ser de facto incómodos. Algumas atividades industriais críticas na emissão de odores definidos para o presente relatório são:

- Fabrico em instalações industriais de pasta de papel a partir de madeira ou de outras substâncias fibrosas;
- Instalações destinadas a matadouros;
- Operações de armazenamento e locais de carga de subprodutos animais;
- Refinarias de petróleo e gás;
- Curtimenta de peles;
- Operações de fundição de metais ferrosos;
- Instalações de processamento de metais não ferrosos;
- Instalações de refinação de açúcar;
- Instalações pecuárias de produção intensiva

4.2. Atividades não industriais

Uma atividade não industrial fica definida como uma atividade cujas instalações possuem funções de tratamento e valorização de materiais ou de resíduos.

Algumas dessas atividades são:

- Aterros;
- Instalações de tratamento de lamas de depuração e outros resíduos odoríferos, fermentáveis ou putrescíveis;
- Instalações de tratamento de resíduos de hidrocarbonetos, ou de resíduos contaminados por hidrocarbonetos,
- Estações de tratamento de águas residuais (ETAR);
- Instalação de tratamento de superfície de matérias, objetos ou produtos, que utilizem solventes orgânicos;
- Instalações de eliminação ou valorização subprodutos de origem animal.

5. Processos de tratamento e mitigação de odores

5.1 Importância da aplicação de métodos para tratamento e mitigação de odores

Os odores são um problema complexo uma vez que os processos de emissão e proliferação são diversos e de diferentes origens. Para além disso, a legislação sobre odores é exígua em Portugal.

A implementação de medidas de forma a tratar ou reduzir a emissão de odores seria bastante essencial no País pois a poluição por odores afeta a vida social das populações, para além dos impactos ambientais e económicos.

A necessidade de toma de medidas de forma a reduzi-los está a tornar-se cada vez mais imprescindível uma vez que, o conhecimento dos efeitos nocivos da poluição atmosférica na saúde das pessoas é maior. A prolongada exposição dos odores na população tem um impacto significativo. A redução desse mesmo impacto proporcionaria uma melhor qualidade de vida aos cidadãos.

As repercussões nocivas no aspeto social não abrangem apenas o incómodo por parte da população e meros problemas de saúde. A exposição de forma contínua pode ter efeitos mais graves na saúde nas pessoas da comunidade, como fortes dores de cabeça, ansiedade, stress ou até mesmo problemas respiratórios. Os impactos a nível da saúde, já por si, constituem um forte fundamento para a implementação de técnicas de tratamento e/ou minimização de odores.

Porém, não é apenas a questão social afetada pela poluição provocada pelos odores. O aspeto económico é de igual forma afetado, pois alguns dos impactos dos odores podem ser consideráveis a este nível. A perda de valor de propriedades é um exemplo do impacto

a nível económico, uma vez que uma propriedade situada num local que é propício a presença de odores desagradáveis de certa forma terá um valor mais reduzido. O turismo pode ser também prejudicado, uma vez que, a presença de odores torna um local turístico menos visitável.

A minimização de odores não passa apenas pela aplicação de técnicas com funcionalidade para esse fim, mas sim também por um controlo das emissões e de monitorização destes. Primeiramente, antes de qualquer aplicação de técnicas de redução de odores é necessário identificar os pontos críticos de emissão de odores e quais as características dessas fontes, levantando informações como o horário possível de ocorrência, a intensidade de odor e a sua tipologia, ou seja, se desagradável, no entanto não tóxico ou vice-versa, não ser considerado um odor desagradável porém ser tóxico para o ambiente e saúde.

As medidas de mitigação de odores não deverão consistir apenas em como métodos de minimização e/ou contenção dos mesmos, mas sobretudo devem ser inseridas ao nível do projeto e presentes logo no começo do funcionamento das indústrias. Não deverão apenas ser aplicadas medidas corretivas, mas principalmente medidas preventivas.

Para o sucesso destas medidas depende, em primeiro lugar, de um plano de gestão de odores, robusto, estruturado e de fácil implementação e intuitivo, onde devem estar incluídas as atividades potenciais causadoras de emissão de odores, bem como um plano de ação/correção, a ser acionado quando ocorrem problemas relacionados com os odores e como corrigir estes.

Caso as indústrias já possuam um sistema de controlo de odores, é necessário o seu acompanhamento de forma contínua.

5.2 Processos de tratamento e mitigação de odores

São diversos os processos que podem ser aplicados de modo a mitigar emissões de odores. Estas são devido à presença de substâncias odoríferas e as técnicas são utilizadas de forma a reduzir a emissão dessas mesmas substâncias ou de forma a tratá-las para que, ao serem emitidas para a atmosfera, tenham um impacto menor.

Algumas podem ser aplicadas de forma geral, isto é, aplicá-las a diferentes substâncias e em diversas atividades industriais e não industriais, outras podem ser mais apropriadas a determinadas substâncias e compostos.

A sua aplicação também pode depender do custo monetário, uma vez que algumas técnicas são dispendiosas, e da disponibilidade de aplicação da indústria.

Os processos para reduzir a emissão de odores não devem ser aplicados apenas nos processos dentro das atividades industriais e não industriais. Estes devem ocorrer previamente já nas escolhas das matérias-primas que são, por sua vez as responsáveis por muitos odores, nos transportes de matérias caso se aplique e nos processos de fim-de-linha como nas estações de tratamento de água residual presentes em diversas indústrias. Os métodos podem ser biológicos, físicos ou químicos. Todos possuem vantagens e desvantagens associados.

No método químico geralmente são utilizados produtos químicos como forma de desodorização. Um exemplo é a lavagem química, em que esta promove o contacto entre o ar odorífero e soluções químicas que oxidam os compostos odoríferos presentes no ar [38].

Para este método utiliza-se uma torre química e os oxidantes mais utilizados são o hipoclorito de sódio e o ácido sulfúrico. É realizado, no interior de uma das torres, o contacto em forma de contracorrente onde são injectados o ar contaminado e a solução oxidante.

Podem ser utilizados duas torres químicas caso o ar contaminado possua compostos de azoto.

