



**UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA  
CENTRO TECNOLÓGICO  
DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA  
AMBIENTAL**

**MAGNUN MACIEL VIEIRA**

**ABORDAGEM DE PROCEDIMENTOS LEGAIS PARA O  
CONTROLE DE INCÔMODOS OLFATIVOS**

**FLORIANÓPOLIS  
2013**

[magnun.vieira@ufsc.br](mailto:magnun.vieira@ufsc.br)

Magnun Maciel Vieira

**ABORDAGEM DE PROCEDIMENTOS LEGAIS PARA O  
CONTROLE DE INCÔMODO OLFATIVOS**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina para a obtenção do grau de Mestre em Engenharia Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Henrique de Melo Lisboa

Florianópolis  
2013

V658a Vieira, Magnun Maciel

Abordagem de procedimentos legais para o controle de incômodos olfativos [dissertação] / Magnun Maciel Vieira ; orientador, Henrique de Melo Lisboa. – Florianópolis, SC, 2013.

195 p.

Dissertação (mestrado) - Universidade Federal de Santa Catarina, Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental.

Inclui referências

1. Engenharia ambiental. 2. Odores – Regulação. 3. Ar – Poluição – Aspectos ambientais. 4. Odores – Emissão. 5. Impacto ambiental. I. Lisboa, Henrique de Melo. II. Universidade Federal de Santa Catarina. Centro Tecnológico. Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental. III. Título.

CDU: 628.4

*Catálogo na fonte por: Onélia Silva Guimarães CRB-14/071*

# “ABORDAGEM DE PROCEDIMENTOS LEGAIS PARA O CONTROLE DE INCÔMODOS OLFATIVOS”

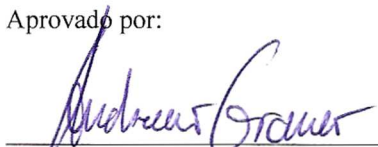
**MAGNUN MACIEL VIEIRA**

Dissertação submetida ao corpo docente do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina como parte dos requisitos necessários para obtenção do grau de

**MESTRE EM ENGENHARIA AMBIENTAL**

na Área de Engenharia Ambiental.

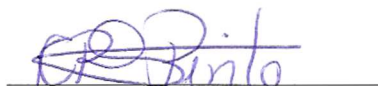
Aprovado por:



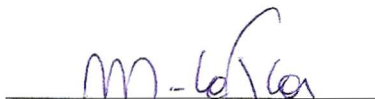
Prof. Andreas Friedrich Grauer, Dr.  
Edubras



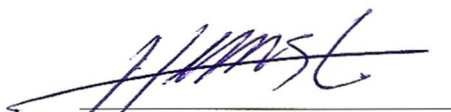
Prof. Paulo Belli Filho, Dr.  
Universidade Federal de Santa Catarina



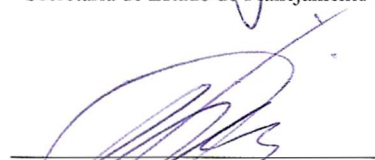
Prof.ª Cátia Regina de Carvalho Pinto, Dr.ª.  
Universidade Federal de Santa Catarina



Eng. Murilo Xavier Flores, Dr.  
Secretaria de Estado do Planejamento



Prof. Henrique de Melo Lisboa, Dr.  
(Orientador)



Prof. William Gerson Matias, Dr.  
Coordenador do Curso

FLORIANÓPOLIS, SC – BRASIL  
ABRIL/2013



Este trabalho é dedicado a todos os brasileiros que, de alguma forma, sofrem com incômodos olfativos devido à falta de políticas de controle que estabeleçam metodologias e critérios objetivos de avaliação de impacto ambiental de emissões odorantes.





## AGRADECIMENTOS

Primeiramente, gostaria de agradecer a Deus pelas oportunidades que tive durante toda a minha vida e pela inspiração que me permitiu desenvolver este trabalho.

Aos meus pais e irmãos pelo suporte, carinho e compreensão de sempre, além do apoio e incentivo incondicional aos meus estudos.

Ao Professor Henrique de Melo Lisboa pela atenção e dedicação na revisão deste trabalho e pela confiança em mim depositada.

À Karine Rosa Gasparelo pelo carinho e companheirismo marcante e por todos os momentos que estive ao meu lado incentivando e ajudando a me manter lúcido.

Ao colega de mestrado e amigo Marlon Brancher com quem tive a oportunidade de trabalhar e conviver durante esses três últimos anos.

Às colegas do LCQAR, Luisa, Flávia e Paula, pela colaboração na pesquisa de legislações nacionais.

Aos meus grandes amigos de infância, Alex Vieira, Juliano Lückmann e Tiago José da Silva, e aos amigos Gilson Miranda e Waldir Schirmer que, mesmo distantes, sempre se fizeram presentes.

Aos membros da banca que prontamente aceitaram o convite e contribuíram para o melhoramento deste trabalho.

À Universidade Federal de Santa Catarina, onde estudo desde os 6 anos de idade, e aos docentes do Programa de Pós-graduação em Engenharia Ambiental, especialmente ao Professor Daniel José da Silva, pelos sábios ensinamentos.

Ao Conselho Nacional de Pesquisa e Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) pelo apoio financeiro na forma de bolsa.

À comunidade científica pela dedicação na busca de soluções para os problemas da sociedade. Meus sinceros agradecimentos a Jim Nicell, Phil Longhurst e Richard Leduc, com quem pude compartilhar valiosas informações e experiências.



Fiquei um bom tempo olhando o mármore até nele enxergar o Davi. Aí, peguei o martelo e o cinzel e tirei tudo que não era Davi.

(Michelangelo, 1475-1564)



## RESUMO

Incômodos causados por odores se tornaram um grande problema ambiental nas últimas décadas. Emissões odorantes podem causar sérios impactos sobre o bem-estar e a qualidade de vida da população. Dessa forma, instrumentos de regulação adequados são necessários para prevenir ou mitigar tais impactos. Nesse contexto, uma abordagem de procedimentos legais para o controle de incômodos olfativos é proposta, tendo em vista a realidade brasileira. Para tanto, é realizada uma pesquisa bibliográfica e documental a respeito dos diversos elementos que compõem a problemática ambiental dos odores, incluindo um levantamento das legislações vigentes sobre poluição atmosférica e odores. A análise do quadro regulamentar nacional revelou que, de maneira geral, os requisitos para o controle de incômodos olfativos se baseiam nos princípios do Direito Comum e apontou as limitações das abordagens empregadas atualmente. A abordagem proposta neste trabalho prevê a adoção das Melhores Técnicas Disponíveis e considera os diferentes fatores que afetam o impacto odorante, coletivamente conhecidos como FIDOL (Frequência, Intensidade, Duração, Ofensividade e Localização). Além disso, inclui a participação da comunidade na avaliação dos impactos percebidos. Mais especificamente, a abordagem proposta se baseia no estabelecimento de diretrizes para Distâncias Mínimas de Separação, Padrões Máximos de Emissão, Padrões Máximos de Impacto e Padrões Máximos de Incômodo. Metodologias para avaliação de impacto odorante no processo de licenciamento ambiental de instalações potencialmente poluidoras e procedimentos para apuração de queixas de odor também são incluídos. Espera-se que este trabalho possa contribuir para a difusão de conhecimentos na área de olfatosmetria e colaborar para o desenvolvimento de políticas públicas de controle de incômodos olfativos no Brasil.

**Palavras-chave:** Odor. Regulação de emissões odorantes. Incômodos olfativos. Avaliação de impacto odorante. Poluição do Ar.



## ABSTRACT

Nuisances caused by odours have become a major environmental problem in recent decades. Odorous emissions can cause serious impacts on community well-being and quality of life. Thus, appropriate regulatory tools are needed to prevent or mitigate such impacts. In this context, an approach of legal procedures for odour nuisance control is proposed, in view of the Brazilian reality. For that, a bibliographical and documental research about the various elements that make up the environmental issues related to odour emissions is performed, including a survey of the current laws and regulations on atmospheric pollution and odours. Analysis of the national regulatory framework revealed that, in general, requirements for odour control nuisance are based on the principles of the Common Law and pointed out the limitations of the currently employed approaches. The approach proposed in this work provides for the adoption of the Best Available Techniques and considers the different factors that affect odour impacts, collectively known as FIDOL (Frequency, Intensity, Duration, Offensiveness and Location). It also includes community participation in the assessment of the perceived impacts. More specifically, the proposed approach is based on the establishment of guidelines for Minimum Separation Distances, Maximum Emission Standards, Maximum Impact Standards and Maximum Annoyance Standards. Methods for odour impact assessment in the environmental permitting process of potentially polluting facilities and procedures for investigating odour complaints are also included. It is hoped that this work could contribute to the dissemination of knowledge in the field of olfactometry and collaborate for the development of public policies for odour nuisance control in Brazil.

**Keywords:** Odour. Odour regulation. Odour nuisance. Odour impact assessment. Air pollution.





## LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Representação da percepção humana dos odores.....	38
Figura 2 – Representação de uma Roda de Odores.....	44
Figura 3 – Escala de hedonicidade – 21 pontos.....	45
Figura 4 – Escala de hedonicidade – 9 pontos.....	46
Figura 5 – Representação visual de uma escala de incômodo.....	47
Figura 6 – Olfatômetro Zwaardemaker – Holanda,1886.....	61
Figura 7 – Olfatômetro Odile, Odotech Inc. – Canadá.....	61
Figura 8 – Representação esquemática do funcionamento de um olfatômetro de diluição dinâmica.....	62
Figura 9 – Olfatômetros de campo – da esquerda para direita: Nasal Ranger, Mask Scentometer e Box Scentometer.....	66
Figura 10 – Representação de uma linha temporal de concentração de odor para três intervalos de tempo.....	71
Figura 11 – Representação de uma Rede de Percepção de Odor.....	76
Figura 12 – Representação de uma grade receptora para realização de inspeções de campo.....	78
Figura 13 – Nasal Ranger utilizado em avaliações de campo.....	79
Figura 14 – Componentes do sistema do olfatômetro Odile.....	119
Figura 15 – Saídas de ar propostas a um jurado.....	120
Figura 16 – Medições de temperatura e pressão em chaminé para determinação da vazão volumétrica dos gases.....	122
Figura 17 – Intensidade odorante – Chaminé 10.....	125
Figura 18 – Hedonicidade odorante – Chaminé 10.....	126
Figura 19 – Caráter odorante - Chaminé 10.....	126
Figura 20 – Fluxograma do modelo de avaliação de impacto odorante para novas instalações ou para ampliação de instalações existentes.....	142
Figura 21 – Fluxograma do modelo de avaliação de impacto odorante para instalações existentes.....	144



## LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Limites de percepção olfativa e características de alguns dos principais compostos odoríferos. ....	42
Tabela 2 – Escala de hedonicidade de 9 pontos com descritores específicos para cada ponto.....	46
Tabela 3 – Exemplo de escala estática de referência para intensidade odorante utilizando n-butanol. ....	49
Tabela 4 – Escala de categorias para intensidade odorante.....	51
Tabela 5 – Fatores que determinam o grau de incômodo odorante.....	53
Tabela 6 – Síntese das principais técnicas analíticas empregadas para análise de compostos odoríferos. ....	58
Tabela 7 – Padrões nacionais de qualidade do ar.....	87
Tabela 8 – Chaminés representativas e suas correlatas.....	118
Tabela 9 – Processos produtivos e chaminés associadas.....	124
Tabela 10 – Concentração odorante – chaminé 10.....	125
Tabela 11 – Síntese dos resultados – olfatometria de diluição dinâmica ..	127
Tabela 12 – Síntese dos resultados – olfatometria estática. ....	128
Tabela 13 – Análise do conjunto de todas as atividades geradoras de substâncias odoríferas.....	130
Tabela 14 – Abordagens e critérios de conformidade propostos.....	137



## LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

AFNOR	Associação Francesa de Normalização
ASTM	Sociedade Americana para Testes de Materiais
BREF	Documentos de Referência para aplicação da Melhores Técnicas Disponíveis
C	Concentração odorante
CEN	Comissão Europeia de Normalização
CNTP	Condições Normais de Temperatura e Pressão
CEPRAM	Conselho Estadual do Meio Ambiente da Bahia
CETESB	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
CG	Cromatografia Gasosa
CO	Monóxido de Carbono
CODEAMA	Centro de Desenvolvimento, Pesquisa e Tecnologia do Estado do Amazonas
COEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente do Ceará
COMMAM	Conselho Municipal do Meio Ambiente de Vitória da Conquista
CONAMA	Conselho Nacional do Meio Ambiente
CONPLAM	Conselho Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente de Natal
CONSEMA	Conselho Estadual do Meio Ambiente de Santa Catarina
COPAM	Conselho Estadual de Política Ambiental de Minas Gerais
COV	Compostos Orgânicos Voláteis
D	Diâmetro
DMS	Distâncias Mínimas de Separação
DT	Dessorção Térmica
D/T	<i>Dilution-to-Threshold</i>
ED <sub>50</sub>	Dose Efetiva para 50% da população
e.g.	<i>Exempli gratia</i> (por exemplo)
EIOR	Escala de Intensidade de Odor de Referência
EM	Espectrometria de Massas
EN	Norma Europeia
ENS	Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental
ERT	Enxofre Reduzido Total
etc.	<i>Et cetera</i> (e outras coisas, e assim por diante)
et al.	<i>Et alii</i> (e outros)
EU	União Europeia

EUA	Estados Unidos da América
FATMA	Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina
FIDOL	Denominação dada ao conjunto de fatores que afetam o impacto odorante: Frequência, Intensidade, Duração, Ofensividade e Localização
g	Gramas
h	Hora
H <sub>2</sub> S	Sulfeto de Hidrogênio
IAP	Instituto Ambiental do Paraná
IBAMA	Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis
i.e.	<i>Id est</i> (isto é, ou seja, em outras palavras)
IPPC	Prevenção e Controle Integrados da Poluição
ISO	Organização Internacional para Normalização
IT	Instruções Técnicas
JND	Diferença apenas perceptível
LCQAr	Laboratório de Controle da Qualidade do Ar
LPO	Limite de Percepção de Odor
m <sup>3</sup>	Metro cúbico
MODD	Distância Máxima de Dispersão de Odor
MP <sub>10</sub>	Material Particulado inalável, com diâmetro aerodinâmico menor que 10 µm
MSD	Distâncias Mínimas de Separação
MTD	Melhores Técnicas Disponíveis
n°	Número
NAAQS	<i>National Ambient Air Quality Standards</i>
NO <sub>2</sub>	Dióxido de Nitrogênio
O <sub>3</sub>	Ozônio
ODD	Olfatometria de Diluição Dinâmica
OMS	Organização Mundial da Saúde
PME	Padrão Máximo de Emissão
PMIm	Padrão Máximo de Impacto
PMIn	Padrão Máximo de Incômodo
PNMA	Política Nacional do Meio Ambiente
ppb	Partes por bilhão
PPGEA	Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental
ppm	Partes por milhão
PTA	Poluentes Tóxicos do Ar
PTS	Partículas Totais em Suspensão
Q	Vazão volumétrica dos gases, em base úmida, na condição padrão para olfatometria (20°C e 101,3 kPa)

RPO	Rede de Percepção de Odor
s	Segundo
SEDAM	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental de Rondônia
SEDAR	Sistema Estadual de Desenvolvimento Ambiental de Rondônia
SEDEMA	Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Amazonas
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente do Maranhão
SEMA	Secretaria do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Estado do Paraná
SEMAGO	Superintendência Estadual do Meio Ambiente de Goiás
SISNAMA	Sistema Nacional do Meio Ambiente
SLAM	Sistema de Licenciamento Ambiental
SLAP	Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras
SO <sub>2</sub>	Dióxido de Enxofre
TEO	Taxa de Emissão Odorante
TEO <sub>t</sub>	Taxa de Emissão Odorante Total
TON	Número de Limiares de Odor
UFIR	Unidade Fiscal de Referência
UFSC	Universidade Federal de Santa Catarina
UNFPA	Fundo de População das Nações Unidas
UO	Unidade de Odor
USEPA	Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos
v.	<i>Vide</i> (veja)
VDI	Associação Alemã de Engenharia
Z	Fator de Diluição





## SUMÁRIO

<b>CAPÍTULO I</b>	
<b>INTRODUÇÃO.....</b>	<b>29</b>
1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA .....	29
1.2 JUSTIFICATIVA.....	32
1.3 OBJETIVOS .....	34
1.4 METODOLOGIA DO ESTUDO.....	34
1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO.....	35
<b>CAPÍTULO II</b>	
<b>ESTADO DA ARTE SOBRE OS FUNDAMENTOS DA</b>	
<b>PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DOS ODORES .....</b>	<b>37</b>
2.1 ODORES.....	37
2.2 PERCEPÇÃO ODORANTE.....	38
2.3 ODORES E SEUS IMPACTOS NA SAÚDE HUMANA.....	39
2.4 FONTES DE ODOR E PRINCIPAIS COMPOSTOS ODORÍFEROS	40
2.5 CARACTERÍSTICAS DOS ODORES .....	43
2.5.1 Caráter.....	43
2.5.2 Hedonicidade .....	45
2.5.3 Concentração .....	47
2.5.4 Intensidade .....	48
2.5.5 Persistência .....	51
2.6 FATORES QUE AFETAM O IMPACTO ODORANTE.....	52
2.6.1 Frequência.....	54
2.6.2 Intensidade .....	54
2.6.3 Duração.....	55
2.6.4 Ofensividade .....	55
2.6.5 Localização .....	55
2.7 METROLOGIA DOS ODORES .....	56
2.7.1 Métodos analíticos .....	57
2.7.2 Métodos sensoriais.....	59
2.7.3 Métodos senso-instrumentais (nariz eletrônico) .....	67
2.8 METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO	
AMBIENTAL DE EMISSÕES ODORANTES .....	69

2.8.1 Modelagem matemática da dispersão atmosférica .....	69
2.8.2 Avaliação de impacto odorante em campo.....	72
2.8.2.1 Investigação e análise de queixas .....	73
2.8.2.2 Enquete olfatométrica .....	73
2.8.2.3 Questionários repetidos .....	74
2.8.2.4 Rede de Percepção de Odor .....	75
2.8.2.5 Inspeções de campo.....	77
2.8.2.6 Olfatômetro de campo.....	79
2.9 ABORDAGENS REGULATÓRIAS PARA O CONTROLE DE INCÔMODOS OLFATIVOS .....	80

### **CAPÍTULO III**

#### **QUADRO REGULAMENTAR NACIONAL: POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E SUAS ESPECIFICIDADES COM RELAÇÃO AO CONTROLE DE INCÔMODOS OLFATIVOS..... 83**

3.1 LEGISLAÇÃO FEDERAL.....	84
3.2 LEGISLAÇÕES ESTADUAIS E MUNICIPAIS .....	89
3.2.1 Região Sudeste .....	90
3.2.2 Região Centro-Oeste .....	97
3.2.3 Região Norte .....	101
3.2.4 Região Nordeste.....	106
3.2.5 Região Sul.....	113

### **CAPÍTULO IV**

#### **APLICAÇÃO DA RESOLUÇÃO SEMA Nº 054/2006: CASO DE MÚLTIPLAS FONTES EMISSORAS..... 117**

4.1 AMOSTRAGEM DO EFLUENTE GASOSO .....	117
4.2 ANÁLISES OLFATOMÉTRICAS .....	117
4.2.1 Olfatometria de diluição dinâmica .....	119
4.2.2 Olfatometria estática .....	121
4.3 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO VOLUMÉTRICA DOS GASES ...	122
4.4 DETERMINAÇÃO DA TAXA DE EMISSÃO ODORANTE.....	122
4.5 VERIFICAÇÃO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL .....	123
4.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO .....	124
4.6.1 Chaminé número 10 .....	124
4.6.2 Síntese dos resultados .....	127
4.6.3 Verificação do atendimento à legislação.....	129

<b>CAPÍTULO V</b>	
<b>UMA ABORDAGEM DE PROCEDIMENTOS LEGAIS PARA O</b>	
<b>CONTROLE DE INCÔMODO OLFATIVOS .....</b>	<b>131</b>
5.1 INCÔMODO OLFATIVOS E A NECESSIDADE DA	
REGULAÇÃO DE EMISSÕES ODORANTES .....	132
5.2 UMA ABORDAGEM DE PROCEDIMENTOS LEGAIS PARA	
O CONTROLE DE INCÔMODO OLFATIVOS .....	135
5.2.1 Diretrizes para Distâncias Mínimas de Separação (DMS) .....	137
5.2.2 Padrões Máximos de Emissão (PME) .....	138
5.2.3 Padrões Máximos de Incômodo (PMIn) .....	138
5.2.4 Padrões Máximos de Impacto (PMIm) .....	139
5.3 MODELO PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO ODORANTE	
NO PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL .....	140
5.3.1 Novas instalações ou ampliação de instalações existentes.....	141
5.3.2 Instalações existentes .....	143
5.4 VERIFICAÇÃO DE QUEIXAS DE ODOR.....	145
<b>CAPÍTULO VI</b>	
<b>CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES .....</b>	<b>147</b>
6.1 CONCLUSÕES .....	147
6.2 RECOMENDAÇÕES .....	149
<b>REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS .....</b>	<b>151</b>
<b>ANEXO A – CASO DE JURISPRUDÊNCIA NO ESTADO DE</b>	
<b>SANTA CATARINA.....</b>	<b>171</b>



# CAPÍTULO I

## INTRODUÇÃO

Este capítulo apresenta uma visão geral da problemática ambiental dos odores, destacando a necessidade de medir e avaliar os impactos causados por esse poluente e as razões pelas quais esse deve ser regulamentado. Além disso, apresenta os objetivos geral e específicos e descreve a metodologia do estudo, assim como a estrutura do trabalho.

### 1.1 APRESENTAÇÃO DO TEMA

Nas últimas décadas, devido à crescente industrialização e ao crescimento das cidades, intensificou-se a preocupação do homem em relação ao meio ambiente, à qualidade de vida e ao bem estar, assim como a busca de soluções para conflitos de ordem ambiental.

De acordo com um relatório do Fundo de População das Nações Unidas (UNFPA), 50% da população mundial (aproximadamente 3,5 bilhões de pessoas) viviam em áreas urbanas em 2010. No Brasil, esse percentual era ainda mais elevado, da ordem de 87%, com uma perspectiva de crescimento populacional de 0,8% ao ano até 2015 (UNFPA, 2011). Essa perspectiva, aliada a indicadores econômicos favoráveis, sugere uma expansão cada vez maior dos setores industrial e agrícola. Isto resulta em uma proximidade cada vez maior entre fontes de poluição e a população que vive nas cidades e no campo.