A figura 4 exemplifica o funcionamento do método de lavagem química com recurso a duas torres:

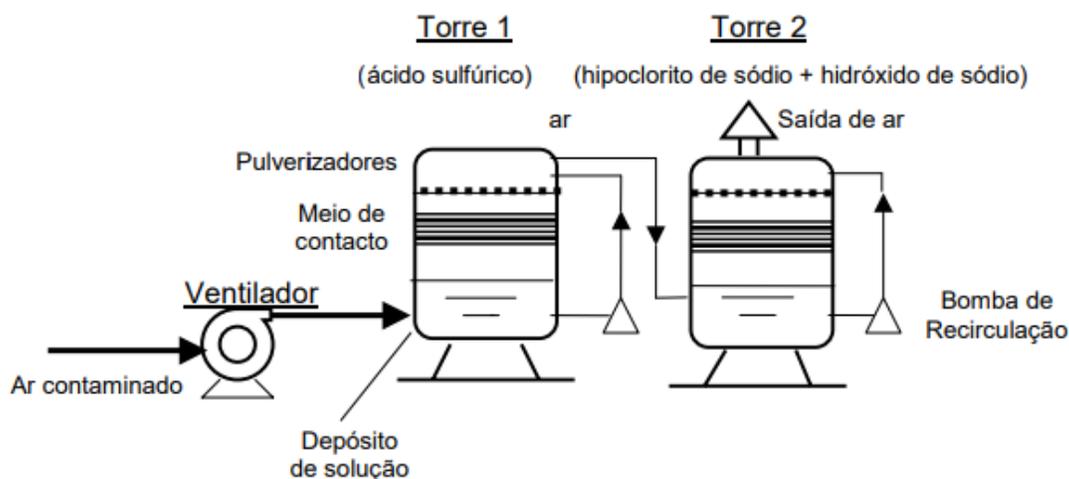


Figura 4 – Lavagem química [39]

Os métodos biológicos recorrem a organismos biológicos, principalmente microorganismos, para a decomposição dos compostos odoríferos. A biofiltração é uma das técnicas mais utilizadas nos métodos biológicos e a sua aplicação é bastante abrangente, para além de que, a nível económico trata-se de um método viável e eficaz.

A técnica de biofiltração consiste em permitir a passagem do gás odorífero através de um meio filtrante que possui microorganismos aeróbios ativos. Primeiramente é promovido a dissolução dos gases em água para que os compostos odoríferos sejam absorvidas e/ou adsorvidos pelos microorganismos presentes no biofiltro [40].

Após isto, os compostos são oxidados pelos microorganismos. Esta técnica é bastante utilizada, porém depende de alguns fatores como a escolha dos organismos biológicos utilizados no processo e do material do biofiltro.

Um biofiltro geralmente é composto por uma entrada para o gás odorífero, um sistema de exaustão, um sistema de drenagem, meio de suporte e um sistema de irrigação.

A figura 5 mostra um esquema dum biofiltro.

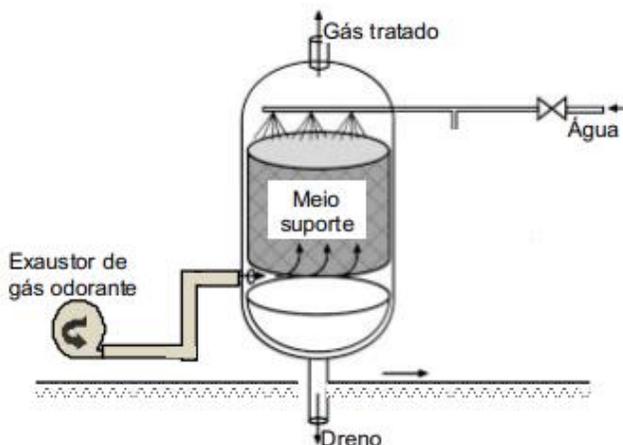


Figura 5- Biofiltro [41]

Os métodos físicos têm como base a transferência de uma fase do poluente odorífero para outra. Podem ser usados meios de calor, de filtração, de adsorção, de remoção de substâncias, entre outros.

Uma técnica utilizada para minimizar odores é a filtração através de adsorção por carvão ativado. Este funciona como adsorvente dos contaminantes no ar odorífero. Trata-se de um ótimo método para adsorver compostos orgânicos voláteis como álcoois, esterres, hidrocarbonetos, entre outros [42].

Para além da aplicação destes métodos referidos, a implementação de sistemas transversais aos processos de tratamento de odores, como a implementação de um sistema de deteção de odores por exemplo, é um passo principal para a mitigação de odores. A implementação um sistema de deteção de fugas de gases, permite que estes sejam detetados de forma prévia à sua libertação para a atmosfera, diminuindo assim o risco de maior emissão de odores.

5.3 Aplicação nos pontos críticos nas atividades industriais

A aplicação de técnicas de minimização de odores em atividades industriais pode ser variada e as técnicas podem ser aplicadas de forma singular ou em conjunto. Existem também as mais comuns de ser utilizadas pelo seu custo monetário ou pela sua facilidade na aplicação e podem ser aplicadas também em diversos pontos críticos de emissão de odores em diversas atividades diferentes. Um exemplo disso é aplicação de carvão ativado que pode ser aplicado em pontos e atividades diferentes.

São diversas as técnicas que existem de forma a reduzir a emissão de odores, no entanto, muitas podem ser aplicadas em diferentes processos e em diferentes atividades industriais. Neste capítulo são apresentadas as formas possíveis de aplicar de forma a minimizar os odores nas diversas atividades industriais já referidas.

5.3.1 Biofiltros

Como já referido, os biofiltros pertencem aos métodos biológicos e é uma das técnicas mais utilizadas. Têm a capacidade de permitir a passagem de um composto odorífero através do meio filtrante conseguindo assim a redução de odores.

É possível aplicar esta técnica em diversas atividades industriais e em diversos pontos críticos de emissão de odores. Como por exemplo:

- Em matadouros, no processo de abate do animal, na remoção do couro e na evisceração e na lavagem de tripas e miudezas [43];
- Na atividade curtimenta de peles, de modo a reduzir os odores provenientes da emissão de amónia;
- No processamento de metais ferrosos no processo de tratamento dos vapores de amina e de compostos orgânicos voláteis emitidos durante a confeção de moldes;
- Nos processos de processamento e armazenamento de subprodutos de origem animal;

- No processamento de metais não ferrosos, em todos os seus pontos críticos de emissão de odores como na emissão de amoníaco, de vapores de metal e nos óleos e solventes orgânicos [44];
- Na atividade de refinação de açúcar;
- Na atividade de pecuária de produção intensiva. Aplicável em todos os pontos críticos de emissão de odores, como no alojamento dos animais.

5.3.2 Implementação de sistemas de recolha dos gases

Os sistemas de recolha de gases permitem a recolha dos gases odoríferos e tratamento destes de forma a que quando lançados para a atmosfera sejam reduzidos os odores emitidos. São exemplos de sistemas de recolha de gases os sistemas de extração, condutas, exaustores e coberturas.

São economicamente acessíveis comparando com outros métodos para minimizar os odores e são bastante utilizados de forma a reduzir os compostos reduzidos de enxofre em fontes difusas.

Podem ser aplicados nas seguintes instalações:

- Instalações de fabrico de pasta de papel a partir de madeira;
- Na atividade de refinação de açúcar;
- Na atividade de pecuária de produção intensiva, com objetivo de minimizar os odores por amoníaco no alojamento para patos e perus.

5.3.3 Incineração de gases

A técnica de incineração de gases pode ser realizada através de caldeiras ou queimadores próprios. Trata-se de uma técnica que pode ser utilizada quando há emissão de compostos orgânicos voláteis e emissões de compostos reduzidos de enxofre. A oxidação térmica é uma das tecnologias de incineração de gases mais eficiente. Consiste numa técnica de minimização de odor a partir de oxidação de compostos odoríferos através do processo de combustão [45].

Como já referido, este método realiza-se a partir de altas temperaturas, numa câmara de combustão, onde os gases poluentes são aquecidos e oxidados antes de serem libertados para a atmosfera [46].

É possível aplicar a incineração de gases nas seguintes atividades industriais:

- Instalações de fabrico de pasta de papel a partir de madeira, de forma reduzir os compostos reduzidos de enxofre nas fontes difusas na produção de pasta de papel kraft [47];
- No processamento de metais ferrosos no processo de tratamento dos vapores de amina e de compostos orgânicos voláteis emitidos durante a confeção de moldes;

5.3.4 Lavagem dos gases

Técnica cada vez mais aplicada em diversas indústrias devido à sua forma simples de funcionar e pela sua versatilidade.

A implementação de um lavador de gases permite o controlo de emissão de substâncias que provocam odores como por exemplo a amónia. Permite também o uso de filtros de forma a impedir que substâncias odoríferas sejam libertadas para a atmosfera [48].

O sistema de lavagem de gases também é utilizado para remover a acumulação de gases podendo ser através do uso de reagentes, denominando de lavagem química.

No processo de lavagem química o objetivo é que seja garantido o contato entre os reagentes utilizados, o ar e a água nas torres de forma a que ocorra a oxidação dos compostos odoríferos [49].

Neste contexto, a lavagem pode ser alcalina, onde se utilizam meios alcalinos no sistema de lavagem, soluções básicas, por exemplo com hidróxido de sódio (NaOH), para absorção dos produtos de oxidação e ácidos orgânicos.

As torres podem ser compostas por uma bomba de líquido, um compressor de ar, um sistema de recirculação, tubagens e camara de contacto (figura 6).

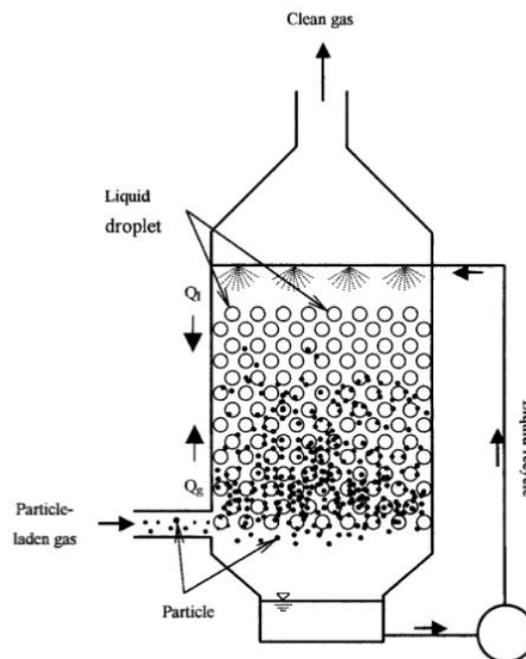


Figura 6 – Torre de lavagem de gases [50]

As torres de lavagem de gases funcionam em contracorrente. O ar a sofrer tratamento deve entrar nas torres e passar pelo meio de enchimento onde o líquido de lavagem e o gás

entram em contato, onde os compostos odoríferos são removidos, é depois recolhido no fundo da camara de contacto e é recirculado.

A lavagem de gases pode ser aplicada em:

- Instalações de fabrico de pasta de papel a partir de madeira, de forma reduzir os compostos reduzidos de enxofre nas caldeiras de recuperação [51];
- Instalações de fabrico de pasta de papel a partir de madeira, de forma reduzir a emissão de odores na produção de pasta de papel através de sulfito;
- Na produção de produtos químicos orgânicos;
- Atividade de matadouro.
- Na atividade curtimenta de peles, de modo a reduzir os odores provenientes da emissão de amónia;
- No processamento de metais ferrosos no processo de tratamento dos vapores de amina e de compostos orgânicos voláteis emitidos durante a confeção de moldes;
- No processamento de metais não ferrosos, para reduzir as emissões de dióxido de enxofre provenientes das escórias;
- No processo de processamento e armazenamento de subprodutos de animal;

5.3.5 Utilização de Chaminés

A instalação de chaminés permite a recolha e tratamento de odores, através de filtros, antes da sua libertação para a atmosfera.

- Atividade de matadouro durante o processo de abate, na remoção de couro e da evisceração; nos currais de animais, no processo de sangramento [52];
- No processo de processamento e armazenamento de subprodutos de animal.

5.3.6 Aplicação de carvão ativado

Uma técnica bastante aplicada em diversas atividades industriais. São elas:

- Atividade de matadouro durante o processo de armazenamento de carcaças, no processo do abate e no processo de sangramento;
- No processo de processamento e armazenamento de subprodutos de animal,
- Nas refinarias de petróleo no processo de produção de betume e armazenamento de petróleo;
- No processamento de metais ferrosos no processo de tratamento dos vapores de amina e de compostos orgânicos voláteis emitidos durante a confeção de moldes;
- No processamento de metais não ferrosos no processo onde se utilizam óleos e solventes orgânicos;

O carvão ativado pode remover contaminantes através de dois métodos: adsorção ou redução catalítica, sendo o mais aplicado o método de adsorção. O processo de adsorção baseia-se na atração de moléculas ou átomos de um sólido líquido ou gasoso.

5.3.7 Modificação dos sistemas de combustão

Nas caldeiras de recuperação e nos sistemas de combustão ocorrem processos que são responsáveis por odores emitidos na maioria das indústrias, devido muito à emissão de sulfuretos de hidrogénio, de compostos de enxofre e de compostos de azoto, dependendo da indústria em questão.

Por esse motivo, alguns dos odores emitidos podem ser reduzidos se existirem melhorias ou modificações nesses sistemas. Algumas dessas modificações podem ser a otimização da combustão e a recirculação dos gases de combustão.