O ar ambiente contém uma mistura de compostos químicos, lançados na atmosfera a partir das atividades cotidianas de instalações industriais e comerciais, que fazem parte da sociedade moderna. Dessa

forma, a exposição a essas substâncias tornou-se parte da vida moderna. Entretanto, eventualmente, os cidadãos podem considerar irritantes e desagradáveis os odores dessas substâncias e em algum momento declará-los um incômodo (MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000).

Incômodos causados por odores são um problema social que data do início dos tempos (MILHAU; HAMELIN; TATRY, 1994) e que se tornou um sério problema ambiental nas últimas décadas (CUSANO et al., 2010). Emissões odorantes podem causar grande incômodo na vizinhança da fonte emissora, especialmente em áreas densamente povoadas (FRECHEN, 2001).

Os odores constituem a principal causa de queixas relacionadas à poluição do ar feitas a agências reguladoras e órgãos governamentais (MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000; HENSHAW; NICELL; SIKDAR, 2006; NICELL, 2009) e representam um problema social crescente em países industrializados (RANZATO et al., 2012). Por essa razão, o odor tem se tornado, cada vez mais, um assunto de interesse internacional.

Um incômodo odorante é geralmente o resultado de uma série de episódios de odor experimentados e interpretados de forma negativa por um indivíduo ou uma população. A frequência e a duração desses episódios, além da intensidade e a ofensividade dos odores, contribuem para a experiência de incômodo (MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000). A localização, que está relacionada à natureza das atividades humanas e à expectativa e à sensibilidade do meio receptor, também é um fator importante que afeta o incômodo odorante (FREEMAN; CUDMORE, 2002). Esse conjunto de fatores, que influenciam o impacto e o grau de incômodo odorante, é coletivamente conhecido como FIDOL.

Diversas são as fontes de odor que podem expor uma população a incômodos olfativos. Fábricas de processamento de subprodutos de origem animal, indústrias de papel e celulose, curtumes, aterros sanitários, estações de tratamento de esgoto, e instalações de criação intensiva de animais, estão comumente envolvidos em reclamações devido a episódios de exposição a altas concentrações de odor. Vale destacar que os odores podem estar relacionados tanto às matérias-primas, aos subprodutos ou produtos intermediários, quanto aos produtos finais.

Além de incômodos olfativos, os odores também podem causar efeitos adversos sobre a saúde humana e danos ao meio ambiente. Dentre

esses, está o comprometimento da qualidade ambiental, o desconforto a um indivíduo ou a uma população e a interferência em atividades comerciais e econômicas (NICELL, 2009). Esses efeitos, associados à frequência de reclamações do público, decorrentes de impactos odorantes, revelam a necessidade de medidas para eliminar ou reduzir esse problema (SHUSTERMAN, 1992).

Instrumentos de regulação adequados são necessários para minimizar os impactos das emissões odorantes sobre a população. A busca pela melhor forma de regular a emissão de odores começou provavelmente há milhares de anos, em uma comunidade que sofria com odores irritantes (MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000). No entanto, a avaliação e a regulação de emissões odorantes ainda são consideradas tarefas difíceis (RANZATO et al., 2012). Isso está relacionado aos inúmeros fatores que influenciam tanto a dispersão do odor como a sua percepção, que pode ser bastante heterogênea em uma comunidade (HENSHAW; NICELL; SIKDAR, 2006). De fato, o incômodo olfativo pode ser causado por diversos compostos químicos, frequentemente encontrados em concentrações difíceis de serem detectadas pelos instrumentos analíticos disponíveis atualmente; o odor resultante de misturas complexas não pode ser facilmente previsto; a percepção dos odores é em grande parte subjetiva e influenciada por valores e memórias individuais; o impacto das fontes de odor sobre a qualidade do ar é regido por complexos processos de dispersão atmosférica; a intensidade da poluição odorante muda de acordo com a hora do dia e as condições meteorológicas locais (GOSTELOW; PARSONS; STUETZ, 2001; ZARRA et al., 2008; RANZATO et al., 2012). Por essas razões, a avaliação de impactos odorantes e a definição de limites normativos são consideradas assuntos complexos. Isso faz com que o quadro regulamentar internacional ainda seja incerto e heterogêneo e que muitos países ainda não possuam legislações específicas (ZARRA et al., 2007; RANZATO et al., 2012).

Os princípios da *Nuisance Law* são usados até hoje, principalmente em países com sistema jurídico baseado no Direito Comum (do inglês, *Common Law*) (VAN HARREVELD, 2003). Esse é o caso do Brasil e de outros países onde os odores ainda não são regulamentados. Entretanto, sociedade exige cada vez mais transparência e uniformidade nas regulamentações ambientais com o objetivo de atingir um nível uniforme de risco e proteção para todos os cidadãos. Da mesma forma, as indústrias requerem um conjunto de critérios de desempenho claros e previsíveis a

fim avaliar programas de gestão ambiental, planejar investimentos e adotar uma postura proativa para enfrentar o problema (HENSHAW; NICELL; SIKDAR, 2006).

Os avanços obtidos nas últimas décadas no campo da olfatométrica permitem a redução e o controle de emissões que antes pareciam impossíveis, assim como o estabelecimento de critérios objetivos de avaliação de impacto odorante. Para avaliar o incômodo odorante, as emissões de odor devem ser medidas e quantificadas e então deve ser avaliada sua percepção nos receptores a fim de estabelecer uma ligação entre as emissões e os impactos (RANZATO et al., 2012). Isso implica que os limites sejam geralmente estabelecidos ao nível de emissão e não na fonte emissora. Um pré-requisito para essa abordagem é a disponibilidade de técnicas de medição de odor, com uma incerteza conhecida e suficientemente pequena, para serem utilizadas para fins regulatórios (VAN HARREVELD, 2003; ROMAIN; DELVA; NICOLAS, 2008). Isso é possível, atualmente, graças a um grande esforço internacional para desenvolver metodologias padronizadas de medição de odor que permitem o estabelecimento de um limite objetivo para o odor.

Nesse contexto, esta dissertação representa uma iniciativa pioneira na proposição de um conjunto de abordagens de procedimentos legais para o controle de incômodos olfativos para o Brasil. A finalidade é apresentar uma abordagem aplicável à realidade brasileira, que incorpore os principais fatores que afetam o impacto odorante e que possa subsidiar uma futura regulamentação de metodologias e critérios para avaliação de impacto ambiental de emissões odorantes.

## 1.2 JUSTIFICATIVA

Existem justificativas legais, sociais e ambientais para a regulação de emissões odorantes, tanto a nível local, regional e nacional.

Estudos mostram que exposições a odores indesejáveis podem causar danos à saúde humana e ao meio ambiente. Exposições prolongadas podem promover reações adversas no ser humano, que vão desde sintomas de estresse induzido, como distúrbios do sono, ansiedade, mal-estar, dor de cabeça ou depressão; até sintomas físicos, incluindo náuseas, irritações sensoriais e problemas respiratórios. Os odores



também podem interferir negativamente na realização de atividades comerciais e cotidianas, além de causar a depreciação de propriedades. Dessa forma, os odores constituem um aspecto social importante.

No Brasil, atualmente, não há legislação federal que estabeleça limites máximos de impacto ou de incômodo odorante baseados em medidas olfatométricas. Entretanto, a Política Nacional do Meio Ambiente considera como poluição todas as atividades que, direta ou indiretamente, prejudiquem a saúde e o bem estar da população.

Alguns estados e municípios estabelecem padrões de imissão para alguns compostos odorantes – e.g., sulfeto de hidrogênio. Porém, essa abordagem não considera o efeito do odor resultante da mistura complexa dos diversos compostos químicos que normalmente fazem parte do buquê odorante. Com exceção do estado do Paraná, nenhuma metodologia relacionada à olfatometria (medida da resposta de um júri a um estímulo olfativo) é padronizada ou mesmo reconhecida. No entanto, a legislação paranaense tem suas limitações, uma vez que estabelece apenas um padrão máximo de emissão, i.e., aplicado à fonte emissora, que não considera uma série de fatores que influenciam no impacto odorante e na forma como os odores são percebidos pela comunidade.

No estado de Santa Catarina, a Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009, que instituiu o Código Estadual do Meio Ambiente, atribuiu ao Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA), a responsabilidade de estabelecer, no prazo de um ano, metodologias e critérios para avaliação de impacto ambiental de emissões odorantes. No entanto, passados quase três anos desde sua sanção, nenhuma metodologia ou critério para definir conformidade foram estabelecidos. A inexistência de um marco regulatório deixa fiscais ambientais sem embasamento para mediar conflitos entre a população e os responsáveis pelas fontes emissoras. Da mesma forma, a falta de critérios claros e objetivos impede que instalações emissoras sejam projetadas de forma a evitar ou minimizar impactos odorantes ainda em sua fase de concepção e não estimula a implementação de programas de melhoria contínua voltados ao controle de incômodos olfativos. Isso faz com que a solução atualmente encontrada pelos órgãos ambientais competentes, para mediar tais conflitos, seja determinada caso a caso. Sendo assim, a regulação de emissões odorantes deverá proporcionar benefícios tanto à comunidade quanto aos responsáveis pelas fontes emissoras.

No âmbito internacional, décadas de experiência dão sustentação para a inclusão dos odores na lista dos contaminantes sobre regulação ambiental. Países como Holanda, Alemanha, Itália, Canadá, Estados Unidos, Austrália e Nova Zelândia têm se destacado em estudos nesta área e dispõem de legislações específicas.

Pelas razões apresentadas, torna-se evidente a necessidade de estabelecer um conjunto de abordagens de procedimentos legais para o controle de incômodos olfativos, que incorpore a participação da população na avaliação dos impactos percebidos e considere os diferentes fatores FIDOL que afetam o impacto odorante.

### 1.3 OBJETIVOS

#### **Objetivo geral:**

O objetivo geral deste trabalho consiste em subsidiar futuras regulamentações de metodologias e critérios de avaliação de impacto ambiental de emissões odorantes e colaborar para o desenvolvimento de políticas públicas destinadas ao controle de incômodos olfativos no Brasil.

#### **Objetivos específicos:**

- Realizar um levantamento das legislações em vigor no Brasil aplicáveis ao controle de incômodos olfativos;
- Apresentar um estudo de caso da aplicação da Resolução SEMA nº 054/2006;
- Propor um conjunto de abordagens de procedimentos legais para o controle de incômodos olfativos aplicável à realidade brasileira, e em particular, ao estado de Santa Catarina.

### 1.4 METODOLOGIA DO ESTUDO

A proposição de uma abordagem de procedimentos legais para o controle de incômodos olfativos foi realizada a partir de uma pesquisa bibliográfica e documental a respeito dos diversos elementos que

compõem a problemática ambiental dos odores. O trabalho envolveu consultas aos periódicos das principais bases de dados, manuais e outros documentos oficiais, visando dar o embasamento necessário, tanto para a fundamentação do tema, quanto para a identificação de metodologias de avaliação de impacto de emissões odorantes empregadas internacionalmente. A construção do quadro regulamentar nacional baseou-se, principalmente, nas legislações disponíveis no Portal JusBrasil e no Portal da Legislação do Planalto, além daquelas disponíveis em sites de órgãos governamentais ligados ao setor de meio ambiente. O estudo de caso da aplicação da Resolução SEMA nº 054/2006 foi realizado sobre uma instalação industrial com múltiplas fontes emissoras. Por fim, o desenvolvimento da abordagem proposta neste trabalho foi baseado na análise, interpretação e reflexão de toda a pesquisa, tendo em vista a realidade brasileira, com o objetivo de assegurar a saúde, o bem-estar e a qualidade de vida da população.

## 1.5 ESTRUTURA DO TRABALHO

Este trabalho é composto por seis capítulos, que abrangem questões fundamentais para o desenvolvimento de uma abordagem de procedimentos legais para o controle de incômodos olfativos.

Neste capítulo é exposto o tema, a motivação e as justificativas para realização do estudo, assim como os objetivos, a descrição da metodologia empregada e a estrutura do trabalho.

O segundo capítulo apresenta o estado da arte sobre os diferentes elementos que compõem a problemática ambiental dos odores. Nele são tratadas questões como as características dos odores; os fatores que afetam a percepção odorante; os impactos sobre a saúde e o bem-estar da população; e os principais compostos odorantes. São também apresentados, aspectos fundamentais na regulação de emissões odorantes: as diferentes abordagens regulatórias empregadas no controle de incômodos olfativos; os fatores que influenciam no impacto odorante; as metodologias de análise e medição de odores; além das principais metodologias de avaliação de impacto odorante.

O capítulo três apresenta o quadro regulamentar nacional referente à poluição atmosférica e a odores, abrangendo legislações tanto em nível federal, como estadual e municipal.

O capítulo quatro traz um estudo de caso da aplicação da Resolução SEMA nº 054/2006, do estado do Paraná, à uma instalação com múltiplas fontes emissoras.

No capítulo cinco é apresentada a abordagem de procedimentos legais para o controle de incômodos olfativos proposta neste trabalho, que inclui procedimentos e metodologias de avaliação de impacto de emissões odorantes no processo de licenciamento ambiental de instalações potencialmente poluidoras.

Finalmente, o sexto capítulo apresenta as conclusões e algumas recomendações para trabalhos futuros. Fazem parte também desta dissertação as referências bibliográficas utilizadas e o anexo mencionado no corpo do trabalho, que apresenta um caso de jurisprudência no estado de Santa Catarina.

## CAPÍTULO II

### ESTADO DA ARTE SOBRE OS FUNDAMENTOS DA PROBLEMÁTICA AMBIENTAL DOS ODORES

Este capítulo aborda os principais conceitos envolvidos na avaliação de impactos ambientais e no controle de emissões odorantes. Inicialmente, o odor é definido e são apresentados fatores que interferem na percepção odorante. Em seguida, são descritos os impactos dos odores sobre a saúde e o bem-estar da população, as principais classes de compostos odoríferos, as características dos odores, formas de medição e análise, além de noções sobre limites de percepção. São apresentados também os fatores que afetam o impacto odorante e que devem ser considerados na proposição de um limite objetivo para o odor. Ao final do capítulo, são apresentadas as principais metodologias de avaliação de impacto ambiental de emissões odorantes e as abordagens regulatórias utilizadas para o controle de incômodos olfativos.

#### 2.1 ODORES

Dos cinco sentidos, o olfato é o mais evocativo e menos compreendido. No milênio passado a "prática do odor" estava somente nas mãos de mágicos, feiticeiros e intelectuais. Atualmente, o odor e o controle e gerenciamento de emissões odorantes são assuntos dominados por operadores de instalações industriais, gerentes ambientais, profissionais de engenharia e membros da sociedade civil (MCGINLEY; MCGINLEY, 2000).

Um odor pode ser formado por uma mistura complexa de muitos compostos odoríferos. Pouliot (2001) define os odores como uma mistura de um grande número de moléculas voláteis, orgânicas ou minerais, tendo propriedades físico-químicas muito diferentes. Le Cloirec et al. (1991) definem, de maneira simples, os odores como sendo uma mistura complexa de moléculas químicas voláteis, emitidas na sua maioria por atividades agrícolas, industriais e domésticas.

Em determinados casos, os odores podem irritar as populações vizinhas às fontes emissoras. Gouronnec e Tomasso (2000) salientam que os responsáveis pelas fontes de emissão podem controlar o odor espontaneamente ou sob pressão da população e/ou órgãos ambientais. No entanto, para uma intervenção adequada, é necessário o conhecimento sobre as características dos odores e os fatores que afetam tanto a percepção quanto o impacto odorante.

## 2.2 PERCEPÇÃO ODORANTE

Em um ser humano, a percepção de um odor é o resultado da interação de moléculas químicas com o sistema olfativo (GOURONNEC; TOMASSO, 2000). Essa interação decorre de um estímulo criado pelo bulbo olfatório, localizado na parte superior da cavidade nasal. Quando o sistema olfativo entra em contato com moléculas odorantes, sinais são enviados ao cérebro, através de fibras nervosas, onde as impressões do odor são criadas e comparadas com memórias armazenadas (SHERIDAN, 2008). Essas sensações são interpretadas com base em experiências prévias e nas expectativas do receptor, determinando a extensão do incômodo odorante (DRAVNIIEKS; JARKE, 1980). Um modelo simples para descrever esse processo é apresentado na Figura 1.

Figura 1 – Representação da percepção humana dos odores.



Fonte: Adaptado de Frechen (1994 apud STUETZ; GOSTELOW; BURGESS, 2001).

Nota-se, portanto, que as respostas humanas a um odor são individuais e altamente subjetivas. Diferentes pessoas acham diferentes

odores ofensivos a diferentes concentrações (STUETZ; GOSTELOW; BURGESS, 2001). Ainda que casos extremos de sensibilidade baixa (hiposmia, anosmia) ou alta (hiperosmia) sejam excluídos, sempre haverá uma variação na sensibilidade odorante (DRAVNIKES; JARKE, 1980).

A percepção de um odor varia tanto entre indivíduos (diferenças de sensibilidade olfativa, educação e fatores psicológicos específicos), quanto na mesma pessoa com o tempo (habituação e adaptação) (MILHAU; HAMELIN; TATRY, 1994). Além disso, a percepção olfativa pode variar em função das condições físicas e da memória de cada indivíduo (SHERIDAN, 2008).

Embora seja inevitável uma variação aleatória na sensibilidade odorante, algumas influências gerais foram identificadas. A sensibilidade aos odores diminui com a idade e é menor em indivíduos que fumam ou têm problemas de saúde. Diferenças de gênero (influências hormonais) sobre a sensibilidade odorante também foram observadas, porém não se mostraram estatisticamente significativas (STUETZ; GOSTELOW; BURGESS, 2001).

Conforme pôde ser observado, a percepção olfativa é subjetiva e influenciada por uma série de fatores. No entanto, através da seleção de assessores, treinamento adequado e o emprego de métodos padronizados, todos os membros de um júri olfatométrico podem deixar de lado seus preconceitos e sentimentos pessoais e fornecer respostas objetivas (MCGINLEY; MCGINLEY, 2000).

## 2.3 ODORES E SEUS IMPACTOS NA SAÚDE HUMANA

Os odores são amplamente reconhecidos como um incômodo de vizinhança. De fato, os odores podem interferir negativamente na realização de atividades cotidianas e causar a desvalorização de propriedades (NICELL, 2009; HORTON et al., 2009). No entanto, diversos estudos também evidenciam a ocorrência de efeitos adversos sobre a saúde humana decorrente de exposições a emissões odoríferas, principalmente na vizinhança de instalações industriais e de criação intensiva de animais.

Para Frechen (2001) é preciso reconhecer que apesar do odor, em si, não agir toxicamente ou como uma causa direta de doenças, incômodos

olfativos podem afetar a saúde humana de forma indireta. Exposições prolongadas a odores geram reações indesejadas que vão desde estresse emocional até sintomas físicos (ZARRA et al., 2010), podendo afetar a qualidade de vida e o bem-estar dos indivíduos expostos a essas emissões. Dentre os sintomas frequentemente relatados estão: dor de cabeça; náusea; desconforto gastrointestinal; irritação nos olhos, nariz e garganta; tosse; falta de ar; rouquidão; congestão nasal; coriza; sonolência; distúrbios do sono; dificuldade de concentração, palpitações, estresse e alterações de humor (WILSON; HUANG; SCHROEPFER, 1980; SCHIFFMAN et al., 1995; SCHIFFMAN et al., 2000; MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000; ZARRA et al., 2008; HORTON et al., 2009).

Schiffman et al. (1995) relataram que pessoas expostas às emissões odorantes de uma grande instalação de alimentação de suínos na Carolina do Norte (EUA), apresentaram significativamente mais tensão, depressão, irritação, cansaço e confusão, quando comparadas com uma amostra de indivíduos não expostos.

Em outro estudo também realizado na Carolina do Norte, Horton et al. (2009) discutem a questão do impacto odorante em comunidades de baixa renda, considerando incômodos olfativos como um importante aspecto de injustiça ambiental, por ameaçar o bem estar físico, mental e social. Segundo os autores, pessoas menos favorecidas economicamente precisam abrir suas janelas para ventilação natural e são mais dependentes de suas propriedades para efetuar atividades cotidianas, e.g., secar roupas, se exercitar, desfrutar de momentos de lazer com a família e os amigos. Nesse contexto, torna-se ainda mais relevante o controle de incômodos olfativos, pois atividade física, suporte social e sono de qualidade são importantes para a saúde.

A Organização Mundial da Saúde (OMS) define saúde como “um completo estado de bem-estar físico, mental e social, e não somente a ausência de doença ou enfermidade”. Dessa forma, incômodos olfativos podem ser considerados um problema de saúde pública.

## 2.4 FONTES DE ODOR E PRINCIPAIS COMPOSTOS ODORÍFEROS

Diversas atividades agrícolas, industriais e até mesmo domésticas podem causar incômodo olfativo à comunidade. Bouscaren (1984 apud LE CLOIREC et al., 1995) apresentam uma classificação, para as fontes



de odor, baseada nas reações químicas ou biológicas que dão origem à emissão odorante. De acordo com essa classificação, as fontes de emissões odorantes são agrupadas em quatro categorias:

- Decomposição térmica de compostos orgânicos (por exemplo, incineração de resíduos sólidos, usinas termoelétricas, fundições, indústrias petroquímicas, etc.);
- Decomposição anaeróbia de material orgânico (caso de alguns processos de tratamento de águas residuárias e de fermentação ou de fabricação de alimentos);
- Decomposição anaeróbia de produtos animais (encontrada em abatedouros, fábricas de gelatina e instalações de processamento de pescado);
- Excrementos animais (instalações de criação intensiva de animais, e.g., dejetos de aves e suínos).

Na Tabela 1 são apresentadas as características de alguns dos principais compostos relacionados a incômodos olfativos, bem como seus respectivos limites de percepção olfativa.

Tabela 1 – Limites de percepção olfativa e características de alguns dos principais compostos odoríferos.