Algumas das atividades industriais a aplicar este método são:

- Instalações de fabrico de pasta de papel a partir de madeira, de forma reduzir os compostos reduzidos de enxofre nas caldeiras de recuperação;
- Na atividade de refinaria de petróleo, no processo de combustão de forma a reduzir os compostos de azoto e de sulfureto de hidrogénio [53].

5.3.8 Seleção de combustíveis que tenham baixo teor de enxofre

De forma a diminuir os odores que são devido à emissão de compostos de enxofre para a atmosfera, pode ser aplicado mudanças na seleção de combustíveis utilizados na atividade que sejam a origem desses compostos, como por exemplo, optar como combustível casca ou biomassa florestal. Pode esta técnica ser aplicada nas seguintes atividades:

- Instalações de fabrico de pasta de papel a partir de madeira, de forma reduzir a emissão de odores na produção de pasta de papel através de sulfito;

5.3.9 Promover a oxidação nos sistemas de efluentes

Os sistemas de efluentes presentes na maioria das atividades são uma grande fonte de emissão de odores. Uma das formas de minimizar esses odores é através da promoção de oxidação nesses sistemas.

Uma das técnicas possíveis de forma a promover a oxidação é a instalação de efluentes fechados com respiradores controláveis e a manutenção e inspeção regularizada dos tanques de arejamento nos sistemas de efluentes.

Estas técnicas podem ser aplicadas nas:

- Instalações de fabrico de pasta de papel a partir de madeira, de forma reduzir a emissão de odores provenientes dos processos de tratamento das lamas;
- Instalações de fabrico de pasta de papel a partir de madeira de forma reduzir a emissão de odores provenientes dos processos de tratamento das lamas e de forma reduzir a emissão de odores provenientes dos processos de tratamento das águas residuais da pasta de papel;

5.3.10 Utilização de produtos químicos para reduzir a formação de sulfureto de hidrogénio

A emissão de sulfuretos hidrogénio está na origem da emissão de odores desagradáveis e devido a isso, a redução de formação de sulfureto de hidrogénio seria uma técnica útil para minimização de odores.

A absorção por Ferro (III) permite a absorção e oxidação de sulfuretos de hidrogénio produzidos. Neste método é aplicadas soluções redox de ferro (III), ou seja, uma solução onde vai ocorrer uma reação de redução-oxidação, e onde o sulfureto de hidrogénio é oxidado, tendo como produto final enxofre em estado elementar.

Isto permite que posteriormente o enxofre seja filtrado e assim, minimizando a emissão de sulfuretos de hidrogénio [54].

São diversas as atividades industriais que libertam para a atmosfera sulfuretos de hidrogénio, entre elas as que mais produzem estes compostos são as refinarias de petróleo e de gás natural, o tratamento de águas residuais, indústrias de fabricação de produtos químicos, indústrias de fabrico de papel e celulose e em indústrias de curtumes.

Sendo assim, o método de utilização de produtos químicos de forma a reduzir a formação de sulfuretos de hidrogénios pode ser aplicado em:

- Instalações de fabrico de pasta de papel a partir de madeira, de forma reduzir a emissão de odores provenientes dos processos de tratamento das lamas,
- Refinarias de petróleo e de gás;
- Curtimenta de peles

5.3.11 Uso de filtro de ar eletrostáticos húmidos

Os filtros de ar húmidos fornecem uma considerável opção para minimizar a emissão de ácido sulfúrico, vapores orgânicos e de partículas finas. São bastante aplicados em indústrias de petróleo e em indústrias de produtos de madeira.

Assim, o uso de filtro de ar eletrostáticos húmidos podem ser aplicados em:

- Atividade de refinaria de petróleo, na produção de betume, de modo a reduzir a emissão de COV's;
- No processamento de metais não ferrosos, de forma a minimizar os odores provenientes da emissão de gases ácidos e também durante o processo de produção de alumínio e nos processos que envolvem metais preciosos, níquel e cobalto [55].

5.3.12 Dessulfurização

Em diversas indústrias, a emissão de sulfureto de hidrogénio (H_2S) é a causa para a origem de odores desagradáveis. O H_2S é um gás com um típico odor bastante desagradável, muitas vezes semelhante ao odor de ovos podres, e um gás considerável prejudicial à saúde uma vez que é tóxico e inflamável. A sua origem está na decomposição de substâncias orgânicas sulfurosas.

A técnica de dessulfurização é um processo de remoção do enxofre. Para obter esse feito, são utilizados purificadores de ar ou de gás, instalando também sistemas de lavagem de gases [56].

A dessulfurização pode ser feita também por adsorção, onde os compostos de enxofre são adsorvidos num adsorvente sólido e assim removidos.

Esta técnica também funciona para processos de refinaria de óleos. Pode ser realizado através de adsorção por carvão ativado ou por biofiltros que removem os compostos de enxofre e assim, reduzindo a emissão de odores [57].

Outro método de dessulfurização é através do processo de hidrotratamento, processo bastante utilizado nas indústrias de refinaria de petróleo com objetivo de remoção de compostos de enxofre. Os processos de hidrotratamento podem possuir aplicações diferentes, mas as suas unidades são basicamente compostas pelas mesmas secções (figura 7).

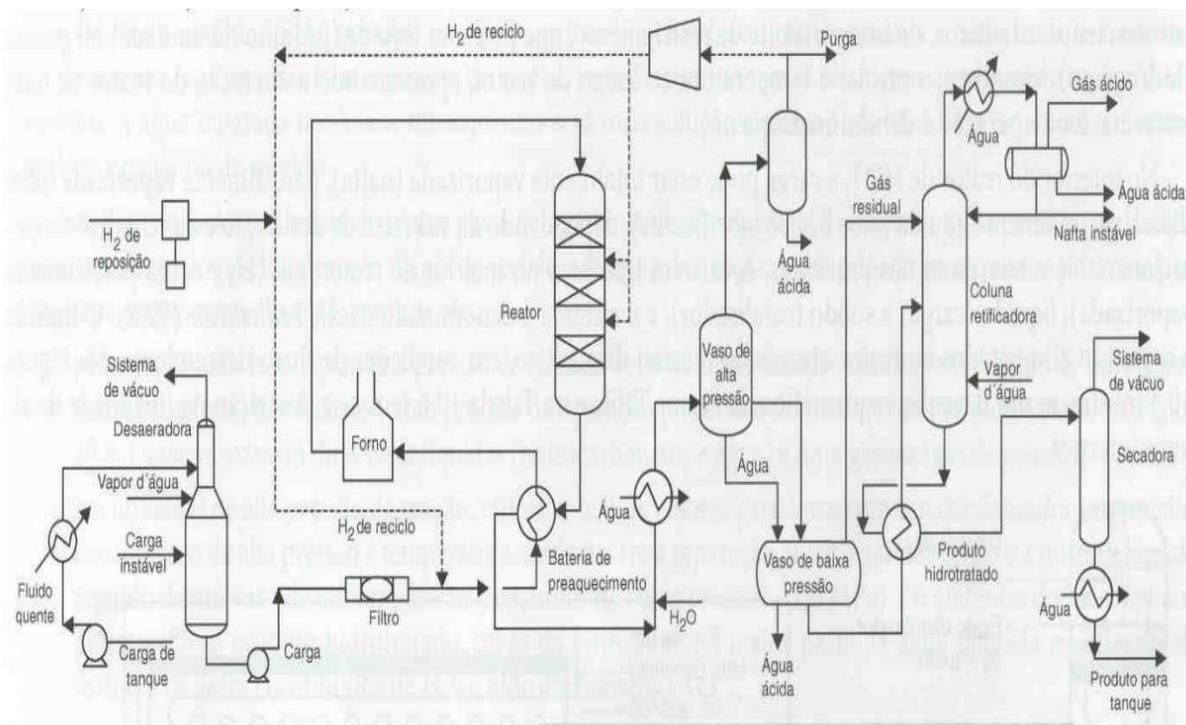


Figura 7 – Fluxograma de unidade de Hidrotratamento [58]

A técnica de dessulfurização e de hidrotratamento podem ser realizadas nas seguintes atividades:

- Na atividade de refinaria de petróleo, nos sistemas de esgotos.

5.3.13 Adsorção química

A adsorção química é um processo de adsorção que resulta de uma ligação química entre a as moléculas da substância a adsorver e o material adsorvente.

Na adsorção química, ou quimissorção, ocorrem interações químicas entre o sólido adsorvente e o composto adsorvido onde ocorre ligações covalentes, isto é, ligações entre átomos de hidrogénio, metais e semi-metais que compartilham pares de eletrões [59].

Este método pode ser aplicado a:

- Fundição de metais ferrosos

5.4 Aplicação nos pontos críticos nas atividades não industriais

Atividades não industriais definem-se como atividades onde ocorrem processos de tratamento ou valorização de resíduos, como é o exemplo os aterros, as instalações de lamas e de resíduos, instalações de tratamento de resíduos de hidrocarbonetos, estações de tratamento de águas residuais, entre outras.

São diversos os métodos de minimização de odores referidos que podem ser aplicados em diversos pontos críticos de emissão de odores nas diferentes atividades não industriais.

Os biofiltros voltam a ser um dos métodos mais aplicados na redução de odores. Podem ser aplicados nas seguintes atividades:

- Nas instalações de tratamento de lamas de depuração [60];
- Nas instalações de tratamento de águas residuais (ETAR);

- Nas instalações de operações de armazenamento e locais de carga e descarga de subprodutos de animais.

O método de lavagem química, como os biofiltros, é de igual forma bastante aplicado em pontos críticos de emissão de odores em atividades não industriais, entre eles:

- Nas instalações de tratamento de lamas de depuração;
- Nas instalações de tratamento de águas residuais (ETAR);
- Nas instalações de operações de armazenamento e locais de carga e descarga de subprodutos de animais;
- Instalação de tratamento de superfície de matérias, objetos ou produtos, que utilizem solventes orgânicos.

A adsorção por carvão ativado também é uma técnica bastante aplicada, nomeadamente nas seguintes atividades:

- Nas instalações de tratamento de lamas de depuração;
- Nas instalações de tratamento de resíduos de hidrocarbonetos;
- Nas instalações de tratamento de águas residuais (ETAR);
- Nas instalações de operações de armazenamento e locais de carga e descarga de subprodutos de animais;
- Instalações de eliminação ou valorização subprodutos de origem animal.

Em algumas atividades não industriais aplicam-se algumas técnicas diferentes das utilizadas nas atividades industriais, dependendo do ponto crítico de emissão de odor.

5.4.1. Cobertura de resíduos

Em diversas instalações de atividades não industriais, os odores são maioritariamente devido aos resíduos que chegam às instalações. Devido a isso, a cobertura de forma adequada e rápida é um dos métodos de forma a minimizar os odores.

Os resíduos devem ser cobertos de forma rápida após a sua compactação. É uma medida considerada simples, porém importante para a minimização de odores. Esta medida pode ser aplicada em:

- Aterros, onde é possível existir três tipos de coberturas, as diárias, temporárias e finais. As diárias e temporárias podem atuar como barreiras e bio filtros, dependendo do tipo de material utilizado, já as coberturas finais tem como objetivo a impermeabilização do aterro evitando a exalação de biogás, Este método tem como objetivo a redução de odores provenientes dos resíduos e das zonas de cobertura (Fontes difusas) [61].

5.4.2. Valorização energética

Pode ser aplicada nas instalações onde ocorre a emissão de gases com efeito de estufa, como por exemplo emissões provenientes de biogás ou de lixiviados.

Considera-se como uma ótima medida a adotar uma vez que permite a oxidação de grande parte de compostos odorantes e reduz a emissão de gases com efeito de estufa.

Pode ser aplicada em:

- Aterros, de forma a reduzir os odores provenientes do biogás e dos lixiviados (Fontes Pontuais)

5.4.3. Técnicas de Adsorção

As técnicas de adsorção, físicas e químicas, são muito aplicáveis em indústrias cujos odores provem da emissão de compostos de azoto e de enxofre. A adsorção trata-se de

um método que ocorre quando uma superfície adsorvente, é exposta a um gás. Esta técnica pode ser aplicada de diversas formas, dependendo da interação entre o estado da superfície adsorvente e a substância odorífera, ou seja, se a interação é entre um gás-líquido ou um gás-sólido.

Na técnica de adsorção gás-sólido, o material adsorvente encontra-se no estado sólido e a substância a adsorver é um gás odorífero. O sólido utilizado possui características próprias conseguir adsorver compostos gasosos. Exemplos desta técnica é a adsorção por carvão ativado, o mais utilizado atualmente, sílica gel ou alumínio ativado normalmente com permanganato de potássio [62].

A adsorção pode ser realizada também entre um sólido e um líquido, a adsorção gás-líquido, onde é promovido o contato entre o ar odorífero e um líquido que atua como adsorvente. Esse líquido pode ter na sua composição aditivos químicos ou ser simplesmente água. Um exemplo desta técnica é a utilização de lavagem química.

Neste método podem ser aplicados diversos reagentes, dependendo do poluente a adsorver. No caso de se pretender remover amoníaco do gás, é utilizado ácido sulfúrico (H_2SO_4) ou outras soluções ácidas para a neutralização do amoníaco.