Tipo de composto	Composto	Massa molar	Fórmula química	Caráter odorante	Limite de percepção olfativa [mg.Nm <sup>-3</sup> ]
Sulfurados	Sulfeto de hidrogênio	34.1	H <sub>2</sub> S	Ovo podre	0,0001–0,03
	Metilmercaptana	48.1	CH <sub>3</sub> SH	Repolho, alho	0,0005–0,08
	Etilmercaptana	62.1	S <sub>2</sub> H <sub>5</sub> SH	Repolho podre	0,0001–0,03
	Dimetilsulfeto	62.13	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S	Vegetais podres	0,0025–0,65
	Dietilsulfeto	90.2	CH <sub>5</sub> ) <sub>2</sub> S	Etéreo	0,0045–0,31
	Dimetildisulfeto	94.2	CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> S <sub>2</sub>	Pútrido	0,003–0,014
Nitrogenados	Amônia	17	NH <sub>3</sub>	Muito pungente, irritante	0,5–37
	Metilamina	31.05	CH <sub>3</sub> NH <sub>2</sub>	Peixe estragado	0,021
	Etilamina	45.08	CH <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	Pungente, amoniacal	0,05–0.83
	Dimetilamina	45.08	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> NH	Peixe estragado	0,047–0.16
	Indol	117.5	C <sub>8</sub> H <sub>6</sub> NH	Fecal, nauseante	0,0006
	Escatol	131.5	C <sub>9</sub> H <sub>8</sub> NH	Fecal, nauseante	0,0008–0,10
	Cadaverina	102.18	NH <sub>2</sub> (CH <sub>2</sub> ) <sub>5</sub> NH <sub>2</sub>	Carne em decomposição	
Ácidos	Acético	60.05	CH <sub>3</sub> COOH	Vinagre	0,025–6.5
	Butírico	88.1	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> COOH	Manteiga rançosa	0,0004–3
	Valérico	102.13	C <sub>4</sub> H <sub>9</sub> COOH	Doce	0,0008–1.3
Aldeídos e cetonas	Formaldeído	30.03	HCHO	Acre, sufocante	0,033–12
	Acetaldeído	44.05	CH <sub>3</sub> CHO	Frutífero, maçã	0,04–1.8
	Butiraldeído	72.1	C <sub>3</sub> H <sub>7</sub> CHO	Râncido	0,013–15
	Isovaleraldeído	86.13	(CH <sub>3</sub> ) <sub>2</sub> CHCH <sub>2</sub> CHO	Frutífero, maçã	0,072
	Acetona	58.08	CH <sub>3</sub> COCH <sub>3</sub>	Doce/frutífero	1,1–240

Fonte: Le Cloirec et al. (1995).

Observa-se que os compostos sulfurados possuem seus limites de percepção olfativa com reduzidas concentrações, sendo, portanto, os compostos mais suscetíveis de causar incômodos olfativos. Em segundo grau de importância encontram-se os compostos nitrogenados. Além disso, pode-se observar que a maioria desses compostos são ofensivos.

Sheridan (2008) ressalta que diferentes concentrações e misturas de compostos odorantes podem intensificar ou reduzir o limite de percepção. Esses fenômenos são conhecidos como sinergismo e antagonismo, respectivamente.

## 2.5 CARACTERÍSTICAS DOS ODORES

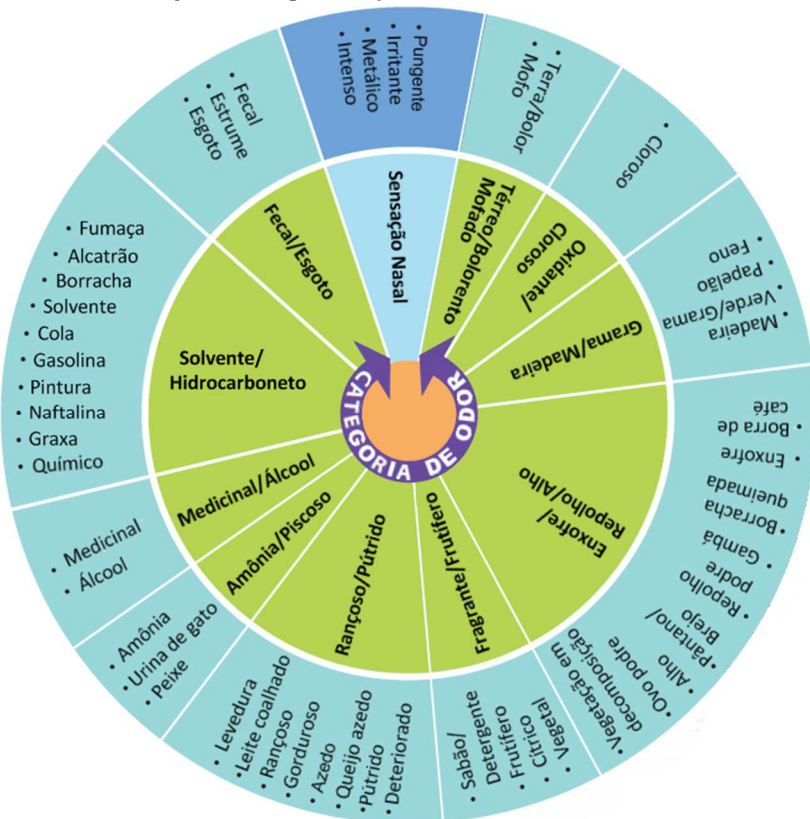
As características de um odor se referem às dimensões do odor que podem ser medidas. Alguns autores como Sneath (2001) e Ruijten, Van Doorn e Van Harreveld (2009) consideram que os odores possuem quadro dimensões: detectabilidade ou concentração (limites); intensidade (escalas de referência); hedonicidade (medida subjetiva da agradabilidade/desagradabilidade); e qualidade ou caráter odorante (descritores padrão). No entanto, outros autores como McGinley e McGinley (2002) consideram uma quinta dimensão: a persistência (a “duração” do odor). McGinley e McGinley (2002) ressaltam que cada um desses parâmetros tem certos limites de “precisão” e devem ser compreendidos apropriadamente para tomada de decisões adequadas.

### 2.5.1 Caráter

O caráter, ou qualidade de um odor, descreve em palavras (descritores de odor) com o que um odor se parece, e.g., térreo, floral, frutífero. O odor é caracterizado utilizando um vocabulário de referência para gosto, sensação e descrição do odor (MCGINLEY; MCGINLEY, 2002).

Diversas listas de descritores padrão de odor estão disponíveis para uso como vocabulário de referência (MCGINLEY; MCGINLEY, 2000). Dentre as formas mais comuns de representação está a Roda de Odores – Figura 2.

Figura 2 – Representação de uma Roda de Odores.



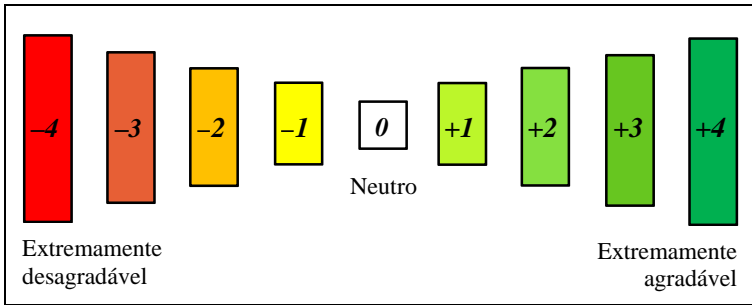
Fonte: Adaptado de Suffet et al. (2004).

Os resultados obtidos podem ser apresentados na forma de um histograma ou de um gráfico do tipo radar (MCGINLEY; MCGINLEY, 2002; CARMO JR., 2005; VIEIRA, 2007; DE MELO LISBOA et al., 2008).

A determinação do caráter odorante pode permitir a identificação dos compostos químicos responsáveis pelo odor, através da descrição de um odor específico. Além disso, pode ser decisiva na identificação de uma fonte de odor a partir de uma reclamação.



Figura 4 – Escala de hedonicidade – 9 pontos.



Fonte: Adaptado de VDI 3882 – Parte 2 (VDI, 1994).

A escala de 9 pontos apresentada pela norma VDI 3882 - Parte 2 pode ser associada a um conjunto de descritores específicos para cada ponto. Isso pode auxiliar na comparação do odor percebido e também na interpretação dos resultados – Tabela 2.

Tabela 2 – Escala de hedonicidade de 9 pontos com descritores específicos para cada ponto.

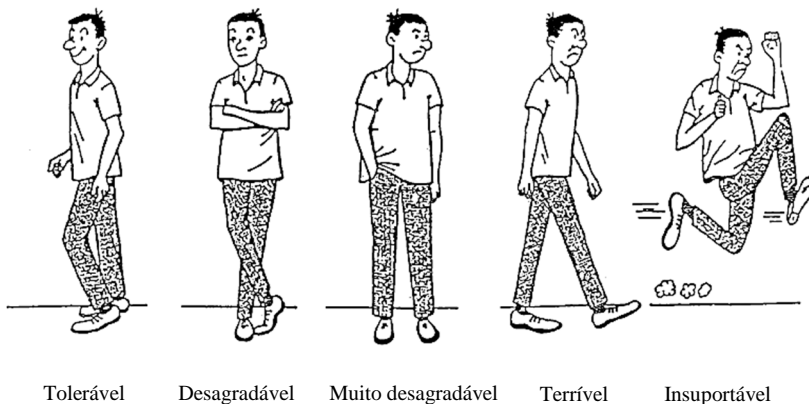
Pontuação	Tom hedônico percebido
+4	Muito agradável
+3	Agradável
+2	Moderadamente agradável
+1	Levemente agradável
0	Odor neutro / nenhum odor
-1	Levemente desagradável
-2	Moderadamente desagradável
-3	Desagradável
-4	Muito desagradável

Fonte: DEFRA (2010).

Dravnieks, Masurat e Lamm (1984) apresentam valores de tom hedônico para uma série de descritores, utilizando uma escala de referência de 9 pontos, onde +4 corresponde a um odor extremamente agradável e -4 corresponde a um odor extremamente desagradável. Odores de laranja, morango e maçã apresentaram valores de aproximadamente +3, enquanto que odores de urina, estrume, animais mortos e esgoto apresentaram valores entre -3 e -4.

A hedonicidade de um odor também pode ser avaliada em termos de seu grau de incômodo. Nicell (1986) propõe uma escala de 1 (tolerável) a 10 (insuportável) – Figura 5.

Figura 5 – Representação visual de uma escala de incômodo.



Fonte: Nicell (1986).

O tom hedônico influencia no incômodo odorante e pode ser levado em conta para fins regulatórios (NIMMERMARK, 2004b).

### 2.5.3 Concentração

A concentração ou detectabilidade é o atributo mais comumente medido e utilizado para caracterizar um odor (GOSTELOW; PARSONS; STUETZ, 2001; RUIJTEN; VAN DOORN; VAN HARREVELD, 2009). A concentração odorante pode ser medida de maneira objetiva através de metodologias padronizadas, por olfatomia dinâmica, utilizando um painel de jurados treinados para determinar a concentração de odor em unidades de odor por metro cúbico (UO.m<sup>-3</sup>).

Gostelow, Parsons e Stuetz (2001) salientam que a concentração odorante é a única dimensão do odor que pode ser medida de forma analítica. Os demais parâmetros só podem ser medidos através de métodos sensoriais. De fato, a concentração de um odor pode ser medida em termos de sua composição química. Esse procedimento pode ser

realizado em laboratório, através de análises físico-químicas, ou em campo, utilizando instrumentos de medição direta (como o analisador portátil de H<sub>2</sub>S Jerome 631-X). Nesse caso, o valor da concentração de odor é expresso em concentrações mássicas e não em unidades de odor por metro cúbico.

### 2.5.4 Intensidade

A intensidade de um odor percebido corresponde a sua força acima do limite de percepção – supralimite. Essa avaliação pode ser realizada de maneira objetiva em campo ou em laboratório, utilizando uma Escala de Intensidade de Odor de Referência (EIOR) (ASTM, 2010).

A intensidade pode ser representada por escalas numéricas de categorias (as quais podem ser associadas a descrições verbais, e.g., fraca – moderada – forte); por estimativas subjetivas de magnitude (e.g., o odor A é duas vezes mais forte do que o odor B); ou por comparação a um odorante padrão, na qual o odorante testado é associado à diluição do odorante padrão com intensidade mais semelhante (TURK; SWITALA; THOMAS, 1980; GOSTELOW; PARSONS; STUETZ, 2001).

A norma americana ASTM E544-10 (ASTM, 2010), “Prática Padrão para Referenciar Intensidade de Odor Supralimite<sup>1</sup>” apresenta dois métodos que utilizam diferentes escalas de referência para avaliar a intensidade de um odor percebido, são eles: Procedimento A – Método da escala dinâmica; e Procedimento B – Método da escala estática. O método da escala dinâmica utiliza um dispositivo para fornecer um fluxo contínuo de um odorante padrão (butanol) e apresentá-lo a um painel de jurados. O júri compara a intensidade observada de uma amostra de odor, com um determinado nível de concentração do odorante padrão, utilizando um olfatómetro. Já o método da escala estática consiste em comparar a intensidade odorante de uma amostra gasosa com uma escala de referência, composta por um conjunto de frascos contendo diferentes soluções de 1-butanol e água.

Os níveis de diluição do método da escala estática, utilizados em laboratórios e avaliações de campo, são determinados a partir da interpretação do Procedimento B, que aceita diversas opções de escala. Escalas comumente utilizadas incluem concentrações iniciais de

---

<sup>1</sup> Do inglês *Standard Practice for Referencing Suprathreshold Odor Intensity*.



n-butanol no ar de 10 a 25 ppm, com uma projeção geométrica de 2. Entretanto, algumas escalas utilizam projeções geométricas de 1,5 ou 3 (MCGINLEY; MCGINLEY, 2000).

Para fins regulatórios, é importante definir uma escala padrão de referência, de modo a possibilitar a realização de avaliações comparativas. A Tabela 3 apresenta uma escala de referência de intensidade de odor com diferentes diluições de n-butanol em água destilada, elaborada com base na norma francesa AFNOR X 43-103 (AFNOR, 1993).

Tabela 3 – Exemplo de escala estática de referência para intensidade odorante utilizando n-butanol.

Concentração (g/L)	Nível	Intensidade do odor
0,001	1	Muito fraco
0,01	2	Fraco
0,1	3	Médio
1	4	Forte
10	5	Muito forte

Fonte: Elaborado por Belli Filho e De Melo Lisboa (1998) a partir de AFNOR (1993).

Avaliações de campo costumam utilizar o método da escala estática (TURK; SWITALA; THOMAS, 1980). Essa prática também foi incorporada por uma série de laboratórios de olfatométrica devido ao seu baixo custo de implantação, comparado ao método dinâmico.

No caso de avaliações de campo, o fiscal do meio ambiente, o operador da instalação ou o profissional responsável pelo monitoramento das emissões de odor, observa o odor no ar ambiente e o compara com a EIOR (MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000). McGinley, McGinley e McGinley (1995) ressaltam que o avaliador deve utilizar uma máscara de filtro de carvão para “refrescar” o sentido olfativo entre as observações (*sniffing*) para evitar a adaptação ou a fadiga decorrente dos odores presentes no ambiente. Esse procedimento é relativamente fácil de ser implementado e útil, sobretudo, para apuração de queixas e monitoramento ambiental.

Um aspecto importante e que também deve ser mencionado é que intensidade e concentração estão relacionadas. A intensidade percebida de um odor cresce com o aumento da concentração odorante (e,

consequentemente, o grau de incômodo). No entanto, essa relação não é linear. Por exemplo, o dobro da concentração mássica não provoca uma duplicação da força do odor percebido, i.e., da intensidade do odor (MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000). Duas leis foram propostas para explicar a evolução da percepção sensorial em função da intensidade de um estímulo: a lei de Weber-Fechner e a lei de Stevens (GOSTELOW; PARSONS; STUETZ, 2001):

Lei de Weber-Fechner:

$$I = a \log C + b \quad (1)$$

Lei de Stevens:

$$I = k C^n \quad (2)$$

Onde:

$I$  = intensidade;  
 $C$  = concentração odorante;  
 $a, b, k, n$  = constantes.

A lei de Weber-Fechner produz um gráfico linear de intensidade contra o logaritmo da concentração, enquanto que a lei de Stevens produz um gráfico linear do logaritmo da intensidade contra o logaritmo da concentração. A escolha do modelo depende da representação da intensidade do odor – se uma escala de categorias subjetiva é utilizada, a lei de Weber-Fechner é mais apropriada. Porém, quando escalas de magnitude ou de referência são usadas, a lei de Stevens fornece um melhor ajuste (GOSTELOW; PARSONS; STUETZ, 2001).

A metodologia para avaliar a variação da intensidade odorante em função da concentração, através de olfatométrica dinâmica, é dada pela norma alemã VDI 3882 - Parte 1 (VDI, 1992). Essa norma propõe uma escala de categorias de 6 pontos, na qual 0 corresponde a um odor imperceptível e 6 corresponde a um odor extremamente forte (Tabela 4).

Tabela 4 – Escala de categorias para intensidade odorante.

Odor	Nível de intensidade
Extremamente forte	6
Muito forte	5
Forte	4
Distinto	3
Fraco	2
Muito fraco	1
Não perceptível	0

Fonte: VDI 3882 – Parte 1 (VDI, 1992).

Dessa forma, é possível estimar, em laboratório, a redução necessária na concentração odorante para reduzir a intensidade de um odor percebido, e.g., de forte para fraca.

### 2.5.5 Persistência

A intensidade de um odor varia com a concentração, conforme mencionado anteriormente. No entanto, esse aumento ou diminuição, se dá a taxas diferentes para diferentes odores. Essa taxa de mudança é chamada de persistência do odor.

Para avaliar essa relação, uma função dose-resposta pode ser determinada através de medições de intensidade de odor a diferentes diluições e até a saturação (MCGINLEY; MCGINLEY, 2000; SHEFFIELD; NDEGWA, 2008).

Utilizando a lei de Stevens, a concentração odorante (dose), expressa como o logaritmo da taxa de diluição, e a intensidade do odor (resposta), expressa como o logaritmo da concentração de n-butanol, produz um gráfico log-log, com inclinação negativa. O valor do expoente (n), que representa a inclinação da reta, corresponde à persistência relativa e a constante k está relacionada com a intensidade do odor da amostra na saturação (MCGINLEY; MCGINLEY, 2000).

Na prática, a persistência do odor é o parâmetro que descreve a taxa com a qual uma intensidade de odor percebida diminui à medida que o odor é diluído na atmosfera, na direção do vento, a partir da fonte emissora. Quanto mais ar é necessário para diluir um odor abaixo do seu

limite de percepção, mais persistente é o odor (MCGINLEY; MCGINLEY, 2000). Dessa forma, um odor mais persistente terá um maior impacto na direção do vento (maior “duração” no ar) (ZHANG et al., 2002).

Para o controle da poluição odorante, a medição da persistência (relação entre intensidade e concentração) é útil para estimar a eficiência de um equipamento de controle em termos da redução da intensidade de odor nas proximidades da fonte emissora, em situações em que o odor permanece acima do limite de percepção. Além disso, a determinação da persistência de um odor pode ser interessante em situações onde existem diversas fontes de odor e há necessidade de estabelecer uma prioridade para o tratamento de emissões, visando à redução de queixas (TURK; SWITALA; THOMAS, 1980).

## 2.6 FATORES QUE AFETAM O IMPACTO ODORANTE

O impacto de um odor resulta de uma combinação de fatores que interagem entre si, coletivamente conhecidos como FIDOL (FREEMAN; CUDMORE, 2002):

- F - Frequência de ocorrência;
- I - Intensidade (e, portanto, concentração);
- D - Duração da exposição;
- O - Ofensividade;
- L - Localização.

Esses fatores influenciam o grau com o qual os efeitos negativos dos odores afetam os indivíduos e podem ser utilizados como base para diagnósticos e avaliações de impacto odorante (NICELL, 2009). A Tabela 5 descreve, resumidamente, cada um dos fatores “FIDOL” que afetam o impacto odorante e apresenta alguns aspectos importantes que devem ser considerados no controle de incômodos olfativos.

Tabela 5 – Fatores que determinam o grau de incômodo odorante.

Fatores “FIDOL” que determinam o grau de incômodo	Comentários
<b>FREQUÊNCIA</b> (com que frequência um indivíduo é exposto ao odor)	Mesmo um odor relativamente agradável pode ser considerado um incômodo se a exposição for frequente  A baixas concentrações, um odor muito intermitente é mais perceptível do que um odor de fundo constante, i.e., isso é um fator agravante
<b>INTENSIDADE</b> (a força percebida de um odor, proporcional ao $\log_{10}$ da concentração)	Nível de odor (geralmente expresso em termos de concentração)
<b>DURAÇÃO</b> (a extensão de um episódio ou evento particular de odor)	Duração da exposição
<b>OFENSIVIDADE</b> (a ofensividade é uma mistura de caráter e tom hedônico para uma dada concentração/intensidade)	Alguns odores são universalmente considerados ofensivos, e.g., matéria orgânica em decomposição. Outros odores podem ser ofensivos somente para aqueles que sofrem exposições indesejadas, e.g., odor de torrefação de café na intimidade residencial
<b>LOCALIZAÇÃO</b> (o tipo de uso do solo e a natureza nas atividades humanas na vizinhança de uma fonte. Tolerância e expectativa do receptor)	As características da vizinhança onde o odor é percebido e a sensibilidade do receptor

Fonte: Adaptado de DEFRA (2010).

A seguir, cada um desses fatores será discutido mais detalhadamente, com ênfase em sua aplicação para fins regulatórios, tendo como base o excelente trabalho de Nicell (2009).

### 2.6.1 Frequência

A frequência é a medida do número de vezes que um indivíduo é exposto a um odor no ambiente em um determinado intervalo de tempo. Segundo Freeman e Cudmore (2002) e Nicell (2009), a frequência de exposição a um odor é influenciada por uma série de fatores, como: as características da fonte e da emissão odorante; a localização da fonte em relação ao indivíduo afetado; e a topografia da região. Os autores ainda acrescentam que a frequência de exposição a um odor é geralmente maior em áreas que estão na direção do vento predominante de uma fonte emissora, especialmente sob condições estáveis, com ventos de baixa velocidade. Na prática, a frequência é medida em termos do número de horas ao longo de um ano que a concentração de odor, em um determinado receptor, excede um determinado limite (de concentração), e.g., 44 h de não conformidade em um ano corresponde a uma frequência de conformidade 99,5%. Essa avaliação é normalmente realizada através da modelagem da dispersão atmosférica das emissões de odor, utilizando modelos matemáticos e uma função estatística conhecida como percentil. Um critério comumente adotado para fins regulatórios, sobretudo na Europa, estabelece frequências de conformidade de 98%.

### 2.6.2 Intensidade

A resposta de um indivíduo a um odor (estímulo) está diretamente relacionada com a intensidade com que este é percebido, onde a intensidade refere-se à percepção individual de sua força ou concentração. Essa força pode ser quantificada de diversas formas. A abordagem mais utilizada para regular emissões odorantes se baseia no princípio da diluição até o limite de percepção (que determina uma concentração de odor em  $UO.m^{-3}$  ou unidades equivalentes). De acordo com esse princípio, uma amostra de ar odorante pode ser descrita em termos do volume para o qual essa deve ser diluída a fim de que sua intensidade seja reduzida ao nível do limite de detecção (ou limite de percepção), i.e., quanto mais diluições forem necessárias para tornar uma amostra de odor indetectável, maior será a concentração do odor (NICELL, 2009). O limite de detecção de um odor (composto químico ou mistura odorante) representa a concentração na qual apenas 50% de um painel dos jurados são capazes de detectar o odor nas condições ideais de um laboratório (CEN, 2003). Essa determinação é feita através de olfatométrica dinâmica, utilizando um equipamento conhecido como olfatômetro e um painel de jurados treinados.

### **2.6.3 Duração**

A duração refere-se ao tempo decorrido durante o qual um odor é percebido e está relacionada com o tipo e a localização da fonte emissora, assim como a meteorologia local. Os odores podem ser percebidos de forma intermitente, por curtos períodos de tempo, ou persistir de forma contínua e duradoura. Em geral, quanto maior a duração, assume-se que maior é o impacto de um odor. De fato, quanto mais duradouro um episódio de odor, maiores são as chances deste provocar mudanças nas atividades ou nos planos dos indivíduos expostos. É importante ressaltar que a duração não pode ser dissociada da intensidade e da frequência. Por exemplo, o efeito de um odor percebido por curtos períodos de tempo, totalizando um determinado número de horas, não terá o mesmo impacto que o mesmo odor percebido continuamente durante o mesmo período de tempo. Do mesmo modo, um odor de intensidade elevada, percebido durante curtos períodos de tempo, não é susceptível de ter o mesmo efeito que um odor de baixa intensidade, que ocorre durante um longo período de tempo. No entanto, não se costuma limitar os períodos contínuos em que um episódio odorante pode ser suportado (NICELL, 2009). Dessa forma, para fins regulatórios, o fator duração é regulado em termos de frequência de exposição, com base no número total de horas durante um ano em que um determinado limite é ultrapassado.

### **2.6.4 Ofensividade**

A ofensividade está intimamente relacionada com o tom hedônico e o caráter do odor. Para fins de avaliação de impacto odorante, a ofensividade representa o potencial de um odor de causar incômodo a um indivíduo ou a uma população. Por exemplo, odores de esgoto ou material em putrefação são mais suscetíveis de causar incômodos do que um odor de essência de baunilha, ainda que esses apresentem o mesmo valor numérico em termos de unidade de odor, i.e., de concentração. Nicell (2009) resalta que atualmente não existe uma escala ou descritores universalmente aceitos para avaliar a ofensividade de um odor. Essa inerente subjetividade, faz com que a ofensividade seja difícil de ser quantificada e introduzida em diretrizes regulamentares.

### **2.6.5 Localização**

O local em que um odor é percebido é um fator importante quando se avalia a probabilidade de ocorrência de um efeito adverso ou de uma

queira. Para Nicell (2009) a localização pode levar em conta o tipo de área na qual a pessoa potencialmente afetada vive, trabalha ou visita; o tipo de atividade em que essa está envolvida; e a sensibilidade do meio receptor. A ausência ou presença de odores de fundo (no ambiente) também pode ter um efeito significativo. O autor ainda acrescenta que, em geral, o grau de impacto de um odor está diretamente relacionado com as expectativas das pessoas. Por exemplo, os odores associados com operações industriais são mais prováveis de serem tolerados em zonas industrializadas, onde existe a expectativa de que essas atividades ocorram. Da mesma forma, se uma pessoa que está exposta a um odor o associa com uma ocorrência natural (e.g., mangue), ou com atividades agrícolas rurais, esta muitas vezes não considera o odor como sendo ofensivo ou censurável. Por outro lado, se o odor é associado com uma atividade conhecida, como tratamento de águas residuárias, deposição em aterro, compostagem, produção industrial ou agrícola em escala industrial, é mais provável que o odor cause uma resposta adversa nas pessoas. Desse modo, a sensibilidade do meio receptor pode ser classificada de acordo com o uso do solo (NICELL, 2009), com base no zoneamento urbano e ambiental.

## 2.7 METROLOGIA DOS ODORES

A determinação da intensidade da fonte odorante é a primeira etapa para resolver um problema de odor (LEYRIS et al., 2000). Porém, medições no ambiente também são importantes para avaliar o incômodo diretamente sobre a comunidade.

A medição dos odores pode ser realizada através de métodos analíticos, que informam a composição química e a concentração dos compostos responsáveis pelo odor; métodos sensoriais, que fornecem a percepção nasal do odor; e métodos senso-instrumentais, que são capazes de determinar a concentração de um composto odorante ou de uma mistura de compostos odorantes em tempo real (ROMAIN; DELVA; NICOLAS, 2008; ZARRA et al., 2010). No entanto, é importante ressaltar que cada um desses métodos possui vantagens e desvantagens e que as diferentes aproximações analíticas são consideradas complementares (JIANG; SANDS, 1999; DESAUZIERS, 2000; ROMAIN; DELVA; NICOLAS, 2008).



### **2.7.1 Métodos analíticos**

O conhecimento da composição físico-química do odor é particularmente relevante para selecionar o tratamento mais apropriado e efetuar o dimensionamento da unidade de desodorização, ou ainda, auxiliar na identificação de uma fonte de odor. Além disso, a identificação estrutural dos compostos odorantes presentes no efluente gasoso também pode fornecer informações importantes sobre seus mecanismos de formação, permitindo a resolução da poluição olfativa através de ações diretas no processo (JIANG; SANDS, 1999; DESAUZIERS, 2000). No entanto, o conhecimento dos compostos responsáveis pelo odor, não fornece informações a respeito do potencial de incômodo odorante (ZARRA et al., 2008), uma vez que a percepção do odor é subjetiva e não pode ser relacionada diretamente com a sua concentração química (ROMAIN; DELVA; NICOLAS, 2008; ZARRA et al., 2010).

#### *Análises físico-químicas*

As análises físico-químicas permitem identificar e quantificar, com auxílio de instrumentos analíticos, os compostos químicos responsáveis pelo odor.

Entre as principais técnicas utilizadas encontram-se as análises volumétricas, gravimétricas, colorimétricas e a cromatografia gasosa (LE CLOIREC; PERRIN, 1995). A Tabela 6 apresenta uma síntese das técnicas analíticas empregadas de acordo com os compostos ou as famílias de compostos odorantes.

Tabela 6 – Síntese das principais técnicas analíticas empregadas para análise de compostos odoríferos.

Compostos ou famílias de compostos	Análises	Observação
H <sub>2</sub> S	Iodometria Gravimetria Colorimetria CG	Composto isolado
Mercaptanas	Gravimetria CG/EM	Quantificação global por emissão de chama
SO <sub>2</sub>	Volumetria CG/EM	Acidez
NH <sub>3</sub>	Volumetria Colorimetria	Possíveis interferências
Aminas	Volumetria CG/EM	Quantificação global por emissão de chama
Aldeídos e cetonas	CG/EM	Emissão de chama
Álcoois	CG/EM	Possíveis interferências com aminas e aldeídos

Fonte: Le Cloirec e Perrin (1995).

Para Guillot, Fernandez e Le Cloirec (2000) a cromatografia gasosa acoplada à espectrometria de massas (CG/EM) parece ser a técnica mais poderosa disponível para analisar compostos orgânicos odorantes (em laboratório). Em se tratando de níveis muito baixos de concentração, uma etapa de adsorção em um adsorvente apropriado é frequentemente necessária, como uma pré-concentração da amostra. A recuperação da amostra concentrada é realizada geralmente pela dessorção térmica (DT), seguida pela separação e finalmente a detecção dos compostos químicos presentes na amostra gasosa.

### ***Instrumentos de medição direta***

A quantificação de todos os compostos odorantes presentes em uma amostra gasosa é uma tarefa difícil (LATOS et al., 2011) e de alto custo. Entretanto, um único odorante pode ser predominante, e dessa forma, pode ser utilizado para fornecer uma indicação da concentração de odor global, e.g., sulfeto de hidrogênio (H<sub>2</sub>S) no tratamento de águas residuárias (GOSTELOW; PARSONS; STUETZ, 2001).

O método mais comum de medição de sulfeto de hidrogênio na fase gasosa é através da utilização de analisadores de filme de ouro, como o Jerome 631-X (Arizona Instruments, USA) (GOSTELOW; PARSONS, 2001; LATOS et al., 2011). Esse instrumento permite realizar medições diretas de compostos de enxofre reduzido na faixa de 3 ppb a 50 ppm, com resolução de 1 ppb (SHEFFIELD; NDEGWA, 2008). Equipamentos como esse são interessantes para o monitoramento ambiental, sobretudo, no caso de emissões fugitivas.

### **2.7.2 Métodos sensoriais**

Medições sensoriais utilizam o nariz humano como o detector de odor. A olfatometria fornece uma compreensão global do odor, uma vez que permite verificar a sensibilidade do sistema olfativo humano, que é capaz de perceber sinais químicos correspondentes a pequenas concentrações moleculares não detectadas facilmente pelos analisadores químicos disponíveis atualmente (GOURONNEC; TOMASSO, 2000). Dessa forma, os problemas de misturas complexas, interações entre diferentes compostos químicos e detectabilidade abaixo do limite de percepção tornam-se irrelevantes, uma vez que o “efeito total” da mistura odorante é medido (GOSTELOW; PARSONS; STUETZ, 2001). No entanto, as técnicas sensoriais não permitem identificar as substâncias responsáveis pelo incômodo olfativo, assim como suas respectivas concentrações individuais (ZARRA et al., 2008).

A principal fonte de incerteza relacionada ao método olfatométrico é a alta variabilidade biológica da sensibilidade olfativa humana (ZARRA et al., 2008). Dessa forma, um aspecto fundamental para a obtenção de resultados precisos e reprodutíveis é a seleção adequada das pessoas que constituem o painel ou júri olfatométrico e o emprego de metodologias padronizadas.

Nos programas de ação da União Europeia (EU) a prevenção da poluição atmosférica tem sido apontada como uma das questões mais relevantes no que diz respeito ao meio ambiente. Em 1992, o Comitê Europeu de Normalização (CEN) formou uma comissão técnica (TC264/WG2) que desenvolveu um projeto de norma para padronizar uma metodologia objetiva de medição de odor (SNEATH, 2001; MCGINLEY; MCGINLEY, 2001). O projeto de norma prEN13725 (“pr” significa proposta) foi lançado para consulta pública no final de 1999 e a versão final foi enviada à organização da CEN em 2001 (MCGINLEY,

2002). Em 2003, a norma, intitulada “Qualidade do ar – Determinação da concentração do odor por olfatometria dinâmica” foi, então, aprovada e publicada, tornando-se o padrão em 22 países europeus (CEN, 2003). Essa norma está se tornando o padrão mais aceito mundialmente.

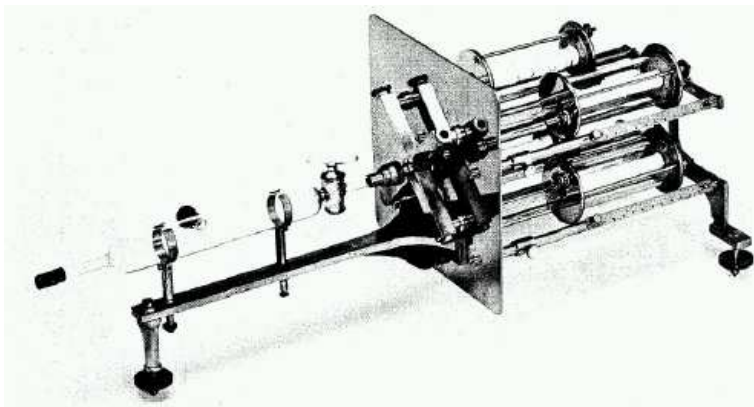
O odor pode ser quantificado objetivamente, em termos de concentração odorante, utilizando um equipamento que dilui a amostra odorante com ar inodoro, denominado olfatômetro. Essa determinação pode ser realizada em laboratório pelo método dinâmico ou diretamente no ar ambiente, utilizando um olfatômetro de campo (Método do *Scantometer*). A diluição da amostra odorante corresponde ao processo físico que ocorre na atmosfera, na direção do vento, a partir da fonte emissora. O “receptor” (membro da comunidade) é exposto ao odor diluído. A taxa de diluição é uma estimativa do número de diluições necessárias para tornar o odor “não detectável” (limite de detecção). Dessa forma, se o receptor detecta o odor, então o odor na atmosfera está acima do limite de detecção do receptor (MCGINLEY; MCGINLEY, 2000).

### ***Olfatometria de diluição dinâmica (ODD)***

O papel de um olfatômetro é receber uma amostra odorante, diluí-la em diferentes proporções com ar inodoro e apresentar as amostras diluídas a um grupo de painelistas (DRAVNIEKS; JARKE, 1980) para determinar o limite de percepção de odor e fornecer a concentração odorante em UO.m<sup>-3</sup>.

O primeiro olfatômetro foi construído por pioneiros no estudo da olfatometria, como o professor Zwaardemaker, da Universidade de Utrecht, na Holanda – 1886 (VAN HARREVELD, 2003) – Figura 6.

Figura 6 – Olfatômetro Zwaardemaker – Holanda,1886.



Fonte: Van Harreveld (2003).

Atualmente, diversos modelos estão disponíveis comercialmente para serem utilizados na realização de análises olfatométricas, com painéis de jurados de 4–16 pessoas. A Figura 7 apresenta um modelo mais moderno, de fabricação canadense.

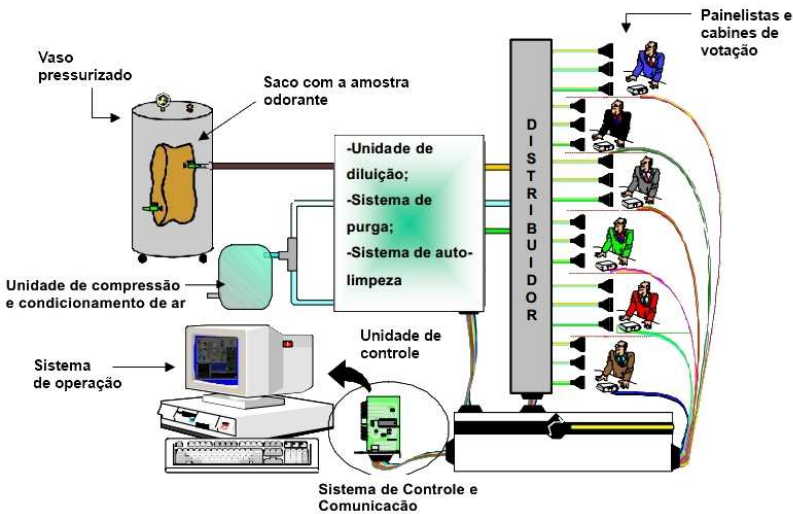
Figura 7 – Olfatômetro Odile, Odotech Inc. – Canadá.



Fonte: De Melo Lisboa, Pagé e Guy (2009).

A Figura 8 apresenta um esquema típico de funcionamento de um olfatômetro de diluição dinâmica. Um sistema informatizado de diluição automática distribui aos membros do júri diversas diluições da amostra gasosa a ser analisada. A análise das respostas fornecidas pelos jurados, de acordo com um método estatístico apropriado, permite determinar o limite de percepção olfativa da mistura de gasosa analisada com intervalo de confiança, precisão e repetibilidade independentes do júri (GINGRAS, GUY; PAGÉ, 2003).

Figura 8 – Representação esquemática do funcionamento de um olfatômetro de diluição dinâmica.



Fonte: Adaptado de Odotech (2003).

Existem duas categorias de diluição relacionadas à olfatométrica dinâmica: a olfatométrica de limite de detecção e a olfatométrica supralimite. Na primeira categoria, a amostra odorante é sucessivamente diluída até que essa possa ser apenas detectada (i.e., até o limite de percepção). A concentração é, então, expressa como o número de diluições necessárias para atingir esse limite. Já na olfatométrica supralimite, a amostra odorante é comparada a um odor de referência (n-butanol) e o resultado é expresso como uma concentração equivalente do gás de referência. Nesse caso, o gás de referência é geralmente diluído até que sua intensidade corresponda à intensidade da amostra (GOSTELOW;

PARSONS; STUETZ, 2001). A técnica mais utilizada atualmente é a olfatométrica do limite de detecção.

O ponto de partida para a quantificação dos aspectos relativos ao odor é a definição de sua concentração limite. A convenção para o cálculo de fatores de diluição (i.e., da concentração de odor) é baseada na razão do volume total dividido pelo volume da amostra odorante (GOSTELOW; PARSONS; STUETZ, 2001).

$$\text{Concentração de odor} = Z = \frac{Q_o + Q_f}{Q_o} \quad (3)$$

Onde  $Q_o$  é a vazão volumétrica da amostra odorante e  $Q_f$  é a vazão volumétrica de ar inodoro necessária para diluir a amostra até o limite de percepção.

Dessa forma, as concentrações de odor obtidas por olfatométrica de limite de detecção, através do método de diluição dinâmica, constituem razões de vazões e, portanto, são adimensionais. O fator de diluição “Z”, que representa a concentração odorante da amostra, é usado em homenagem ao cientista holandês H. Zwaardemaker, pioneiro no estudo da olfatométrica. Terminologias alternativas incluem: *Dilution-to-Threshold* (D/T ou D-T), Unidades de Odor (UO), Número de Limiares de Odor (TON) e Dose Efetiva para 50% da população (ED<sub>50</sub>) (DRAVNIEKS; JARKE, 1980; GOSTELOW; PARSONS; STUETZ, 2001; ASTM, 2011). No entanto, costuma-se atribuir concentrações físicas a esse fator de diluição, dando origem a uma pseudo-dimensão de unidades de odor por metro cúbico (UO.m<sup>-3</sup>). O valor da concentração de odor (unidades de odor por metro cúbico) pode, então, ser multiplicado pela vazão volumétrica da fonte emissora (i.e., metros cúbicos por segundo) resultando em uma pseudo-dimensão de unidades de odor por segundo, análoga a gramas por segundo no modelo de dispersão atmosférica (MCGINLEY; MCGINLEY, 2000). Gostelow, Parsons e Stuetz (2001) ressaltam que a escolha pelo metro cúbico como referência é arbitrária e deve ser utilizada com cautela. Isso se deve ao fato de existirem trabalhos que expressam a concentração de odor em unidades inglesas (UO.ft<sup>-3</sup>). Por fim, é importante deixar claro que, numericamente, TON, D/T, UO.ft<sup>-3</sup> e UO.m<sup>-3</sup> são equivalentes.

### *Limites olfatométricos*

Devido à complexidade de misturas odorantes e à subjetividade da percepção olfativa, técnicas para relacionar magnitude (onde uma intensidade de odor percebida é comparada a um estímulo conhecido) foram desenvolvidas para auxiliar na realização de comparações entre grupos de indivíduos (GARDNER; BARTLETT, 1999 apud STUETZ; GOSTELOW; BURGESS, 2001). Três tipos de limites, que definem diferentes níveis de intensidade, podem ser identificados: o limite de detecção, o limite de discriminação e o limite de reconhecimento. Um quarto limite relacionado à percepção odorante, porém não vinculado a um estímulo conhecido (e, portanto, subjetivo), pode ser considerado: o limite de incômodo. A seguir, são apresentadas definições para cada um desses limites.

- Limite de detecção:

Também conhecido como limite absoluto (KÖSTER, 1994), o limite de detecção (ou de percepção), é definido pela norma europeia EN 13725:2003 como sendo o fator de diluição (i.e., a concentração) no qual a amostra odorante tem uma probabilidade de 50% de ser detectada nas condições do teste, onde detectar significa perceber um estímulo como sendo diferente do odor de brancos inodoros.

- Limite de discriminação:

Também conhecido como limite diferencial ou “diferença apenas perceptível” (JND<sup>2</sup>), o limite de discriminação pode ser definido como sendo a diferença, em termos de concentração, entre dois estímulos detectados por um indivíduo com uma probabilidade de 50% (KÖSTER, 1994). Em termos práticos, Nicell (1986) define esse limite como sendo a concentração de odor na qual 50% de um painel de jurados afirmam estar certos, sem qualquer dúvida, da presença de um odor, i.e., o primeiro nível de diluição a partir do qual os membros do painel continuam certos da presença de um odor.

---

<sup>2</sup> Do inglês *Just Noticeable Difference*.



- Limite de reconhecimento:

O limite de reconhecimento é a mínima concentração na qual o caráter do odor pode ser descrito ou identificado. A norma europeia EN 13725:2003 define o limite de reconhecimento como sendo a concentração de odor que tem uma probabilidade de 50% de ser reconhecida nas condições do teste, onde reconhecer significa estar certo da presença de um odor e, além disso, ser capaz de descrever ou identificar o seu caráter.

- Limite de incômodo:

Concentração, em geral, acima do limite de reconhecimento, a partir da qual um indivíduo considera um odor como sendo um incômodo (MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000). Esse limite é subjetivo e depende das experiências, das expectativas e do “bem-estar” geral do indivíduo.

### ***Olfatômetro de campo***

O *Box Scentometer* foi o primeiro equipamento projetado para realização de medições objetivas de odor em ar ambiente. Esse equipamento foi originalmente produzido e comercializado pela Companhia Barnebey-Cheney (HUYE et al., 1960; SWEETEN, 1990), que mais tarde se tornou Barnebey & Sutcliffe Corporation, adquirida por Calgon Carbon Corporation (HENRY et al., 2009a). O dispositivo é resultado de um projeto financiado pelo Serviço de Saúde Pública dos Estados Unidos<sup>3</sup>, entre os anos de 1958 e 1960 (MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000).

O método de diluir um odor até o limite de percepção ou "*Dilution to Threshold*" (D/T) com o *Scentometer* consiste em misturar dois “volumes” de ar filtrados em carvão (buracos de duas polegadas e meia, cada um com um leito de carvão) com “volumes” específicos de ar ambiente – odorante (MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000). De acordo com o diâmetro do orifício de entrada de ar odorante têm-se diferentes diluições. O primeiro modelo (1959A) era capaz de gerar 4 diluições, o qual sofreu algumas modificações dando origem a um segundo modelo, capaz de produzir seis diluições (2, 7, 15, 31, 170 e 350 D/T) (MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000). Entre os problemas do *Box*

---

<sup>3</sup> Do inglês *United States Public Health Service*.

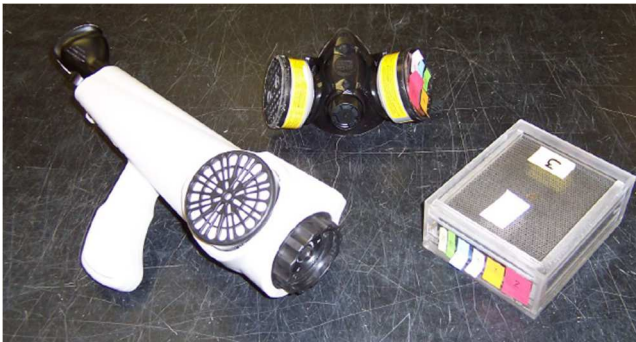
*Scentometer* estão a falta de controle da taxa de inalação pelo avaliador, portas de inalação desconfortáveis e com má vedação nasal, além do cansaço do sentido olfativo (HENRY et al., 2009a).