Caso o poluente a remover forem ácidos orgânicos aplicam-se soluções básicas como o hidróxido de sódio (NaOH) e para os mais comuns responsáveis por formação de odores, os sulfuretos e mercaptanos, é aplicado como reagente uma solução oxidante como o peróxido de hidrogénio (H_2O_2) ou permanganato de sódio ($KMnO_4$) [63].

As utilizações das técnicas de adsorção podem ser aplicadas juntamente com a utilização de catalisadores, como por exemplo o magnésio. Assim os compostos de azoto e de enxofre já decompostos são adsorvidos de forma seletiva pelo adsorvente. As interações químicas com a adsorção física eliminam o odor desagradáveis hidrocarbonetos.

- Instalações de tratamento de resíduos contaminados com hidrocarbonetos [64];
- Em estações de tratamento de águas residuais.

6. Monitorização de odores

Um plano eficiente de redução de odores não se baseia apenas na medição, avaliação e minimização de odores. Uma vez que se é possível reduzir a emissão de compostos odoríferos para a atmosfera, é estreitamente necessária uma monitorização das medidas aplicadas.

A implementação de técnicas de monitorização de odores em atividades com capacidade de gerar odores, como em indústrias de pastas de papel, instalações de tratamento de águas residuais, entre outras, é essencial pois a emissão de odores pode representar um perigo para a saúde dos funcionários das instalações como também a população nas áreas em redor.

A monitorização garante a conformidade com os requisitos impostos por normas bem como mantêm o plano de gestão eficiente, para além de possibilitar uma melhoria das condições ambientais. Pode representar como um sistema com capacidade para alertar sobre possíveis emissões acidentais de poluentes [65].

Existem algumas técnicas de forma a monitorizar a emissão de compostos odoríferos. Uma dessas será pelo meio de dispersão da pluma de odor, e que permite rastrear a origem do odor. Uma técnica bastante utilizada para este fim é o “nariz eletrónico” (e-nose). Trata-se de um equipamento científico desenvolvido com a finalidade de imitar o olfato do ser humano na deteção e identificação de odores [66].

A técnica de “nariz eletrónico” funciona como um conjunto de sensores químicos conectados com o objetivo de constituir um sistema de reconhecimento de padrões de odores. Os diferentes odores provocam diferentes respostas nos sensores químicos devido a esses padrões e assim fornecem um sinal característico de um determinado aroma.

De seguida, o sistema computacional faz uma avaliação desse aroma e permite comparar com outras diversas amostras de odor [67].

São diversas empresas no mundo que aplicam esta técnica de forma a minimizar os odores e em Portugal já estão a ser dados os primeiros passos para a implementação dessa técnica, através do projeto D-NOSE - Decentralised Network for Odour Sensing, Empowerment and Sustainability.

O projeto D-NOSE é um projeto a nível Europeu com início em 2018, financiado pela União Europeia e composta por mais de quinze parceiros de nove países que envolvem peritos em pesquisa, ciência, associações internacionais e inclusive universidades [68].

O principal objetivo do projeto é modificar a forma como é abordada a poluição causada pelos odores na atualidade, promovendo assim a implementação de legislação nacional sobre os odores. Outro propósito é a realização de mapeamento e monitorização de odores através de uma base de dados obtida através da participação de cidadãos [69].

7. Conclusões

Neste último capítulo do relatório são apresentadas as conclusões retiradas após a realização de toda a pesquisa e trabalho realizado no estágio.

Ao longo deste relatório foi feito e analisado a hipótese de desenvolvimento e implementação de legislação aplicada à emissão de odores a nível nacional, que contribuem para a poluição atmosférica, como forma de diminuir a emissão de odores em diversas atividades industriais e não industriais. Como objetivo principal no estágio e no presente relatório foi reunir documentos de suporte sobre técnicas de mitigação de odores que tenham a possibilidade de ser aplicadas nas atividades, que foram aqui apresentadas.

As preocupações com a poluição atmosférica têm ganho cada mais importância ao longo dos últimos anos. A sociedade está mais consciente que a emissão de substâncias nocivas para a atmosfera são passíveis de criar problemas na saúde dos seres humanos ao longo de anos de exposição às mesmas. De igual forma, percebe-se que a emissão de odores são uma parte da poluição atmosférica. Também se verifica que a caracterização de odor é considerada subjetiva, pois depende do indivíduo em si e dos costumes de uma sociedade. No entanto, a noção cada vez maior de que a emissão de odores pode ser prejudicial, a criação de normas em vários países ao redor do mundo têm sido desenvolvidas ao longo dos últimos anos e na União Europeia já são alguns Países que se enquadram nesse desenvolvimento. Em Portugal, a preocupação também tem vindo a crescer, porém a legislação aplicável a odores ainda não é muito desenvolvida.

A legislação passível de aplicar, bem como as formas de minimização de odores, podem depender do tipo de atividade que estão associadas e das substâncias e compostos emitidos para a atmosfera que efetivamente geram odores nocivos.

A lista de atividades aqui apresentadas pertencem a um conjunto de mais atividades com grandes potenciais de emissão de odores reconhecidas pela Agência Portuguesa do Ambiente e, portanto, verifica-se que são diversas as atividades que emitem odores.

Conclui-se também que a maioria dos pontos críticos de emissão de odores estão relacionados com a emissão de compostos orgânicos voláteis e de compostos reduzidos de enxofre. Deste modo, diversos métodos de minimização de odores têm como propósito a diminuição ou tratamento destes.

O controlo de odores encontra-se estritamente relacionado com a saúde pública, uma vez que, como objetivos principais na aplicação de técnicas de controlo e minimização de odores incluem a proteção da saúde das populações nas áreas circundantes onde se encontram os estabelecimentos passíveis de emitir odores.

O controlo de odores não deve passar apenas por instalações de mecanismos de redução dos mesmos, mas também a inclusão de medidas de prevenção e também da obtenção de conhecimento acerca das áreas envolventes.

É possível concluir que de facto que a consideração dos odores como parte da poluição atmosférica ser cada vez maior pelas populações e que existe a preocupação de criar legislações específicas aos odores.

No entanto, trata-se de um processo cujo desenvolvimento têm se verificado demoroso e , em Portugal, um pouco mais em relação a outros países da União Europeia como a Alemanha.

8. Bibliografia

- [1] Acerca de Odores. Consult. 10 Janeiro 2021, disponível em <https://odourobbservatory.org/pt/about-odours/>
- [2] APA, Guia de Caracterização de odores. (2020) Versão 1
- [3] Silva, M. Olfato. Consult. 12 Janeiro 2021, disponível em <https://www.infoescola.com/anatomia-humana/olfato/>
- [4] Schirmer, W. (2004). Amostragem, análise e proposta de tratamento de compostos orgânicos voláteis e odorantes na estação de tratamento de efluentes de uma refinaria de petróleo. Dissertação apresentada ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina, p.17
- [5] Héroux, M., Pagé, T., Célinas, G., e Guy, C. (2004). Evaluating odour impacts from a landfilling and composting site: involving citizens in the monitoring. *Water Science and Technology*, 50(4).
- [6] Schirmer W. (2004). Amostragem, análise e proposta de tratamento de compostos orgânicos voláteis e odorantes na estação de tratamento de efluentes de uma refinaria de petróleo. Universidade federal de Santa Catarina, p.22-23.
- [7] Silva, J. (2011). Biofiltros na remoção de compostos odoríferos: pesquisa de materiais. Universidade de Aveiro.
- [8] Balbinot A. (2010). Poluição olfativa- composição, mensuração e técnicas de tratamento de efluentes com potencial odorífero. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Escola de Engenharia, departamento de engenharia química.
- [9] Technical Overview of Volatile Organic Coumpunds. EPA: United States Environmental Protection Agency. Consult. 18 Janeiro 2021, disponível em <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/technical-overview-volatile-organic-compounds>.

[10] Technical Overview of Volatile Organic Compounds. EPA: United States Environmental Protection Agency. Consult. 28 Setembro 2021, disponível em <https://www.epa.gov/indoor-air-quality-iaq/technical-overview-volatile-organic-compounds>.

[11] Counti, C., Guarino, M., e Bacenetti, J. (2020). Measurements techniques and models to assess odor annoyance: A review. Environmental International. vol 134.

[12] Olfatometria Dinâmica. Consult. 20 Janeiro 2021, disponível em <https://odourobervatory.org/pt/dynamic-olfactometry/>.

[13] Processo normativo en Chile. Consult. 27 Janeiro 2021, disponível em http://olfatometriadinamica.cl/olfatometriadinamica.cl/proceso_normativo.php/

[14] De Melo Lisboa, H. (2010). Metodologia olfatométrica para avaliação do impacto odorante. Florianópolis, UFSC, p.48

[15] De Melo Lisboa, H., Lacey, M., Schirmer, W., e Filho, P. (Ed). (2006). Utilização da Olfatometria dinâmica na verificação da eficácia de neutralizador de odor industrial. Asociación Interamericana de ingeniería sanitaria y ambiental- AIDIS. XXX congreso interamericano de ingeniería sanitaria y ambiental.

[16] Junior, G. (2005). Otimização e avaliação de metodologias olfatométricas voltadas ao saneamento ambiental. Tese de Doutorado apresentado ao curso pós-graduação de engenharia ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina, p.52

[17] De Melo Lisboa, H. (2010). Metodologia olfatométrica para avaliação do impacto odorante. Florianópolis, UFSC, p.29

[18] Lacey, M., Schirmer, W., e De Melo Lisboa, H. (2008). Olfactometry as a tool for the efficiency verification of industrial odor neutralizer. *Ambiência - Revista do Setor de Ciências Agrárias e Ambientais*, 4(3), 371-377

[19] De Almeida, A. (2018). Avaliação e gestão da incomodidade dos Odores. Aveiro: Universidade de Aveiro, p.59-60

[20] Inspeção de campo. Consult. 9 Fevereiro 2021, disponível em <https://odourobbservatory.org/pt/measuring-odour/field-inspection/>

[21] Viera, M. (2013). Abordagem de procedimentos legais para o controle de incómodos olfactivos. Dissertação apresentado ao Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental. Universidade Federal de Santa Catarina, p.57

[22] Bax, C., Sironi, S., e Capelli L. (2020). How can odors be measured? An overview of methods and their applications. Journal Atmosphere, 11(1), p.5

[23] Bokowa, A., Diaz, C., Koziel, J.A., McGinley, M., Barclay, J., Schauburger, G., Guillot, J., M., Sneath, R., Capelli, L., Zorich, V.; et al. (2021). Summary and Overview of the Odour Regulations Worldwide. Atmosphere, p.3

[24] Como Medir Odores. (2012). Eurofins.

[25] Henriques, A. (2012). Responsabilidade Ambiental: gerir riscos e antecipar oportunidades. [Versão eletrónica]. Industria e Ambiente n.º 71, p.1-60

[26] Frechen, B. (2000). Odour measurement and odour policy in Germany. Water Science and Technology, 41(6), 17-24

[27] Olfactometry - Odour threshold determination - Instructions for application and performance characteristics. Consult. 20 Fevereiro 2021, disponível em <https://standards.globalspec.com/std/1356004/vdi-3881-blatt-4>

[28] Analysis of existing regulations in odour pollution, odour impact criteria 1. (2019), p.19

[29] Bokowa, A., Diaz, C., Koziel, J.A., McGinley, M., Barclay, J., Schauburger, G., Guillot, J.-M., Sneath, R., Capelli, L., Zorich, V., et al. (2021). Summary and Overview of the Odour Regulations Worldwide. Atmosphere, p.12

[30] The Law of 5 of October 2006 on Livestock Odour Impact Control. Ministry of Housing, Spatial Planning and the Environment: The Hague, The Netherlands. 2006. Consult. 8 Abril 2021, disponível em <https://wetten.overheid.nl/BWBR0020396/>

[31] Bokowa, A., Diaz, C., Koziel, J.A., McGinley, M., Barclay, J., Schauburger, G., Guillot, J.-M., Sneath, R., Capelli, L., Zorich, V., et al.(2021). Summary and Overview of the Odour Regulations Worldwide. Atmosphere, p.14

[32] Bokowa, A., Diaz, C., Koziel, J.A., McGinley, M., Barclay, J., Schauburger, G., Guillot, J.-M., Sneath, R., Capelli, L., Zorich, V., et al. (2021). Summary and Overview of the Odour Regulations Worldwide. Atmosphere, p.52

[33] Menéndez, U. (2019). Environmental law in Spain. Consult. 12 Abril 2021, disponível em <https://www.lexology.com/library/detail.aspx?g=dcb5e5f7-fe5e-417f-a8d8-878a2e5b036f>.