Baseado no mesmo princípio do *Box Scentometer*, um dispositivo denominado Nasal Ranger foi desenvolvido e introduzido no mercado em 2002. Esse equipamento fornece uma melhor vedação nasal, proporciona maior controle das vazões de ar e mais conforto aos painelistas durante a inalação. No entanto, o cansaço com o dispositivo manual durante as medições continua existindo e a fadiga do sentido olfativo pode ocorrer se uma máscara de filtro de carvão não for usada entre as medições (HENRY et al., 2009a).

Um terceiro dispositivo consiste em uma máscara de filtro de carvão adaptada “artesanalmente” para medir o odor no ambiente, tendo como vantagem a redução do desconforto e da fadiga nasal (uma vez que fica preso ao rosto) e o baixo custo (SHEFFIELD et al., 2004; SHEFFIELD; NDEGWA, 2008). Henry et al. (2009a) apresentam o desenvolvimento e a operação de um *Mask Scentometer* e reportam seus respectivos fatores de diluição, i.e., 18, 4,5, 2, 1 e 0,35 D/T.

A Figura 9, apresenta cada um dos equipamentos descritos acima.

Figura 9 – Olfatômetros de campo – da esquerda para direita: Nasal Ranger, Mask Scentometer e Box Scentometer.



Fonte: Sheffield et al. (2004).

Segundo Nicell (2009), olfatômetros de campo como o Nasal Ranger podem ser interessantes na apuração de queixas de odor, a fim de fornecer uma base quantitativa para avaliar o impacto odorante em

campo. No entanto, é preciso deixar claro que esses métodos de medição de odor em ar ambiente não são equivalentes (i.e., produzem resultados diferentes) e não são comparáveis aos obtidos através de olfatométrica dinâmica. Henry et al. (2009b) demonstraram que as concentrações de odor medidas são específicas para o método de avaliação a partir do qual foram determinadas. Isto é, a concentração de odor medida por um *Mask Scentometer* não é a mesma medida por um Nasal Ranger. Os autores salientam as implicações dessa constatação para fins regulatórios e alertam que quando uma D/T é apresentada, deve ser referenciado o método de medição utilizado.

Um novo dispositivo para avaliar odores em ar ambiente – o Scentroid SM110, desenvolvido e comercializado pela companhia IDES Canada Inc., promete fornecer resultados comparáveis aos obtidos com olfatômetros de laboratórios de olfatométrica. Um estudo realizado por Bokawa (2012), mostrou uma boa correlação entre os resultados do dispositivo e os obtidos através de uma avaliação por olfatométrica dinâmica. Entretanto, uma diferença significativa foi observada quando se trabalha com concentrações na faixa de 2.000 a 4.000 UO.m<sup>3</sup>. O estudo não avaliou faixas de concentração mais elevadas nem concentrações muito baixas, de 2 UO.m<sup>3</sup> a 60 UO.m<sup>3</sup>. De qualquer forma, o dispositivo representa uma evolução tecnológica importante na área de olfatométrica.

### **2.7.3 Métodos senso-instrumentais (Nariz eletrônico)**

Um terceiro método para análise e medição de odores é o uso de um equipamento conhecido, atualmente, como nariz eletrônico. Segundo Hudon (1999) a denominação nariz eletrônico ou nariz artificial, explica-se pela analogia que existe entre esse tipo de aparelho de medição e o sistema olfativo humano: os captos químicos desempenham o papel dos neuroreceptores olfativos, enquanto que o sistema de tratamento de informações pode ser associado ao cérebro olfativo.

O princípio de funcionamento do nariz eletrônico baseia-se na utilização de um conjunto de captos não seletivos que reagem na presença de compostos voláteis, formando assim uma impressão digital da mistura odorante avaliada. O papel do sistema de reconhecimento é associar essa impressão digital a um determinado odor, após um tratamento matemático previamente implementado sobre um microprocessador. Sendo assim, de acordo com suas aplicações, é

possível identificar, detectar, ou ainda, discriminar diferentes odores (HUDON, 1999).

Entre as diversas aplicações dos narizes eletrônicos, pode-se citar o diagnóstico de problemas estomacais através do hálito, o controle da qualidade na indústria alimentícia e o monitoramento de emissões atmosféricas em tempo real. De Melo Lisboa, Pagé e Guy (2009) apresentam alguns estudos de caso com aplicações de narizes eletrônicos à medicina, à segurança (análise de risco) e ao meio ambiente.

Na avaliação de impacto ambiental de emissões odorantes, o nariz eletrônico constitui uma técnica de alto custo, porém que se justifica em determinadas situações onde se faz necessário o monitoramento contínuo das emissões de odor (VIEIRA, 2007). De fato, o nariz eletrônico é capaz de prever o surgimento de um possível incômodo sobre a comunidade e fornecer um sinal de alerta ao operador da instalação (ROMAIN; DELVA; NICOLAS, 2008).

A partir da coleta de amostras e subsequente análise através de olfatomетria dinâmica, é possível obter uma curva de calibração entre a concentração de odor e a resposta dos sensores (i.e., uma resistência elétrica) utilizando uma regressão multilinear. Isso permite avaliar o nível de odor em tempo real a partir do sinal do nariz eletrônico. No entanto, tal calibração só é possível para uma dada emissão atmosférica se a sua concentração química estiver correlacionada a sua concentração odorante. Dessa forma, pode-se esperar que os sensores químicos utilizados no nariz eletrônico também irão apresentar uma resposta proporcional ao odor (ROMAIN; DELVA; NICOLAS, 2008).

Nimmermark (2001) apud Nimmermark (2004a) ressalta que a medição de odores utilizando narizes eletrônicos ainda não pode ser considerada como uma alternativa equivalente à olfatomетria. Desse modo, sistemas artificiais de detecção, como os narizes eletrônicos, devem sempre ser comparados com “sensores” humanos, que não são concorrentes, mas sim complementares no monitoramento e na avaliação de impactos ambientais. Além disso, o método não é normatizado e, portanto, não pode ser utilizado até o momento para verificar a conformidade com critérios de emissão ou exposição (ROMAIN; DELVA; NICOLAS, 2008).

## 2.8 METODOLOGIAS DE AVALIAÇÃO DE IMPACTO AMBIENTAL DE EMISSÕES ODORANTES

Avaliações de impacto odorante são importantes para investigar queixas, para o licenciamento ambiental (renovação de licença, licenciamento de novas instalações ou ampliação de instalações existentes) e para o monitoramento da conformidade com critérios estabelecidos legalmente.

Para Nicell (2009) as metodologias de avaliação de impacto ambiental odorante podem ser classificadas de acordo com duas abordagens distintas, as quais podem ser aplicadas individualmente ou em combinação: caracterização da fonte e subsequente previsão dos impactos nas áreas vizinhas; ou medições diretas de impacto em campo.

A primeira abordagem envolve a caracterização da fonte através de medições de vazão volumétrica e a coleta de amostras para posterior análise em laboratório. Isso permite determinar a taxa de emissão odorante (TEO), geralmente expressa em  $\text{UO.s}^{-1}$  ou  $\text{UO.h}^{-1}$ . A TEO é um dos dados de entrada utilizado por um modelo matemático de dispersão para prever ou avaliar o impacto odorante fora dos limites da propriedade da fonte emissora. Dentre as metodologias inseridas na segunda categoria encontram-se a investigação e análise de queixas, a enquete olfatométrica, a rede de percepção de odor, as inspeções de campo e o olfatômetro de campo.

### 2.8.1 Modelagem matemática da dispersão atmosférica

A abordagem mais comumente utilizada em todo o mundo para avaliação de impacto odorante consiste em utilizar modelos matemáticos de dispersão atmosférica para prever as concentrações de odor no ambiente com base nas taxas de emissão, topografia e dados meteorológicos (NICELL, 2009; RANZATO et al., 2012; BOKAWA, 2012), além das características da fonte emissora (JIANG; SANDS, 1999).

O uso de modelos matemáticos compreende a coleta de amostras de odor em cada uma das fontes potencialmente odorantes da instalação; a análise das amostras de odor coletadas, através de olfatométrica dinâmica; e o cálculo das taxas de emissão odorante. As taxas de emissão

são então, utilizadas em estudos de modelagem de dispersão para determinar as concentrações de odor fora dos limites da área da propriedade da fonte emissora (BOKAWA, 2012).

A partir da determinação das taxas de emissão de odor na fonte, modelos regulatórios de dispersão atmosférica tais como Ausplume, Auspuff e ISC3 (substituído pelo modelo AERMOD da relação de modelos recomendados pela USEPA em 09 de novembro de 2006) podem ser utilizados para prever os níveis de concentração na direção do vento em locais de interesse, distantes da fonte, em diferentes condições atmosféricas (JIANG; SANDS, 1999). É importante lembrar que todas as fontes de odor da instalação têm de ser avaliadas e incluídas no estudo de modelagem. Caso contrário, as emissões de odor serão subestimadas e, conseqüentemente, as concentrações de odor fora dos limites da propriedade da fonte emissora (BOKAWA, 2012).

É importante ressaltar que não existe uma dispersão especial para odores. Um odorante é definido como um material que pode provocar o que a humanidade reconhece como "odor". Normalmente, odorantes são gases e assim se dispersam como qualquer outro gás. Portanto, não existe uma dispersão especial para gases odorantes – a avaliação do impacto é que se difere substancialmente da exigida para outros poluentes (FRECHEN, 2001).

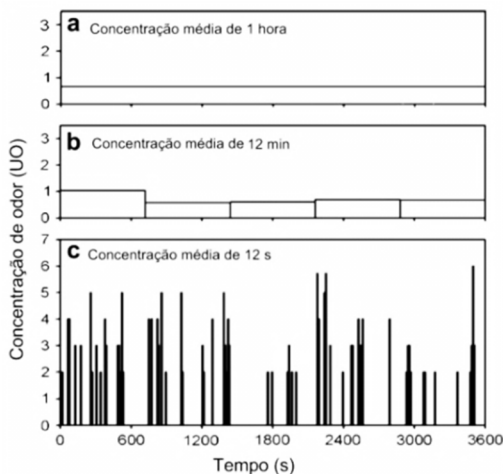
As concentrações calculadas utilizando modelos de dispersão são normalmente baseadas em longos períodos de tempo (e.g., 1 hora), enquanto que o odor pode ser percebido e dar origem a queixas a partir de curtos períodos de exposição (MUSSIO; GNYP; HENSHAL, 2001; DREW et al., 2007). De fato, uma vez que as condições meteorológicas são altamente variáveis sobre curtos períodos de tempo, a utilização de concentrações médias horárias falha em representar picos de concentração de curto prazo, que são passíveis de ocorrer e de ser percebidos durante esse período (VENKATRAM, 2002).

Para avaliação de valores de pico, que descrevem exposições biologicamente adequadas, o chamado *peak-to-mean ratio* (relação pico/média) é geralmente utilizado como forma de adaptar os modelos de dispersão às concentrações de odor de curto prazo. Isto é feito com o objetivo de imitar a percepção do sistema olfativo humano (SCHAUBERGER; PIRIGER, 2012).

### *Tempo de média na modelagem de dispersão de odores*

Höngtrön (1972) mostrou que ainda que a concentração média horária de odor esteja bem abaixo do limite de percepção, diversos picos de concentração superiores ao limite de percepção podem ser observados devido aos efeitos turbulentos da atmosfera. Nicell (2009) e Schaubberger et al. (2012) trazem um exemplo para representar esse fenômeno. A Figura 10 apresenta a linha do tempo das concentrações de odor, observadas em um único receptor, para três intervalos de tempo: (a) valores médios de 1 hora (e.g., saída do modelo de dispersão), (b) 12 minutos e (c) 12 segundos. Os valores médios de 12 segundos foram registrados e posteriormente usados para calcular concentrações médias de 12 minutos e 1 hora.

Figura 10 – Representação de uma linha temporal de concentração de odor para três intervalos de tempo.



Fonte: Adaptado de Nicell (2009) por Schaubberger et al. (2012).

Conforme pode ser observado na Figura 10, a concentração média horária não excede o limite de percepção de odor de  $1 \text{ UO.m}^{-3}$ . No entanto, considerando um tempo de média de 12 minutos, um valor de concentração excede o limite. Já para valores médios de 12 segundos, concentrações de até  $6 \text{ UO.m}^{-3}$  são observadas, o que pode dar origem a incômodos olfativos. Dessa forma, quanto menor o intervalo de tempo considerado, maior a concentração odorante máxima calculada pelo modelo de dispersão.

A abordagem mais amplamente empregada para estimar concentrações médias de curtos intervalos de tempo, a partir de valores médios de longo prazo (e.g., 1 hora), calculados usando modelos de dispersão, envolve a aplicação da seguinte equação (SMITH, 1973 apud SCHAUBEGER et al., 2012):

$$\frac{C_p}{C_m} = \left( \frac{t_m}{t_p} \right)^u \quad (4)$$

Onde  $C_m$  é a concentração média calculada para um tempo de integração longo  $t_m$ ,  $C_p$  é a concentração de pico para um tempo de integração  $t_p$  e  $u$  é um expoente empírico (adimensional) que depende do grau de estabilidade atmosférica e varia de 0,17 a 0,68 (CHA; LI; BROWN apud RIBEIRO et al., 2010).

De acordo com a equação acima, a relação pico/média (*peak-to-mean ratio*) é definida por um fator F, que pode ser determinado a partir da relação  $(t_m/t_p)^u$ , que multiplica as concentrações máximas ( $C_m$ ) calculadas pelo modelo de dispersão para determinar concentrações de pico ( $C_p$ ), de acordo com um critério estabelecido (e.g., percentil 98°).

Finalmente, as etapas do processo de avaliação de impacto ambiental de emissões odorantes utilizando modelos de dispersão podem ser descritas resumidamente em quatro etapas: (1) determinação da taxa de emissão odorante da fonte; (2) diluição na atmosfera, descrita por modelos de dispersão, calculando séries temporais de valores médios de concentração de uma hora; (3) determinação das concentrações de odor de pico a partir dos valores médios de uma hora para imitar a percepção de odor do nariz humano; e (4) comparação dos resultados obtidos com os critérios de impacto odorante, definidos pelo limite de concentração de odor e a sua respectiva probabilidade de excedência (i.e., percentil ou frequência de conformidade) (SCHAUBERGER; PIRIGER, 2012).

### 2.8.2 Avaliação de impacto odorante em campo

A grande vantagem dos métodos de avaliação de impacto odorante em campo é que os resultados correspondem à real percepção sensorial do observador no ambiente e não a um dado deduzido por um modelo de dispersão, a partir de medidas no nível de emissão. No entanto, tais avaliações só podem ser realizadas após a instalação e o início de



operação do empreendimento que se pretende construir ou ampliar. Dessa forma, não é possível evitar a ocorrência de incômodos, mas apenas reduzi-los quando identificados.

#### 2.8.2.1 Investigação e análise de queixas

Queixas são amplamente utilizadas como indicadores da existência de um problema de odor e sua gravidade (UK ENVIRONMENT AGENCY, 2002), particularmente em áreas densamente povoadas (NEW ZEALAND MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, 2003). Porém, não se sabe com que precisão o número de queixas relacionadas à percepção de odores reflete o nível geral de incômodo da comunidade e de que forma as reclamações podem ser melhor utilizadas para suportar uma investigação (UK ENVIRONMENT AGENCY, 2002). De fato, as queixas não indicam necessariamente a real magnitude dos efeitos adversos porque as pessoas podem não se queixar, ainda que estejam muito incomodadas, assim como outros podem desistir de fazer queixas se sentirem que essas não estão dando resultados (NEW ZEALAND MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, 2003). Além disso, uma redução no número de queixas pode ocorrer devido ao fato das pessoas se acostumarem com o odor. Dessa forma, reclamações são um bom indicador da ocorrência de um incidente, como um lançamento acidental ou o súbito aparecimento de uma nova fonte de incômodo. As queixas resultantes podem ser utilizadas para identificar a fonte e mapear a extensão da área afetada (UK ENVIRONMENT AGENCY, 2002).

Dados de queixas de odor podem ser menos relevantes (NEW ZEALAND MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, 2003):

- Em áreas de baixa densidade populacional;
- Quando outras fontes de odor estão presentes;
- Quando as queixas registradas não podem ser validadas com dados meteorológicos.

#### 2.8.2.2 Enquete olfatométrica

A enquete olfatométrica consiste em uma metodologia de avaliação de impacto odorante que promove o diagnóstico da qualidade do ar relativo à percepção de odores, através da aplicação de questionários. Esse tipo de avaliação envolve a realização de entrevistas com uma amostra selecionada da população em uma determinada região

de interesse. As respostas refletem a percepção da população com relação aos odores presentes no ambiente, com base em experiências passadas (UK ENVIRONMENT AGENCY, 2002), e representa o grau de incômodo (ou o nível de satisfação) da população devido a todas as fontes de odor.

Os resultados da enquete podem ser utilizados para estabelecer uma hierarquia das fontes de odor de acordo com a sua contribuição para o incômodo global sobre a comunidade (NEW ZEALAND MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, 2003). De Melo Lisboa (2010) apresenta um modelo de questionário, elaborado com base nas recomendações da norma VDI 3883 - Parte 1 (1997).

Diversos estudos realizados no estado de Santa Catarina têm utilizado essa metodologia: Truppel (2002) avaliou a eficiência de técnicas de desodorização aplicadas a uma estação de tratamento de esgotos; Silva (2002) avaliou os incômodos olfativos causados pela produção intensiva de suínos em propriedades do oeste catarinense; e Carmo Jr. (2005) avaliou a percepção de odores nas proximidades de um posto de combustíveis. De maneira geral, nesses estudos, a metodologia se mostrou eficiente para caracterizar a população residente, avaliar pontos críticos, identificar os odores presentes na região e as condições meteorológicas relacionadas a episódios de odor.

Dessa forma, a enquete olfatométrica é uma metodologia interessante para o diagnóstico ambiental, que pode ser aplicada para avaliar o nível de satisfação da população com relação à qualidade do ar. A metodologia também pode ser utilizada para comparar uma situação atual com uma situação futura, e.g., antes e após a instalação e operação de um determinado empreendimento em uma região ou da implementação de medidas de controle.

### 2.8.2.3 Questionários repetidos

A metodologia de avaliação de incômodo através de questionários repetidos é estabelecida pela norma alemã VDI 3883 - Parte 2 (VDI, 1993). O método consiste na utilização de indivíduos da comunidade, selecionados para avaliar de forma rotineira seu nível de incômodo odorante em horários do dia pré-determinados, em um local específico. Um índice de incômodo é calculado a partir das observações e é usado para monitorar a mudança relativa na extensão dos impactos de odor ao

longo de um período de tempo (NEW ZEALAND MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, 2003). Assim, essa metodologia se difere da enquete olfatométrica, de forma que a opinião de um mesmo grupo é avaliada repetidamente ao longo de um determinado período de tempo (UK ENVIRONMENT AGENCY, 2002).

Os painéis podem ser formados de diferentes modos, dependendo da finalidade da pesquisa. A configuração mais comum consiste em um grande grupo de voluntários, selecionados aleatoriamente a partir de uma determinada área. Cerca de 25–35 pessoas são necessárias, embora alguns testes possam ser realizados com painéis de apenas 10–15 pessoas. Os participantes devem avaliar, em intervalos de tempo regulares e pré-determinados, se detectam e são incomodados por algum odor. O local de observação é normalmente fora de casa. Essa forma de coleta de informações tem a vantagem de que um número relativamente grande de pessoas pode ser consultado e que as informações não estão relacionadas à memória de uma experiência passada (UK ENVIRONMENT AGENCY, 2002).

#### 2.8.2.4 Rede de Percepção de Odor

Uma Rede de Percepção de Odor (RPO) consiste em uma metodologia de avaliação de impacto odorante realizada por um grupo de voluntários, moradores das comunidades vizinhas a uma fonte de odor, que registram observações de odor através de cartões-resposta. Os participantes podem ser orientados a registrar observações todos os dias, cada vez que detectarem um odor ou cada vez que detectarem um odor “ofensivo”, durante um determinado período de tempo (UK ENVIRONMENT AGENCY, 2002). Essa metodologia também é denominada Júri Permanente por Carmo Jr. (2005) e De Melo Lisboa (2010).

O cartão-resposta, que deve ser preenchido pelos membros da RPO, é composto por um questionário fechado, o qual é padronizado pela norma alemã VDI 3883 – Parte 2 (VDI, 1993). As informações questionadas incluem:

- Data e hora do dia;
- Duração do episódio de odor;
- Continuidade do odor durante o episódio;
- Caráter e intensidade do odor;

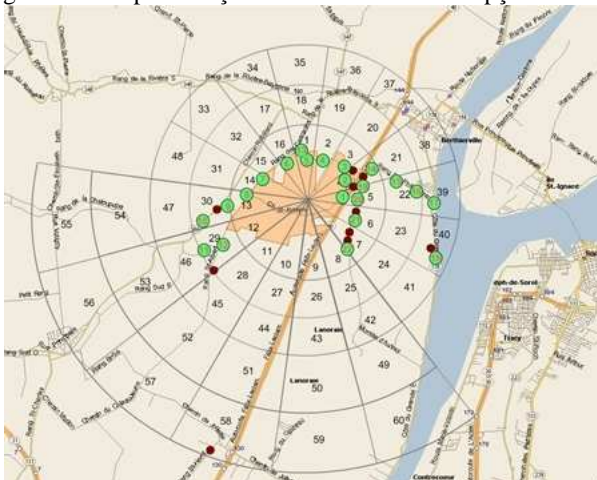
- Provável fonte do odor;
- Intensidade e direção do vento;
- Estado de saúde do avaliador.

É importante ressaltar que os membros da RPO devem receber treinamento e orientações de como registrar as observações de odor. Eles também devem receber um *feedback* dos resultados para ajudar a manter o entusiasmo e continuar efetuando as observações (NEW ZEALAND MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, 2003), que devem ser correlacionadas e validadas a partir de dados meteorológicos (i.e., direção do vento).

Uma RPO pode ser útil para coletar dados sobre a frequência e a magnitude dos impactos odorantes, em diversos locais, sobre um determinado período de tempo. Os resultados podem ser utilizados para calcular a percentagem do tempo (horas/ano) que as pessoas estão expostas a uma determinada fonte de odor, assim como a intensidade e a natureza dos impactos (NEW ZEALAND MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, 2003). Isso permite a comparação com resultados de estudos de modelagem de dispersão de odores.

A Figura 11, ilustra uma RPO com destaque para a localização de seus integrantes no entorno da propriedade de uma fonte emissora.

Figura 11 – Representação de uma Rede de Percepção de Odor.



Fonte: Herrera Cohen, Filiatrault e Vieira (2008).

No Brasil, embora pouco difundida para outros segmentos industriais, a RPO é aplicada há mais de 20 anos pela indústria papelreira. De acordo com Oliveira Filho e Queiroz (1998), uma RPO teria sido formada em 1991, no estado do Espírito Santo, como exigência no processo de licenciamento ambiental para ampliação de uma grande fábrica de papel e celulose.

No estado de Santa Catarina, a metodologia também foi aplicada a uma fábrica de papel e celulose (BRANDEBURGO, 2010). O estudo contou com a participação exclusiva de colaboradores da empresa e auxiliou na identificação de procedimentos operacionais críticos. Este caso demonstra como uma RPO pode ser inserida no contexto de estratégias de gestão empresarial de uma instalação emissora e não somente por imposição legal.

A melhoria da relação da instalação emissora com comunidade, o custo relativamente baixo em relação a outras metodologias de avaliação de impacto odorante e o monitoramento sobre longos períodos de tempo, são alguns dos benefícios proporcionados por uma RPO.

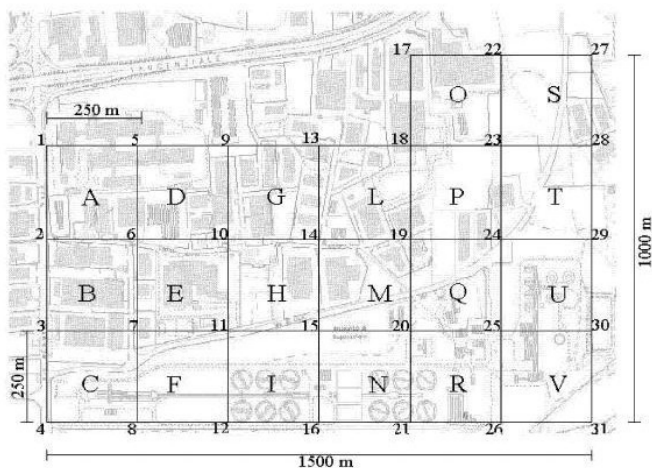
#### 2.8.2.5 Inspeções de campo

As inspeções de campo consistem em uma metodologia objetiva de avaliação de impacto em campo, que utiliza um painel de jurados treinados para determinar a frequência de "horas de odor", com base nos fatores FIDOL que afetam o impacto odorante. A metodologia produz resultados comparáveis aos obtidos através de modelagem de dispersão (GOAA, 2008; RANZATO et al., 2012).

O procedimento é padronizado pela norma VDI 3940, que assume que um jurado cheira a cada 10 segundos para decidir se uma amostra (de ar ambiente) é odorante. Dessa forma, em 1 hora tem-se 360 respirações. Especificamente na Alemanha, uma hora de odor é computada se 10% das 360 respirações são avaliadas como odorantes. Por razões práticas, apenas um período de 10 min (60 respirações) é utilizado como amostra para avaliar uma determinada hora. Nesse caso, se 6 de 60 períodos de 10 segundos são avaliados como odorantes por um painel de jurados, isto define uma "hora de odor". Todos os valores situados acima desse critério são contabilizados como horas de odor e a probabilidade de exceder este limiar é, então, chamada de frequência

de horas de odor (SCHAUBERGER et al., 2012). Isso fornece informações de curto prazo sobre os fatores frequência, duração e intensidade odorante. A avaliação objetiva dos fatores FIDOL, deve incluir a natureza intrínseca do odor, a qual é avaliada através do caráter odorante. Dessa forma, o método também prevê a avaliação da ofensividade do odor percebido com base em uma relação de descritores padrão (NEW ZEALAND MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT, 2003). A Figura 12 apresenta um exemplo de uma grade receptora para realização de inspeções de campo.

Figura 12 – Representação de uma grade receptora para realização de inspeções de campo.



Fonte: Zarra et al., 2010.

Na Alemanha, essa metodologia é utilizada para fins regulatórios no licenciamento ambiental de novas instalações e da ampliação de instalações existentes, exigindo a realização de uma série de inspeções de campo, em geral, ao longo de um período mínimo de 6 meses. Isso resulta em uma abordagem de elevado custo devido à necessidade excessiva de assessores e o longo tempo de análise (ZARRA et al., 2010). No entanto, inspeções de campo também podem ser realizadas para avaliações pontuais, em uma ou mais ocasiões, para determinar a extensão da área afetada por uma fonte emissora ou auxiliar na localização de uma fonte de odor (UK ENVIRONMENT AGENCY, 2002).

### 2.8.2.6 Olfatômetro de campo

No método do olfatômetro de campo, é utilizado um olfatômetro portátil no qual o avaliador respira o ar em diferentes diluições e determina a maior diluição na qual é capaz de detectar o odor. O limite de detecção é alcançado quando o operador detecta pela primeira vez o odor (SWEETEN, 1990). A Figura 13 ilustra o procedimento de avaliação de impacto em campo utilizando um Nasal Ranger.

Figura 13 – Nasal Ranger utilizado em avaliações de campo.



Fonte: Sheffield e Ndegwa (2008).

Conforme apresentado anteriormente, equipamentos como o Nasal Ranger tem algumas limitações. Apesar disso, diversas localidades, especialmente nos Estados Unidos introduziram tais dispositivos em suas legislações para verificação de conformidade ambiental *in loco* (LEONARDOS, 1974; PROKOP, 1978, SWEETEN, 1990; MAHIN, 2001). Entretanto, um estudo conduzido por Bokawa (2012) concluiu que os resultados de concentração de odor obtidos com o Nasal Ranger são significativamente menores que os obtidos através de outras técnicas, como amostragem e modelagem de dispersão, amostragem em ar ambiente e avaliação com painel olfatométrico ou quando comparados aos resultados de outro olfatômetro de campo.

## 2.9 ABORDAGENS REGULATÓRIAS PARA O CONTROLE DE INCÔMODO OLFATIVOS

As “leis de odor” abordam questões de odor na comunidade através de diversas abordagens bem definidas que utilizam “critérios para determinação de conformidade” (MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000). Existem basicamente quatro tipos de abordagens regulatórias empregadas para o controle de incômodos olfativos (FRECHEN, 2001):

- Padrões de distância mínima (*Minimum Distance Standards*): Com base na experiência prática, esse tipo de regulação normalmente leva em conta o tipo e o tamanho da instalação. Essa é uma das formas mais antigas de regulação e pode ser aceita hoje como uma regra de ouro em casos muito simples. No entanto, essa abordagem geralmente não considera a sensibilidade do meio receptor e dessa forma, não satisfaz todas as considerações de incômodo de hoje;
- Padrões máximos de emissão (*Maximum Emission Standards*): Baseado em conhecimentos consolidados sobre o impacto resultante de emissões autorizadas, ou mesmo negligenciando o impacto. Este tipo de regulamentação, na maioria dos casos, não vai atender as necessidades de hoje, mesmo quando é feita distinção entre o tipo e o tamanho da instalação ou a magnitude da emissão;
- Padrões máximos de impacto (*Maximum Impact Standards*): Impacto na região vizinhança ou nos limites da propriedade. As emissões são limitadas indiretamente devido aos impactos medidos (instalações existentes) ou previstos (instalações em fase de projeto, modelagem da dispersão atmosférica) resultantes da operação da instalação.
- Padrões máximos de incômodo (*Maximum Annoyance Standards*): Nível de satisfação da população, avaliado via questionários. É o valor chave que indica se, em uma determinada área, ações contra odores devem ou não ser tomadas. Também pode ser estabelecido a partir de critérios baseados no número de queixas (MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000).



McGinley, Mahin e Pope (2000) ressaltam que as diferentes abordagens não são mutuamente exclusivas, mas sim complementares entre si e podem ser combinadas em uma “lei de odor”.



## CAPÍTULO III

### **QUADRO REGULAMENTAR NACIONAL: POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA E SUAS ESPECIFICIDADES COM RELAÇÃO AO CONTROLE DE INCÔMODO OLFATIVOS**

No Brasil, ainda não existe uma legislação federal que estabeleça limites aceitáveis de impacto odorante, baseado em procedimentos olfatométricos, i.e., o odor não é um poluente regulamentado a nível federal. A legislação ambiental existente oferece certa base para abordar a questão através de alguns mecanismos, como os instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente (e.g., zoneamento, licenciamento, estudo de impacto e padrões de qualidade ambiental), além de diretrizes e normas para o controle da poluição. No entanto, faltam metodologias e critérios objetivos para enfrentar o problema. De acordo com a unidade federativa, encontram-se legislações ambientais no âmbito estadual e/ou municipal que, tendo em vista a falta de legislação federal específica, são utilizadas nas ações de órgãos ambientais para mediar conflitos entre a população e os responsáveis pelas fontes emissoras.

Este capítulo apresenta os resultados de uma pesquisa documental sobre legislações (leis, decretos e resoluções) relacionadas à poluição do ar e aplicáveis ao controle de incômodos olfativos. A seguir, serão apresentadas algumas legislações em nível federal, estadual e municipal visando dar sustentação para a futura proposição de uma abordagem regulamentar para os odores adequada à realidade brasileira.

### 3.1 LEGISLAÇÃO FEDERAL

#### **Constituição Federal**

A Constituição Federal de 1988 institui os princípios da Política Nacional do Meio Ambiente. No capítulo VI (“Do Meio Ambiente”), o *caput* do Art. 225 estabelece que:

Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações.

#### **Política Nacional do Meio Ambiente – PNMA**

A Lei Federal nº 6.938/81, regulamentada pelo Decreto nº 99.274/90, estabelece a Política Nacional do Meio Ambiente tendo como objetivo

a preservação, melhoria e recuperação da qualidade ambiental propícia à vida, visando assegurar, no país, condições de desenvolvimento socioeconômico, aos interesses da segurança nacional e à proteção da dignidade da vida humana (BRASIL, 1981).

Primeiramente, é interessante apresentar o conceito de poluição à luz da legislação pátria. O Art. 3º, Inciso III, define poluição como “a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população; b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas; c) afetem desfavoravelmente a biota; d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente; e) lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos”. Como pode ser observado, o conceito apresentado na lei é bastante amplo, abrangendo, dessa forma, todas as modalidades de poluição. Portanto, a emissão de odores suscetíveis de causar incômodos olfativos caracteriza poluição, ao afetar o bem-estar e a saúde da população e criar condições adversas às atividades sociais e econômicas nas comunidades afetadas.

O Art. 6º estabelece o Sistema Nacional do Meio Ambiente (SISNAMA) e determina a estrutura hierárquica das entidades responsáveis da União, dos Estados e dos Municípios, bem como as funções atribuídas pelo Poder Público. Os Estados devem criar órgãos de controle ambiental (Órgãos Seccionais) e os Municípios devem criar suas respectivas entidades competentes (Órgãos Locais). Cabe aos Estados e aos Municípios elaborar normas e padrões, considerando os critérios estabelecidos pelo respectivo nível superior.

A lei também estabelece importantes instrumentos de controle e proteção ambiental, que oferecem ao Poder Público, mecanismos para regulação e fiscalização de atividades potencialmente poluidoras. Dentre os quais se destacam no Art. 9:

- I – o estabelecimento de padrões de qualidade ambiental;
- II – o zoneamento ambiental;
- III – a avaliação de impactos ambientais;
- IV – o licenciamento e a revisão de atividades efetiva ou potencialmente poluidoras; [...]
- XII – o Cadastro Técnico Federal de atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras dos recursos ambientais [...].

O cadastramento de atividades potencialmente poluidoras é instituído no Art. 17, sob a administração do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis (IBAMA). Esse instrumento é particularmente importante quando se deseja avaliar o impacto resultante de um conjunto de instalações dentro de uma mesma região (e.g., complexo industrial) ou mesmo realizar um inventário de fontes emissoras.

Os padrões de qualidade ambiental são estabelecidos em nível federal, estadual e municipal levando em conta os potenciais impactos sobre o homem e o meio ambiente. Já o zoneamento ambiental tem por objetivo delimitar a expansão urbana e a distribuição espacial da população no território visando assegurar o desenvolvimento econômico, social e o equilíbrio ambiental (DORNELES, 2010). A avaliação de impactos ambientais e o licenciamento de atividades potencialmente poluidoras são alvo de regulamentações específicas.

## **Resoluções do Conselho Nacional do Meio Ambiente – CONAMA**

### *Resolução CONAMA nº 001/1986*

A avaliação de impacto ambiental é um procedimento que permite avaliar o futuro impacto resultante da operação de atividades potencialmente poluidoras sobre a comunidade e o meio ambiente em geral ou avaliar conformidade com padrões de qualidade ambientais estabelecidos (no caso de instalações existentes). Esse procedimento é regulamentado pela Resolução CONAMA nº 001/86, que dispõe sobre critérios básicos e diretrizes gerais para a realização de estudos de avaliação de impacto ambiental. De acordo com essa resolução, impacto ambiental é definido como “qualquer alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de matéria ou energia resultante das atividades humanas que, direta ou indiretamente, afetam: a saúde, a segurança e o bem-estar da população; as atividades sociais e econômicas; a biota; as condições estéticas e sanitárias do meio ambiente; a qualidade dos recursos ambientais” (CONAMA, 2012). Portanto, a avaliação de impacto ambiental é um instrumento da PNMA e deve ser utilizada no controle de incômodos olfativos.

### *Resolução CONAMA nº 237/1997*

A Resolução CONAMA nº 237/97 revisa e complementa os procedimentos e critérios utilizados para o licenciamento ambiental, estabelecidos pela PNMA. A Resolução define licenciamento como o “procedimento administrativo pelo qual o órgão ambiental competente licencia a localização, instalação, ampliação e a operação de empreendimentos e atividades utilizadoras de recursos ambientais, consideradas efetiva ou potencialmente poluidoras ou daquelas que, sob qualquer forma, possam causar degradação ambiental, considerando as disposições legais e regulamentares e as normas técnicas aplicáveis ao caso” (CONAMA, 2012). Esse procedimento pode ser dar em três etapas: licença prévia, licença de instalação e licença de operação. No que diz respeito ao controle de incômodos olfativos, a licença pode, por exemplo, exigir a adoção das Melhores Técnicas Disponíveis (MTD) e estabelecer critérios de desempenho ou limites máximos de emissão odorante, baseados em impactos medidos ou previstos (no caso de novas instalações).

*Resolução CONAMA nº 003/1990*

A Resolução CONAMA nº 003/90 estabelece padrões de qualidade do ar para alguns poluentes atmosféricos, como: partículas totais em suspensão (PTS), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e monóxido de carbono (CO) – Tabela 7. Esses são os poluentes para os quais são estabelecidos metodologias de medição e concentrações que não devem ser ultrapassadas para garantir a saúde, a segurança e o bem estar da população, além de não ocasionar danos à flora e à fauna, aos materiais e ao meio ambiente em geral. Os padrões regulamentados foram estabelecidos à luz do NAAQS (*National Ambient Air Quality Standards*), da Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (USEPA).

Tabela 7 – Padrões nacionais de qualidade do ar.

Poluente	Tempo de amostragem	Padrão primário [µg.m <sup>-3</sup> ]	Padrão secundário [µg.m <sup>-3</sup> ]	Método de amostragem
PTS	24 horas <sup>1</sup>	240	150	Amostrador de grandes volumes
	MGA <sup>2</sup>	80	60	
MP <sub>10</sub>	24 horas <sup>1</sup>	150	150	Separação inercial/Filtração
	MAA <sup>3</sup>	50	50	
CO	1 hora <sup>1</sup>	40.000 (35 ppm)	40.000 (35 ppm)	Infravermelho não dispersivo
	8 horas <sup>1</sup>	10.000 (9 ppm)	10.000 (9 ppm)	
O <sub>3</sub>	1 hora <sup>1</sup>	160	160	Quimiluminescência
SO <sub>2</sub>	24 horas <sup>1</sup>	365	100	Pararosanilina
	MAA <sup>3</sup>	80	40	
NO <sub>2</sub>	1 hora <sup>1</sup>	320	190	Quimiluminescência
	MAA <sup>3</sup>	100	100	
Fumaça	24 horas <sup>1</sup>	150	100	Refletância
	MAA <sup>1</sup>	60	40	

Fonte: Elaborado pelo autor a partir de CONAMA (2012).

<sup>1</sup> Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano;

<sup>2</sup> Média Geométrica Anual;

<sup>3</sup> Média Aritmética Anual.

Conforme pode ser observado na tabela acima, o tempo de amostragem (ou o tempo de média) varia de 1 hora a 1 ano. Para monóxido de carbono, por exemplo, são definidos padrões de concentração média de 1 hora e 8 horas. No caso do ozônio, é definido apenas um padrão para média horária. Já para material particulado, dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio e fumaça, são estabelecidos padrões de concentração média diária e média aritmética anual. Isso está relacionado com o efeito potencial desses poluentes sobre o meio ambiente e a saúde da população, essencialmente crônicos ou de longo prazo.

#### *Resolução CONAMA n° 005/1989*

A Resolução CONAMA n° 005/1989 institui o Programa Nacional de Controle da Qualidade do Ar (PRONAR), com a estratégia básica de “limitar as emissões por tipologia de fontes e poluentes prioritários, reservando o uso dos padrões de qualidade do ar como ação complementar de controle” (CONAMA, 2012). A Resolução define limite máximo de emissão como a quantidade de poluentes permissível de ser lançada por fontes poluidoras para a atmosfera e estabelece que “os limites máximos de emissão serão diferenciados em função da classificação de usos pretendidos para as diversas áreas e serão mais rígidos para as fontes novas de poluição”. Portanto, de acordo com essa Resolução, os limites máximos de emissão (e, indiretamente, de impacto) estabelecidos em âmbito nacional devem levar em conta o zoneamento ambiental e urbano e ser mais restritivos para novas instalações.

#### *Resolução CONAMA n° 008/1990*

A Resolução CONAMA n° 008/1990 estabelece limites máximos de emissão de poluentes do ar (padrões de emissão) para processos de combustão externa em fontes novas fixas de poluição com potências nominais totais até 70 MW (setenta megawatts) e superiores. Os poluentes regulamentados são: partículas totais em suspensão (PTS), dióxido de enxofre (SO<sub>2</sub>) e densidade colorimétrica (CONAMA, 2012).

#### *Resoluções CONAMA n° 382/2006 e 436/2011*

As Resoluções CONAMA n° 382/2006 e 436/2011 estabelecem limites de emissão para Enxofre Reduzido Total (ERT) proveniente de processos de fabricação de celulose. Os limites são expressos em termos



de dióxido de enxofre ( $\text{SO}_2$ ) e se referem, principalmente, ao gás sulfídrico e às mercaptanas. É estabelecido ainda que

em função das características locais da área de influência da fonte poluidora sobre a qualidade do ar, o órgão ambiental licenciador poderá estabelecer limites de emissão mais restritivos, inclusive considerando o incômodo causado pelo odor além dos limites do empreendimento (CONAMA, 2012).

Ambas as resoluções apresentam as mesmas disposições com relação à emissão de compostos de enxofre reduzido, a diferença é que a Resolução nº 436/2011 se aplica às instalações com pedido de licença de instalação anterior a 02 de janeiro de 2007, quando foi aprovada a Resolução nº 382/2006. Dessa forma, as resoluções podem ser consideradas complementares.

### 3.2 LEGISLAÇÕES ESTADUAIS E MUNICIPAIS

Alguns estados brasileiros estabelecem limites de imissão para alguns compostos odorantes fora dos limites da propriedade da fonte emissora. Outros estados e municípios apenas vedam a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área da propriedade em que se encontra a fonte emissora ou consideram uma infração provocar a retirada, ainda que momentânea, de habitantes de áreas urbanas ou equivalentes. Apenas o estado do Paraná estabelece padrões máximos de emissão de odor, através de procedimentos olfatométricos, com base na concentração odorante (em unidades de odor por metro cúbico,  $\text{UO.m}^{-3}$ ). Alguns municípios apresentam disposições interessantes para o controle da poluição atmosférica (e.g., monitoramento periódico ou contínuo das emissões, definição de áreas consideradas sensíveis e a possibilidade do estabelecimento de distâncias mínimas de separação). Porém, a aplicabilidade dessas disposições depende do estabelecimento de uma abordagem regulatória para o controle de incômodos olfativos e da regulamentação de metodologias e critérios objetivos para avaliação de impacto odorante.

### 3.2.1 Região Sudeste

#### Estado de São Paulo

A Lei nº 997, de 21 de maio de 1976, dispõe sobre o Controle da Poluição do Meio Ambiente no Estado de São Paulo. A lei determina que o órgão ambiental competente poderá exigir que os responsáveis por atividades efetivas ou potencialmente poluidoras apresentem, quando solicitado,

o plano completo de desenvolvimento de suas atividades ou de seu processamento industrial, bem como dos sistemas de tratamento existentes, do lançamento de resíduos em qualquer estado da matéria ou, ainda, [...] de substâncias odoríferas (SÃO PAULO, 1976).

O Decreto nº 8.468, de 08 de setembro de 1976, que regulamenta a Lei nº 997/76, estabelece no Art. 33 que:

Fica proibida a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera, em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora.

Parágrafo Único - A critério da CETESB, a constatação da emissão de que trata este parágrafo, será efetuada:

- I - Por técnicos credenciados pela CETESB;
- II - Com referência às substâncias a seguir enumeradas, através de sua concentração no ar, por comparação com o Limite de Percepção do Odor (LPO) [...].

Em 1980, o Art. 33 teve sua redação alterada pelo Decreto 15.425/80. A nova redação retirou a disposição referente ao LPO, estabelecendo que a constatação da percepção de que trata o artigo simplesmente deveria ser efetuada por técnicos da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB).

O Art. 38 lista uma relação de atividades emissoras de compostos odoríferos cujas emissões deverão ser incineradas em pós-queimadores ou por outro sistema de controle de poluentes de eficiência igual ou superior. Dentre essas atividades estão: torrefação e resfriamento de café, amendoim, castanha de caju e cevada; autoclaves e digestores utilizados em aproveitamento de matéria animal; defumação de carnes e similares; e fontes de sulfetos de hidrogênio e mercaptanas. O Art. 41 acrescenta que “as fontes de poluição, para as quais não foram estabelecidos padrões de emissão, adotarão sistema de controle de poluição de ar baseadas na melhor tecnologia prática disponível para cada caso”.

O Art. 28 dá ao Estado o poder de exigir, nos casos em que se fizer necessário, “a instalação e operação de equipamentos automáticos de medição, com registradores das fontes de poluição do ar, para o monitoramento das quantidades de poluentes emitidos, cabendo a esse órgão, à vista dos respectivos registros, fiscalizar o funcionamento”. No caso dos odores, isso permitiria que fosse exigida a instalação de narizes eletrônicos.