[34] Finally it has been published the first regional legislation in Spain that includes “Odour” as a pollutant. (2011). Consult. 15 Abril 2021, disponível em <https://olores.org/de/news-recent/odour-regulations/161-finally-it-has-been-published-the-first-autonomic-legislation-in-spain-that-includes-odour-as-a-pollutant>

[35] Pereira, P., Teixeira, S., Monjardino, J., e Mendes, L. (2017). Programa de Monitorização de Odores no Ecoparque da Abrunheira

[36] Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território. (2013). Decreto-Lei n.º127/2013. *Diário da República, 1ª Série, n.º 167, 5324 – 5389.*

[37] Ministério do Ambiente e do Ordenamento do Território.(2005). Decreto-Lei n.º 85/2005. *Diário da República, 1ª Série, n.º 82, 3214 – 3235.*

[38] Teixeira, S. (2014). Pesquisa de materiais com propriedades desodorizantes para gases oriundos de compostagem. Tese a apresentar à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto,p.16

[39] Manteigas, M. Controlo de Odores em Estações de Tratamento de águas Residuais: Tecnologias e Exemplos de Aplicação,p.5

[40] Teixeira, S. (2014). Pesquisa de materiais com propriedades desodorizantes para gases oriundos de compostagem. Tese a apresentar à Faculdade de Ciências da Universidade do Porto, p.18

[41] Chernicharo, C., Stuetz, R., Souza, C., e Melo, G. (2011). Contribuição para o projeto de biofiltros aplicados ao tratamento de emissões odorantes provenientes de reatores anaeróbios. Nota técnica, p.59

[42] Carvão Ativo ou Ativado para Filtração de águas e Efluentes. Consult. 15 Junho 2021, disponível em <https://www.naturaltec.com.br/filtro-carvao-ativado-remocao-sabor-odores/>

[43] Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries.(2005).p.193

[44] Vella, K. (2016). Decisão da execução (UE) da comissão que estabelece conclusões sobre as melhores técnicas disponíveis (MTD) para as indústrias de metais não ferrosos, nos termos da Diretiva 2010/75/UE do Parlamento Europeu e do Conselho. Jornal Oficial da União Europeia, n.º 3563, p.48

[45] Legner, C. (2019). Controle de Odores nas elevatórias. Revista TAE – especializada em tratamento de água & efluentes, 49. Consult. 18 Agosto 2021, disponível em <https://www.revistatae.com.br/Artigo/155/controle-de-odor-nas-elevatorias>

[46] Oxidadores térmicos. Consult. 20 Agosto 2021, disponível em <https://www.babcock-wanson.com/pt-pt/categoria-produto/oxidadores-termicos/>

[47] Suhr, M., Klein, G., Kourti, J., Gonzalo, M., Santonja, G., Roudier, S., e Sancho.L. (2015). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Production of Pulp, Paper and Board, p.244

[48] Controle de odor industrial: como é usado o lavador de gases em estações de tratamento de esgoto. Consult. 20 Agosto 2021, disponível em <https://www.fluidfeeder.com.br/blog/controle-de-odor-industrial-como-e-usado-o-lavador-de-gases-em-estacoes-de-tratamento-de-esgoto/>

[49] Antunes, R., Mano, A. (Ed). Odores em Estações de Tratamento de Águas Residuais.7º Congresso das Águas, p.11

- [50] Prates, L. (2014). Estudo da eficiência de coleta de material particulado em um lavador de gases típico. Universidade Federal do Espírito Santo, p.10
- [51] Conclusões MTD para a produção de pasta de papel, papel e cartão.(2014). Jornal Oficial da União Europeia, p.97
- [52] Integrated Pollution Prevention and Control. Reference Document on Best Available Techniques in the Slaughterhouses and Animal By-products Industries. (2005), p.197
- [53] Vella, K. (2017). Decisão da execução da comissão que estabelece as conclusões sobre as melhores técnicas disponíveis (MTD) para a refinação de petróleo e de gás, nos termos da Diretiva 2010/75/UE do Parlamento Europeu e do Conselho relativa às emissões industriais. Jornal Oficial da União Europeia, p.62
- [54] Szarblewski, M., Schneide,R., e Machado, E. (2012). Métodos para remoção de sulfeto de hidrogênio de efluentes gasosos aplicáveis a reatores anaeróbio. Revista Jovens Pesquisadores,10(1), p.69
- [55] Cusano,G., Gonzalo,M., Farrell, F., Remus, R., Roudier, S., e Sancho,L . (2017). Best Available Techniques (BAT) Reference Document for the Non-Ferrous Metals Industries,p. 1038
- [56] Biogas desulfurization – industrial emission treatment technique (air pollution control and odor control). Consult. 30 Agosto 2021, disponível em <https://task.be/en/biogas-desulfurization/>
- [57] O que é dessulfuração. Consult. 30 Agosto 2021, disponível em <https://www.mecanicaindustrial.com.br/561-o-que-e-dessulfuracao/>
- [58] Barcza M. (2017). Hidrotratamento, p.2
- [59] Berg, J. (2002). The Role of Surfactants. Textile Science and Technology, 13(5), 149-198
- [60] Que tipos de Tratamento são Utilizados Numa ETAR. Consult. 31 Agosto 2021, disponível em <https://www.azores.gov.pt/Gra/srrn-drotrh/conteudos/faqs/2009/Abril/Tratamentos+utilizados+numa+ETAR.htm?lang=pt&area=ct>

- [61] Mendes, L. (2012). Emissão e controlo de odores em aterros sanitários. Dissertação apresentada à Universidade de Aveiro, p.55-56
- [62] Antunes, R., Mano, A. (Ed). Odores em Estações de Tratamento de Águas Residuais. 7º Congresso das Águas, p.13
- [63] Antunes, R., Mano, A. (Ed). Odores em Estações de Tratamento de Águas Residuais. 7º Congresso das Águas, p.12
- [64] Fang, J., Meng, X., Xu, G., Yue, Y., Cong, P., Xiao, C., e Guo, W. (2016). Odor-Treatment Technology for Recovered Hydrocarbons From Oily Waste in a Thermal-Desorption Unit, p.1
- [65] Odour monitoring system. Consult. 31 Agosto 2021, disponível em <https://oizom.com/product/odosense-odour-monitoring-system/>
- [66] Instrumental Monitoring. Consul. 1 Setembro 2021, disponível em <https://odourobservatory.org/measuring-odour/instrumental-monitoring/>
- [67] Mottram, D., & Elmore, J. (2003). Sensory Evaluation: Aroma. The University of Reading, Whiteknights, Reading, 2ª edição, 5174-5180
- [68] D-NOSES. Consult. 4 Setembro 2021, disponível em <https://www.lipor.pt/pt/inovar/projetos-financiados/d-noses/>
- [69] Projeto D-Noses. Consult. 4 Setembro 2021, disponível em <https://www.cm-sjm.pt/pt/ambiente-projeto-d-noses>