É importante esclarecer um equívoco conceitual com relação aos limites de percepção de odor introduzidos em 1976 através do Decreto nº 8.468/76. Conforme observado por Muniz (2007), os valores estabelecidos como sendo o LPO, coincidem com os valores determinados por Leonardos, Kendall e Barnard (1969), em um estudo experimental onde o limite de odor foi definido como sendo a menor concentração na qual todos os membros do painel eram capazes de reconhecer o odor – descrevendo sua qualidade. Portanto, tais valores constituem o limite de reconhecimento para 100% da população e não o limite de detecção (quando existe uma probabilidade de 50% do odor ser percebido). Os próprios autores alertam que os limites estabelecidos foram determinados sob condições ideais em laboratório e não os recomendam para fins regulatórios, uma vez que não foi avaliada a ofensividade dos compostos odorantes. Isso se faz necessário quando se trabalha com o limite de reconhecimento. Entretanto, quando se considera o limite de detecção a ofensividade do odor torna-se irrelevante, uma vez que o odor é apenas perceptível.

### **Estado do Espírito Santo**

No Espírito Santo, a Lei nº 7.058, de 18 de janeiro de 2002, dispõe sobre fiscalização, infrações e penalidades relativas à proteção do meio

ambiente no âmbito dos órgãos e entidades que compõem o Sistema Estadual do Meio Ambiente. De acordo com essa Lei, causar qualquer tipo de poluição que resulte ou possa resultar em incômodo ao bem estar da população constitui uma infração. Além disso, também é considerado infração causar poluição atmosférica que provoque a retirada, mesmo que momentânea, dos habitantes das áreas afetadas, ou que cause danos diretos à população. Isto pode ser aplicado em situações em que episódios frequentes de exposição a altas concentrações de odor, resultem em incômodos olfativos severos, que provoquem a mudança da população residente; ou ainda, danos diretos, principalmente relacionados à interferência em atividades comerciais e econômicas ou à desvalorização de propriedades.

### *Município de Vitória*

O Decreto nº 10.023, de 05 de junho de 1997, regulamenta a Lei Municipal nº 4.438, de 28 de maio de 1997, que institui o Código de Meio Ambiente do Município de Vitória. É considerado uma infração ambiental emitir odores que possam causar incômodos à comunidade. As infrações são classificadas em leve, grave e gravíssima e variam de acordo com a distância a partir da fonte emissora (VITÓRIA, 1997). As infrações são punidas com multa pecuniária, conforme os valores estabelecidos no Art. 13 (valores indicados entre colchetes):

Art. 15 – Considera-se infração leve: [...]

VII - emitir odores, poeira, névoa e gases visíveis, exceto vapor d'água, que possam provocar incômodos à vizinhança, no raio de:

a - até 50 metros; [234,90 a 417,59 UFIR<sup>4</sup>]

b - 50 até 150 metros; [417,60 a 548,09 UFIR]

c - 150 até 250 metros; [548,10 a 1.331,09 UFIR]

Art. 16 – Considera-se infração grave: [...]

XVIII - emitir odores, poeira, névoas e gases visíveis, exceto vapor d'água, que possam provocar incômodo à população, num raio de 250 até 500 metros; [1.331,10 a 2.636,09 UFIR]

Art. 17 - Considera-se infração gravíssima: [...]

VIII - emitir odores, poeira, névoa e gases visíveis, exceto vapor d'água, que possam provocar,

---

<sup>4</sup> UFIR – Unidade Fiscal de Referência.

incômodos à vizinhança, num raio acima de 500 metros; [5.246,10 a 13.076,09 UFIR]

## **Estado do Rio de Janeiro**

O Decreto-lei nº 134, de 16 de junho de 1975, dispõe sobre a prevenção e o controle da Poluição do Meio Ambiente no Rio de Janeiro. Esse Decreto-lei é regulamentado em parte pelo Decreto nº 1.633, de 21 de dezembro de 1977, que instituiu o Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras – SLAP. Ambas as legislações não apresentam nenhuma disposição específica relacionada a odores ou incômodos olfativos. No entanto, vale ressaltar a interessante estrutura do processo de licenciamento ambiental existente no estado. Em 2009, um novo Sistema de Licenciamento Ambiental (SLAM) foi instituído pelo Decreto Estadual nº 42.159, de 02 de dezembro de 2009, em consonância com o Decreto-lei nº 134. Nesse sistema, os requisitos para elaboração de estudos de impacto ambiental são estabelecidos através de protocolos específicos – as chamadas Instruções Técnicas (IT). No que diz respeito ao controle da poluição atmosférica, existem instruções técnicas para realização de estudos de dispersão atmosférica. Esses protocolos podem ser eventualmente adaptados e adotados por outras agências ambientais para utilização em estudos de impacto odorante.

### *Municípios de Macaé e Saquarema*

Em nível municipal, algumas cidades como Macaé (Lei Complementar nº 027/2001) e Saquarema (Lei nº 1.055/2010) vedam a emissão de odores que possam causar incômodos à população.

## **Estado de Minas Gerais**

Em Minas Gerais, a Deliberação Normativa do Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM) nº 11, de 16 de dezembro de 1986, estabelece normas e padrões para emissões de poluentes na atmosfera. No que diz respeito ao controle de emissões odorantes, o Art.6 apresenta disposições muito semelhantes às apresentadas na legislação estadual de São Paulo (MINAS GERAIS, 1986):

Art. 6º - As substâncias odoríferas resultantes das fontes abaixo relacionadas deverão ser incineradas em pós-queimadores, operando a uma temperatura

mínima de 750°C (setecentos e cinquenta graus Celsius), em tempo de residência mínima de 0,5 (cinco décimos) segundos, ou por outro sistema de controle de poluentes, de eficiência igual ou superior:

- I - torrefação e resfriamento de café, amendoim, castanha de caju, cevada, e outros;
- II - autoclaves e digestores utilizados em aproveitamento de matéria-prima;
- III - estufas de secagem ou cura para peças pintadas, envernizadas ou litografadas;
- IV - oxidação de asfalto;
- V - defumação de carnes ou similares;
- VI - fontes de sulfeto de hidrogênio e mercaptanas;
- VII - regeneração de borracha.

O Art. 10 ainda estabelece que “as fontes de poluição para as quais não foram estabelecidos padrões de emissão, deverão observar padrões recomendados ou aceitos internacionalmente”. Nesses casos, o Art. 11 confere ao COPAM o direito de exigir a utilização de “sistemas de controle de poluição baseados na melhor tecnologia prática disponível”.

### *Município de Ipatinga*

No município de Ipatinga, o Decreto nº 3.790, de 18 de setembro de 1997, que regulamenta a Lei Municipal nº 1.475/96, são observadas as mesmas disposições encontradas no município de Vitória, no Espírito Santo.

### *Município de Uberlândia*

O município de Uberlândia se destaca pela introdução de alguns conceitos e definições relacionadas à olfatomетria e devido ao estabelecimento de limites de imissão para alguns compostos químicos com odores ofensivos.

A Lei Complementar nº 17/91, 04 de dezembro de 1991, apresenta uma série de definições relativas a odores. A Lei também considera a adoção de padrões recomendados os aceitos internacionalmente quando não houver padrões estabelecidos legalmente (UBERLÂNDIA, 1991).

O Art. 117 define odor, substâncias odoríferas e limite de percepção de odor: [...]

VI - Odor: é definido como uma mistura complexa de moléculas químicas voláteis que dão origem a uma sensação odorante percebida pelo ser humano. Seus produtos, em concentrações muito variáveis, são emitidos, na sua maioria, por atividades humanas, agrícolas, industriais ou domésticas;

VII - Substâncias odoríferas: são substâncias que emitem odor perceptível ao ser humano;

VIII - Limite de percepção do odor: é definido como a concentração odorífera no início da percepção”.

No Capítulo IV, que trata dos padrões de emissão, o Art. 126 apresenta a clássica proibição de emitir “substâncias odoríferas na atmosfera, em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora”. No entanto, os incisos que seguem o artigo introduzem disposições não encontradas em outras legislações:

§ 1º A constatação da percepção de que trata este artigo será efetuada por Técnicos credenciados pela Secretaria Municipal competente ou pessoa física ou jurídica contratada pelo empreendedor para a elaboração do laudo;

§ 2º As fontes efetivas ou potencialmente poluidoras, cuja atividade, processo, operação, maquinário, equipamento e dispositivo fixo que causem ou possam causar a emissão de odor na atmosfera ficam obrigadas a apresentar laudo Técnico comprobatório de emissão de odor, constando as substâncias odoríferas emitidas, assim com a sua quantidade;

§ 3º A emissão de substâncias odoríferas deverá atender a padrões estipulados mediante Decreto do Poder Executivo, que deverá ser editado no prazo máximo de noventa dias a contar da data da publicação desta Lei;

§ 4º O Decreto mencionado no parágrafo terceiro deste artigo estabelecerá também o prazo para as fontes poluidoras adequarem-se aos parâmetros nele definidos e regulamentará esta lei no que for necessário;

§ 5º As substâncias odoríferas para as quais não foram estabelecidos padrões de emissão, deverão observar os padrões recomendados ou aceitos internacionalmente, caso não regulamentados nesta Lei.

O Decreto nº 10.847, de 10 de setembro de 2007, que regulamenta o Art. 126 da Lei Complementar nº 17/91 (alterado pela Lei Complementar nº 447/07) apresenta limites máximos de concentração no ar ambiente para alguns compostos sulfurados. Os valores se baseiam no limite de percepção de odor e são expressos em partes por milhão (ppm) (UBERLÂNDIA, 2007):

- Dimetil sulfeto: 0,003;
- Sulfeto de hidrogênio (a partir de dissulfeto de sódio): 0,0047;
- Sulfeto de hidrogênio (gasoso): 0,00047.

Os limites se aplicam tanto para as fontes providas de sistemas de ventilação ou de condução dos efluentes gasosos, quanto às emissões fugitivas. O Decreto ainda determina que as substâncias odoríferas, para as quais não foram estabelecidos padrões de emissão, deverão observar os padrões recomendados ou aceitos internacionalmente.

No que diz respeito ao monitoramento da qualidade do ar, o Art. 4 apresenta as mesmas disposições encontradas no Art. 8 da Resolução SEMA nº 041/2002 (revogada pela Resolução SEMA nº 054/2006) (PARANÁ, 2002):

Art. 8º - As emissões atmosféricas devem ser lançadas para a atmosfera livre de forma a permitir uma boa dispersão, preferencialmente por meio de dutos ou chaminés, e não poderão resultar em concentrações ambientais, no entorno da instalação, superiores às vigentes como padrão de qualidade do ar.



§ 1º A verificação do atendimento aos padrões primários de qualidade do ar, quando aplicável, deve ser feita em áreas residenciais, urbanas ou outras onde a permanência de pessoas não é de caráter esporádico.

§ 2º O monitoramento da qualidade do ar, realizado por meio de quatro campanhas de sete dias corridos cada, no entorno de indústrias, é um instrumento para acompanhar a eficiência do controle das emissões fugitivas, suas médias anuais não são consideradas representativas e suas médias diárias estarão sujeitas a atender aos padrões primários de qualidade do ar apenas quando a empresa for localizada numa área residencial, urbana ou outra onde a permanência de pessoas não é de caráter esporádico.

De acordo com o Art. 7, “as atividades ou fontes potenciais de poluição atmosférica devem conter “Programa de Automonitoramento de Emissões Atmosféricas” que deverá ser aprovado pelo órgão municipal competente. Este plano deverá contemplar características das substâncias fonte de emissões produzidas, metodologias utilizadas para análises (aprovado pelo órgão municipal ambiental competente) das emissões e cronograma de implantação de ações mitigadoras (que evitem, minimizem e controlem tais emissões)”.

### **3.2.2 Região Centro-Oeste**

#### **Distrito Federal**

A Lei nº 41, de 13 de setembro de 1989, dispõe sobre a Política Ambiental do Distrito Federal, e dá outras providências (DISTRITO FEDERAL, 1989). No Capítulo II, que trata do controle da poluição, o Art. 13 veda

o lançamento no meio ambiente de qualquer forma de matéria, energia, substância ou mistura de substância, em qualquer estado físico, prejudiciais ao ar atmosférico [...] ou que possam torná-lo:

I - impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;

- II - inconveniente, inoportuno ou incômodo ao bem estar público;
- III - danoso aos materiais, prejudicial ao uso, gozo e segurança da propriedade, bem como ao funcionamento normal das atividades da coletividade.

Além disso, assim como em algumas outras jurisdições, a lei também considera infração ambiental “causar poluição atmosférica que provoque a retirada, ainda que momentânea, dos habitantes de zonas urbanas ou localidade equivalente”.

O Decreto nº 12.960, de 28 de dezembro de 1990, que aprova o regulamento da Lei nº 41, de 13 de setembro de 1989, não traz nenhuma informação relacionada a odores ou incômodos olfativos.

## **Estado de Goiás**

Em Goiás, a Lei nº 8.544, de 17 de outubro de 1978, dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do Meio Ambiente. O Decreto Estadual nº 1.745, de 06 de dezembro de 1979, que regulamenta a Lei nº 8.544, apresenta praticamente as mesmas disposições encontradas na legislação do Estado de São Paulo, tanto no que diz respeito à emissão de substâncias odoríferas, quanto em relação aos requisitos referentes às tecnologias de tratamento para determinados tipos de processos industriais (GOIÁS, 1979). O Art. 39 estabelece que:

Fica proibida a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera, em quantidade que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora.

Parágrafo Único - A critério da SEMAGO<sup>5</sup>, a constatação de emissão de que trata este artigo, será efetuada:

- I - Por técnico credenciado pela SEMAGO;
- II - Com referência às substâncias a seguir enumeradas, através de sua concentração no ar, por

---

<sup>5</sup> Superintendência Estadual do Meio Ambiente do Estado de Goiás – atualmente Secretaria Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (Semarh).

comparação com o Limite de Percepção do Odor (LPO) [...].

O Art. 44 lista a relação de atividades emissoras de compostos odoríferos cujas emissões deverão ser incineradas em pós-queimadores ou por outro sistema de controle de poluentes de eficiência igual ou superior. Trata-se basicamente das mesmas disposições encontradas no Art. 38 do Decreto nº 8.468/1976, do estado de São Paulo, com a inclusão do item “VIII – fábricas de temperos e produtos alimentares”.

O Art. 47 acrescenta que “as fontes de poluição, para as quais não foram estabelecidos padrões de emissão, adotarão sistema de controle de poluição de ar baseadas na melhor tecnologia prática disponível para cada caso”.

O Art. 32 estabelece ainda que, nos casos em que se fizer necessário, a SEMAGO poderá exigir a instalação e operação de equipamentos automáticos de medição para monitoramento das quantidades de poluentes emitidos e a avaliação de suas emissões através de realização de amostragem em chaminé utilizando métodos aprovados pelo órgão ambiental. Portanto, tratam-se das mesmas disposições encontradas no Art. 28 do Decreto nº 8.468/1976, do estado de São Paulo.

### *Município de Goiânia*

Em Goiânia, A Lei nº 5.735, de 19 de dezembro de 1980, que dispõe sobre o zoneamento urbano do município, classifica as indústrias em inofensiva, incômoda e especial. É considerada “Incômoda” a indústria que, “no seu funcionamento, produz ruído, trepidação, gás, poeira, odor ou conturbações sensíveis, porém toleráveis em limites determinados pelo órgão municipal competente, em relação às características dos demais usos admitidos”. É considerada “Indústria Especial” “aquela que, pelo grau de periculosidade, poluição ou conturbação, exige localização adequada às suas características, a critério do órgão municipal competente”. Essa Lei apresenta um exemplo de como o zoneamento ambiental pode ser utilizado para a proteção da população contra incômodos olfativos.

## **Estado do Mato Grosso**

A Lei Complementar nº 38, de 21 de novembro de 1995, institui o Código Ambiental do Estado de Mato Grosso e estabelece as bases normativas para a Política Estadual do Meio Ambiente. O Art. 84 considera poluição o lançamento ou a liberação no meio ambiente de toda e qualquer forma de matéria ou energia que causem prejuízo à saúde e ao bem-estar da população ou às atividades sociais e econômicas, ainda que em conformidade com as normas, critérios e parâmetros ou com exigências técnicas ou operacionais estabelecidas na legislação. A Lei é alterada pela Lei Complementar nº 232, de 21 de dezembro de 2005, porém nenhuma disposição relativa a odores foi incluída.

### *Município de Lucas do Rio Verde*

No município de Lucas do Rio Verde, a Lei Complementar nº 044, de 12 de dezembro de 2006, que dispõe sobre a Política de Proteção Ambiental do Município, considera infração ambiental “causar incômodo por emissões de substâncias odoríferas acima dos limites de percepção e além dos limites da propriedade em que se localiza a fonte emissora” (LUCAS DO RIO VERDE, 2006).

## **Estado do Mato Grosso do Sul**

No Mato Grosso do Sul, a Lei nº 90, de 02 de junho de 1980, estabelece que o Instituto de Preservação e Controle Ambiental de Mato Grosso do Sul (INAMB) “exercerá o controle de toda e qualquer substância lançada ao ar, considerada incômoda ou nociva à saúde, de acordo com os limites de tolerância estabelecidos em Lei”. O Decreto nº 4.625, de 07 de junho de 1988, que regulamenta a Lei nº 90/1980, estabelece as devidas penalidades legais aos infratores que causarem incômodos ou danos materiais à vizinhança. No entanto, não são estabelecidos quaisquer padrões ou mecanismos para o controle de incômodos olfativos.

### **3.2.3 Região Norte**

#### **Estado do Acre**

A Lei nº 1.117, de 26 de janeiro de 1994, dispõe sobre a política ambiental do Estado do Acre e dá outras providências. O Art. 21 veda “o lançamento no meio ambiente de qualquer forma de matéria, energia, substância ou mistura de substâncias, em qualquer estado físico, acima dos níveis cientificamente estabelecidos e reconhecidos como prejudiciais ao ar atmosférico, [...] ao uso, gozo e segurança da propriedade bem como ao funcionamento normal das atividades da coletividade”. Além disso, de acordo o Art. 120, é considerada infração ambiental “causar poluição atmosférica que provoque a retirada, ainda que momentânea, dos habitantes de zonas urbanas ou localidade equivalente”. As penalidades previstas são advertência, multa simples ou diária, demolição ou interdição parcial ou total de estabelecimento ou de atividade.

#### **Estado do Amapá**

A Lei Complementar nº 0005, de 18 de agosto de 1994, institui o Código de Proteção ao Meio Ambiente do Estado do Amapá e dá outras providências. O Art. 98 proíbe “toda e qualquer ação poluidora ou perturbadora causada por agentes, bem como a liberação ou lançamento de poluentes sobre o meio ambiente”. A infração é caracterizada pelo desacordo com padrões de emissão ou de qualidade, ou ainda, pela desconformidade com normas, critérios, parâmetros e outras exigências técnicas estabelecidas em decorrência da Lei Complementar.

O Decreto nº 3.009, de 17 de novembro de 1998, regulamenta o Título VII da Lei Complementar nº 0005, relativo às infrações e penalidades. É considerada uma infração ambiental de natureza grave “provocar, ocasionalmente, poluição ou degradação ambiental”. Além disso, “provocar, pontual ou continuamente, riscos à saúde pública, à flora, à fauna ou provocar alterações sensíveis no meio ambiente” é considerada uma infração de natureza gravíssima. De acordo com o Art. 7 “o órgão estadual de meio ambiente poderá exigir que os responsáveis pelas fontes degradantes adotem medidas de segurança para evitar os riscos ou a efetiva poluição das águas, do ar, do solo ou subsolo, assim como, outros efeitos indesejáveis ao bem-estar da comunidade”.

## **Estado do Amazonas**

No Estado do Amazonas, a Lei nº 1.532, de 06 de julho de 1982, disciplina a Política Estadual da Prevenção e Controle da Poluição, Melhoria e Recuperação do Meio Ambiente e de Proteção aos Recursos Naturais, e dá outras providências.

O Decreto nº 10.028, de 04 de fevereiro de 1987, que regulamenta a Lei nº 1.532, dispõe sobre o Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades com Potencial de Impacto no Meio Ambiente e aplicação de penalidades e dá outras providências (AMAZONAS, 1987). O Art. 5 é atribuído, entre outras coisas, ao Centro de Desenvolvimento, Pesquisa e Tecnologia do Estado do Amazonas (CODEAMA), na qualidade de coordenador e executor da Política Estadual de Meio Ambiente, a responsabilidade de coordenar a atividade de licenciamento e fiscalização do Estado; fixar normas de controle e fiscalização sobre lançamento ou liberação de poluentes nas águas, no ar e no solo, observados os padrões estabelecidos pela legislação federal; assegurar o cumprimento dos padrões estabelecidos para instalação ou ampliação de fábricas o implantação de serviços visando prevenir a poluição; e estabelecer normas complementares para fixação dos limites máximos permissíveis de poluição. O Art. 41 estabelece as penalidades aplicáveis às pessoas físicas ou jurídicas que causarem poluição da água, do ar, do solo, que venham promover qualquer forma de degradação do meio ambiente no território do Estado, ou que infringirem qualquer dispositivo da Lei nº 1532, de seus regulamentos e demais normas decorrentes, estará sujeita.

### *Município de Manaus*

No município de Manaus, a Lei nº 605, de 24 de julho de 2001, que institui o Código Ambiental do Município e dá outras providências, veda “a emissão de odores que possam criar incômodos à população”. De acordo com o Art. 88, na implementação da política municipal de controle da poluição atmosférica, deverão ser observadas as seguintes diretrizes (MANAUS, 2001):

I – exigência da adoção das melhores tecnologias de processo industrial e de controle de emissão, de forma a assegurar a redução progressiva dos níveis de poluição; [...]

IV – adoção de sistema de monitoramento periódico ou contínuo das fontes por parte das empresas responsáveis, sem prejuízo das atribuições de fiscalização da SEDEMA<sup>6</sup>; [...]

VII – seleção de áreas mais propícias à dispersão atmosférica para a implantação de fontes de emissão, quando do processo de licenciamento, e a manutenção de distâncias mínimas em relação a outras instalações urbanas, em particular hospitais, creches, escolas, residências e áreas naturais protegidas.

## **Estado do Pará**

No Estado do Pará, a Lei nº 5.887, de 09 de maio de 1995, dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências. No que diz respeito ao controle da poluição do ar, o Art. 18 delega ao Poder Público, a responsabilidade de estabelecer limites máximos permissíveis de emissão de poluentes atmosféricos e padrões de qualidade do ar, através de normas específicas, de acordo com a legislação federal em vigor. De acordo com o Art. 19 “as fontes de poluição atmosférica, para as quais não forem estabelecidos os limites máximos de emissão, deverão adotar sistemas de controle e tratamento de poluentes, baseados no uso de tecnologias comprovadamente eficientes para cada caso”. A lei ainda obriga que os responsáveis pelas fontes geradoras de poluição instaladas ou a serem instaladas adotem medidas destinadas a prevenir ou corrigir os inconvenientes e prejuízos decorrentes de suas emissões no meio ambiente.

## **Estado de Rondônia**

No Estado de Rondônia, a Lei nº 547, de 30 de dezembro de 1993, que dispõe sobre a criação do Sistema Estadual de Desenvolvimento Ambiental (SEDAR) e seus instrumentos, estabelece medidas de proteção e melhoria da qualidade do meio ambiente, define a Polícia Estadual de Desenvolvimento Ambiental, e dá outras providências.

O Decreto nº 7.903, de 1 de Julho de 1997, que regulamenta a Lei nº 547, apresenta praticamente as mesmas disposições relacionadas a odores encontradas na legislação do estado de São Paulo, posteriormente

---

<sup>6</sup> Secretaria de Meio Ambiente do Estado do Amazonas.

adotadas pelo estado de Goiás. O Art. 52 estabelece que (RONDÔNIA, 1997):

Fica proibida a emissão de substâncias odoríficas na atmosfera, em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora.

Parágrafo único: A critério da SEDAM<sup>7</sup>, a constatação de emissão será efetuada:

I – por técnicos credenciados pela SEDAM;

II – com referência às substâncias relacionadas no Anexo IV através de sua concentração no ar, por comparação com o Limite de Percepção do Odor (LPO).

O Art. 57 lista uma relação de atividades emissoras de compostos odoríferos cujas emissões deverão ser incineradas em pós-queimadores ou por outro sistema de controle de poluentes de eficiência igual ou superior. Dentre essas atividades estão: torrefação e resfriamento de café, amendoim, castanha de caju, cevada, cacau e guaraná; autoclaves e digestores utilizados em aproveitamento de matéria animal ou vegetal; defumação de carnes e similares; fontes de sulfetos de hidrogênio e mercaptanas; e fábricas de temperos e produtos alimentares. Trata-se basicamente das mesmas disposições encontradas no Art. 38 do Decreto nº 8.468/1976, do estado de São Paulo, com a inclusão de:

I – torrefação e resfriamento de cacau e guaraná;

II – autoclaves [...] de matéria vegetal; [...]

VII – beneficiamento de látex;

VIII – Fábricas de temperos e produtos alimentares.

O Art. 60 acrescenta que “as fontes de poluição, para as quais não foram estabelecidos padrões de emissão, adotarão sistema de controle de poluição de ar baseadas na melhor tecnologia prática disponível para cada caso”.

O Art. 48 dá ao Estado o poder de exigir, nos casos em que se fizer necessário, “a instalação e operação de equipamentos automáticos de medição, com registradores das fontes de poluição do ar, para o

---

<sup>7</sup> Secretaria de Estado do Desenvolvimento Ambiental.



monitoramento das quantidades de poluentes emitidos, cabendo a esse órgão, à vista dos respectivos registros, fiscalizar o funcionamento”. No caso dos odores, isso permitiria a instalação de narizes eletrônicos. Portanto, tratam-se das mesmas disposições encontradas no Art. 28 do Decreto nº 8.468/1976, do estado de São Paulo, também encontradas na legislação do estado de Goiás.

### **Estado de Roraima**

A Lei Complementar nº 007, de 26 de agosto de 1994, institui o Código de Proteção ao Meio Ambiente para a Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e uso adequado dos Recursos Naturais do Estado de Roraima. De acordo com o Art. 69, que trata da classificação das infrações, causar prejuízos às atividades sociais e econômicas é considerado infração leve e prejudicar a saúde, a segurança e o bem-estar da população são consideradas infrações graves. No que diz respeito ao monitoramento ambiental, a lei prevê no Art. 189 que “o órgão ambiental, quando necessário, exigirá a instalação e operação de equipamentos automáticos de medição de fontes de poluição do ar atmosférico”.

### **Estado do Tocantins**

A Lei nº 261, de 20 de fevereiro de 1991, dispõe sobre a política ambiental do Estado do Tocantins e dá outras providências. No Art. 12, o Inciso II veda a emissão de odores de maneira indireta:

É vedado o lançamento no meio ambiente de qualquer forma de matéria, energia, substância ou mistura de substância, subsolo, às águas, à fauna e à flora, ou que possam torná-lo:

- I – impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde;
- II – inconveniente, inoportuno ou incômodo ao bem-estar;
- III – danoso aos materiais, prejudicial ao uso, gozo e segurança da propriedade, bem como ao funcionamento normal das atividades da coletividade.

É considerada infração ambiental “causar poluição atmosférica que provoque a retirada, ainda que momentânea, dos habitantes de zonas urbanas ou localidade equivalente”. As penas variam de advertência ou multa, até o embargo da obra, a cassação do alvará de licenciamento e a perda ou suspensão da participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito do Estado (TOCANTINS, 1991).

### **3.2.4 Região Nordeste**

#### **Estado da Bahia**

No estado da Bahia, a Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006, dispõe sobre a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do estado da Bahia e dá outras providências. No Capítulo V, que trata das normas, diretrizes e padrões de emissão e de qualidade ambiental, a Lei proíbe qualquer forma de degradação ambiental e estabelece que as fontes poluidoras devem adotar medidas de proteção ao meio ambiente e ao bem estar da comunidade.

Art. 26 – Ficam proibidos o lançamento, a liberação e a disposição de poluentes no ar [...] em desconformidade com normas e padrões estabelecidos, bem como qualquer outra forma de degradação decorrente da utilização dos recursos ambientais.

§ 1º - Os empreendimentos e atividades com potencial de causar degradação ambiental ficam obrigados a possuir equipamentos ou sistemas de controle ambiental e a adotar medidas de segurança para evitar riscos ou efetiva degradação ambiental e outros efeitos indesejáveis ao bem-estar dos trabalhadores e da comunidade [...].

§ 2º - Os responsáveis pelas fontes degradadoras deverão fornecer ao órgão ambiental competente, quando exigido, informações sobre suas atividades e sistemas de produção, acompanhadas dos estudos e documentos técnicos.

O Decreto nº 11.235, de 10 de outubro de 2008, que aprova o regulamento da Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006, enquadra os

poluentes atmosféricos em três tipos: poluentes convencionais, poluentes tóxicos do ar (PTA), e poluentes não convencionais. Os poluentes convencionais são aqueles regulamentados a nível federal (i.e., dióxido de enxofre, dióxido de nitrogênio, material particulado, monóxido de carbono e ozônio). Os PTA constituem um conjunto de 188 substâncias orgânicas e inorgânicas, que segundo a legislação, apresentam potencial toxicológico, cancerígeno ou outros efeitos danosos à saúde humana. Alguns dos compostos relacionados possuem potencial odorífero, e.g., acrilato de etila, estireno e sulfeto de carbonila. Já os poluentes não convencionais compreendem qualquer poluente que não se enquadre como poluente convencional ou poluente tóxico do ar. Nesse sentido, de acordo com essa classificação, os odores (misturas de compostos odorantes) poderiam ser enquadrados na categoria de poluentes não convencionais. No entanto, não são estabelecidos padrões de qualidade do ar para esses poluentes. O decreto apenas determina que padrões devam ser estabelecidos quando houver dados cientificamente comprovados pelo a respeito das concentrações (doses) e os respectivos efeitos associados à exposição a esses poluentes.

Art. 38 - Os padrões de qualidade do ar para os poluentes atmosféricos são os estabelecidos por normas federais ou normas do CEPRAM<sup>8</sup>.

Parágrafo único - Os padrões de qualidade do ar para PTAs e para os poluentes não convencionais deverão ser estabelecidos quando houver dados cientificamente comprovados a respeito das concentrações destes poluentes no ar que não representem risco para a saúde humana e para o meio ambiente.

Em determinados casos, a legislação prevê a avaliação da qualidade do ar na área de influência do empreendimento antes de sua instalação, ou alteração. Também é prevista a realização de estudos de modelagem de dispersão atmosférica, para verificar os possíveis efeitos provocados à qualidade do ar da região impactada decorrentes do acréscimo de poluentes lançados na atmosfera.

Art. 43 - Durante a análise do pedido de licença de localização ou implantação de uma fonte nova ou

---

<sup>8</sup> Conselho Estadual do Meio Ambiente do Estado da Bahia.

de licença de alteração de uma fonte existente que pretenda se situar ou que esteja situada em área de grande concentração industrial, o IMA<sup>9</sup> poderá exigir um estudo para avaliar se o acréscimo de poluentes atmosféricos emitidos provocará uma alteração significativa da qualidade do ar na região.

§ 1º - O estudo a que se refere este artigo deverá conter:

I - avaliação da qualidade do ar existente na área de influência do empreendimento, antes da sua implantação ou alteração;

II - estimativa dos efeitos da emissão dos poluentes atmosféricos sobre a qualidade do ar, utilizando modelos de dispersão aprovados pelo IMA.

### *Município de Vitória da Conquista*

No município de Vitória da Conquista, a Lei nº 1.410/2007, institui o Código Municipal do Meio Ambiente. O Art. 180 proíbe “a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera, em medidas de concentração perceptíveis”. De acordo com a lei, caberá ao COMMAM<sup>10</sup> definir as substâncias cuja concentração no ar será constatada por comparação com o limite de percepção de odor. O Art. 190 também proíbe “a emissão em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora”.

### **Estado do Ceará**

No Ceará, a lei nº 11.411, de 28 de Dezembro de 1987, institui o Conselho Estadual do Meio Ambiente (COEMA), vinculado diretamente ao Governador do Estado, com o objetivo de Assessorar o Chefe do Poder Executivo em assuntos de política de proteção ambiental. A lei é regulamentada pelo Decreto nº 10.459, de 08 de junho de 1994. No entanto, nenhuma disposição específica a odores ou incômodo olfativos é apresentada.

---

<sup>9</sup> Instituto do Meio Ambiente do Estado da Bahia.

<sup>10</sup> Conselho Municipal do Meio Ambiente de Vitória da Conquista.

## **Estado do Maranhão**

A Lei nº 5.405, de 08 de abril de 1992, institui o Código de Proteção do Meio Ambiente do Estado do Maranhão. A lei é regulamentada pelo Decreto nº 13.494, de 12 de novembro de 1993. Na seção VII, do Capítulo III, que trata da poluição ambiental, o Art. 100 apresenta uma interessante classificação territorial de acordo com a sensibilidade do meio receptor, que deve ser considerada quando da fixação de limites de poluição:

Classe I – áreas que devem ser atmosféricamente preservadas ou conservadas, de lazer e turismo, onde deverá ser mantida a qualidade do ar mais próximo possível do verificado sem a intervenção antrópica;

Classe II – áreas onde o nível de deterioração da qualidade do ar seja limitada pelo padrão secundário de qualidade do ar;

Classe III – áreas de desenvolvimento onde por força extrema das atividades ali existentes o nível da qualidade do ar é deteriorado.

No que diz respeito ao controle da poluição do ar para fontes fixas, o Art. 102 apresenta uma série de exigências que a Secretaria de Meio Ambiente (SEMA) deverá exigir do responsável legal pelo empreendimento. Entre essas exigências podem-se citar: a instituição e a manutenção do registro dos níveis poluentes emitidos; elaboração de relatórios sobre os poluentes atmosféricos emitidos; realização de amostragens contínuas, periódicas ou eventuais, tanto nas fontes quanto no ar interno e adjacente ao local; instalação e manutenção, em correta operação dos equipamentos e sistemas de controle de poluição do ar, necessários ao entendimento dos limites máximos de emissão de poluentes, respeitados os prazos necessários à sua consecução.

## **Estado de Pernambuco**

A legislação ambiental relativa à poluição ar no estado de Pernambuco é bastante limitada. A Lei nº 10.564, de 11 de janeiro de 1991, que dispõe sobre o controle da poluição atmosférica, estabelece que, para fins de controle ambiental, devem ser considerados os padrões nacionais de qualidade do ar em vigor. De maneira complementar, a lei estabelece apenas padrões de emissão para fumaça, de acordo com a

Escala de Ringelmann Reduzida. Nenhuma menção é feita em relação à emissão de odores ou substâncias odoríferas.

### *Município de Recife*

A Lei nº 16.243, de 13 de setembro de 1996, que institui o Código do Meio Ambiente e do Equilíbrio Ecológico do município de Recife, proíbe no Art. 48 a “emissão de substâncias odoríferas na atmosfera, em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites de propriedade da fonte emissora”.

### **Estado do Piauí**

No Piauí, a Lei nº 4.854, de 10 de julho de 1996, dispõe sobre a Política Estadual de Meio Ambiente e dá outras providências. Além de algumas disposições básicas baseadas na legislação federal, a lei apenas estabelece que constitui uma infração ambiental “causar poluição atmosférica que provoque a retirada, ainda que momentaneamente, dos habitantes de zonas urbanas ou localidade equivalente”. As penas variam entre advertência por escrito; multa; embargo da obra; cassação do alvará de licenciamento de estabelecimento; perda ou restrição de incentivos, benefícios fiscais concedidos pelo Governo do Estado; além da perda ou suspensão da participação em linhas de financiamento em estabelecimentos oficiais de crédito do Piauí.

### **Estado de Sergipe**

A Lei nº 5.858, de 22 de março de 2006, dispõe sobre a Política do Meio Ambiente do estado de Sergipe. Na Seção XI, que trata das normas e padrões de emissão e de qualidade ambiental, o Art. 80 proíbe o lançamento, a liberação e a disposição de poluentes no ar e qualquer outra forma de degradação ambiental e estabelece que:

§ 2º. As fontes degradantes do ambiente ficam obrigadas a possuir equipamentos ou sistemas de controle da degradação ambiental, e a adotar medidas de segurança para evitar os riscos ou a efetiva degradação do meio ambiente e outros efeitos indesejáveis ao bem estar das pessoas e da comunidade.

## **Estado do Rio Grande do Norte**

No Rio Grande do Norte, a Lei Complementar nº 272, de 03 de março de 2004, é o marco legal para questões relacionadas ao meio ambiente. A Lei, que ainda não foi regulamentada, dispõe sobre a Política e o Sistema Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências. Nenhuma disposição específica com relação a odores e ao controle de incômodos olfativos é apresentada.

### *Município de Natal*

A Lei nº 4.100, de 19 de junho de 1992, dispõe sobre o Código do Meio Ambiente do Município de Natal. No Capítulo VI, que trata da poluição do ar, o Art. 70 estabelece que

as emanações gasosas provenientes de atividade produtiva, doméstica ou recreativa só poderão ser lançadas à atmosfera se não causarem ou tenderem a causar dano ao meio ambiente, à saúde e ao bem-estar da população (NATAL, 1992).

No que diz respeito a critérios e padrões de qualidade do ar, a Lei determina que não devem ser fixados limites menos restritivos que os aceitos internacionalmente (NATAL, 1992):

Art. 72 - As fontes artificiais, que jogam na atmosfera gases e outras substâncias de qualquer natureza, têm a obrigação de cumprir as disposições vigentes sobre concentrações e níveis permissíveis de tais materiais, evitando a deterioração dos recursos ambientais.

§ 1º - Ao estabelecer critérios, normas e padrões de proteção atmosférica o CONPLAM<sup>11</sup> não os poderá fixar em níveis menos restritivos que os internacionalmente aceitos. [...]

O Art. 75 estabelece que

para a localização de indústria ou de qualquer outra instalação que provoque a emissão de gases ou

---

<sup>11</sup> Conselho Municipal de Planejamento Urbano e Meio Ambiente de Natal.

outras substâncias contaminantes nas proximidades de assentamentos humanos ou áreas de proteção, deverá ser avaliado o tipo de indústria e as variáveis climáticas e topográficas locais, visando garantir a qualidade ambiental, de conformidade com os projetos aprovados e as resoluções estabelecidas pelos órgãos municipais.

## **Estado de Alagoas**

Em Alagoas, a Lei nº 4.090 de 05 de dezembro de 1979, dispõe sobre a proteção do Meio Ambiente no Estado e dá outras providências. A Lei não estabelece nenhuma disposição relativa à poluição atmosférica. A questão é considerada, de forma vaga, apenas na seção relativa às infrações e penalidades. A Lei é regulamentada pelo Decreto nº 4.302, de 4 de julho de 1980, que também não faz nenhuma menção a odores ou à emissão de substâncias odoríferas.

### *Município de Maceió*

Em Maceió, a Lei nº 4.548, de 21 de novembro de 1996, que institui o Código Municipal de Meio Ambiente, proíbe no Art. 125 “a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera em concentrações perceptíveis ao nível da aglomeração urbana” (MACEIÓ, 1996).

## **Estado da Paraíba**

Na Paraíba, a Lei nº 4.335 de 16 de dezembro de 1981, dispõe sobre a Proteção e Controle do Meio Ambiente e estabelece normas disciplinadoras relativas ao meio ambiente (PARAÍBA, 1981). As disposições apresentadas na lei se baseiam essencialmente não PNMA. A legislação estadual não apresentada faz qualquer menção a odores ou a questões relacionada emissão a incômodos odoríferos.

### *Município de Patos*

No município de Patos, a Lei 3.486/06, que institui o Código Municipal de Meio Ambiente, proíbe “atividades e/ou processos produtivos que emitam odores que possam causar incômodos à população” (PATOS, 2006).



### **3.2.5 Região Sul**

#### **Estado do Rio Grande do Sul**

A Lei nº 11.520, de 03 de agosto de 2000, institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul. A única disposição relativa a odores é apresentada no Art. 139, que dispõe sobre a utilização das redes de esgoto para lançamento de efluentes industriais. A Lei determina que este só seja permitido se licenciado pelo órgão ambiental e esteja isento de substâncias produtoras de odores.

O Decreto nº 9.325 de 1988, que regulamenta a Lei Complementar nº 65/1981 em relação à emissão de poluentes atmosféricos no município de Porto Alegre, estabelece que “as fontes poluidoras adotarão sistemas de controle de poluição do ar baseados na melhor tecnologia viável para cada caso”. Além disso, o Art. 20 proíbe “a emissão de substância odoríferas e/ou tóxicas na atmosfera, em quantidade que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora”. Disposições semelhantes são encontradas no Código do Meio Ambiente dos municípios de Canoas, Guaíba, Teutônia e Gravataí.

#### **Estado do Paraná**

No Brasil, o Paraná é pioneiro na regulamentação de emissões odorantes. Os odores são regulamentados desde 2002, através da antiga Resolução SEMA nº 041/2002, revogada pela atual Resolução nº 054/2006.

A Resolução SEMA nº 054, de 22 de dezembro de 2006, exige que instalações com elevado potencial odorante disponham de sistemas de tratamento com eficiência mínima de 85% de remoção de odor, determinada por olfatométria (PARANÁ, 2006):

Artigo 12 – As atividades geradoras de substâncias odoríferas, com uma taxa de emissão acima de 5.000.000 UO.h<sup>-1</sup> (Unidades de Odor por hora), deverão promover a instalação de equipamento, previamente analisado pelo Instituto Ambiental do Paraná, visando a captação e remoção do odor. O tipo de equipamento de remoção de odor a ser instalado dependerá das condições locais de dispersão, da proximidade de áreas habitadas e da

quantidade de substâncias odoríferas emitidas, a qual deverá ser quantificada por olfatometria e expressa em Unidades de Odor lançadas na atmosfera por hora. A eficiência do equipamento de remoção de odor, determinada por olfatometria deve ser no mínimo de 85%.

Dentre as metodologias de amostragem e análise recomendadas estão: a norma americana ASTM E679, a norma holandesa NVN 2820, a norma europeia EN 13725 e as diretrizes do Comitê de Normalização em Medição de Odor da *Air and Waste Management Association* (A&WMA EE-6). No entanto, é importante ressaltar que esse artigo não se aplica a fontes potencialmente poluidoras com padrões de lançamento para ERT, amônia e/ou substâncias orgânicas com “cheiros acentuados” para as quais são estabelecidos padrões de emissão específicos.

No caso de emissões fugitivas, o Art. 13 determina que todas as atividades ou fontes geradoras devem tomar as seguintes providências, a fim de minimizar essas emissões: enclausuramento de instalações; armazenamento fechado de material; pavimentação e limpeza de áreas e vias de transporte. Além disso, é estabelecido que “o órgão ambiental competente pode exigir o monitoramento da eficiência do controle de emissões fugitivas, através do monitoramento ambiental, na área de influência de instalações”. Isso poderia ser realizado através de diversas metodologias, como inspeções de campo, enquetes olfatométricas, questionários repetidos ou através do estabelecimento de uma RPO.

Por fim, o Art. 82 estabelece que “o Instituto Ambiental do Paraná poderá exigir que as fontes potenciais de poluição controlem suas emissões utilizando a melhor tecnologia prática disponível, ou que se transfiram para outro local, quando situadas em desconformidade com as normas de zoneamento urbano ou sejam incompatíveis com o uso do solo circunvizinho”.

#### *Município de Almirante Tamandaré*

A Lei nº 865, de 14 de dezembro de 2001, estabelece a Política Municipal do Meio Ambiente de Almirante Tamandaré. Na Seção IV, do Capítulo VII (“Da Proteção do Meio Ambiente”), que trata da arborização, o Art. 62 estabelece que “no entorno das indústrias, de qualquer parte, classificadas como potencialmente poluidoras, deverá ser

conservada, na área da propriedade da empresa, vegetação arbustiva destinada a proteger a comunidade da poluição atmosférica, sonora e do odor”. De fato, a conservação de vegetação no entorno de instalações classificadas como potencialmente poluidoras pode minimizar incômodos olfativos. Segundo Lin et al. (2007), quebra-ventos quando plantados no entorno de instalações pecuárias (ou qualquer outra fonte de emissão ao nível do solo) podem melhorar a dispersão de odores e reduzir a Distância Máxima de Dispersão de Odor (MODD<sup>12</sup>), que corresponde à distância necessária para diluir o odor abaixo do seu limite de percepção.

## **Estado de Santa Catarina**

Em Santa Catarina, a Lei N° 5.793, de 15 de outubro de 1980, regulamentada pelo Decreto n° 14.250/81, foi revogada pela Lei n° 14.675, de 13 de abril de 2009, que institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado. O Decreto n° 14.250/81 trazia as mesmas disposições encontradas nos Estados de São Paulo (até 1980), Goiás e Rondônia. O Art. 31 proibia a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera em quantidades que pudessem ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora. A constatação das emissões deveria ser realizada por agentes credenciados à Fundação do Meio Ambiente de Santa Catarina (FATMA) e baseada em uma lista de substâncias odoríferas, através da comparação de sua concentração no ar ambiente com seu respectivo LPO.

A Lei n° 14.675/09 prevê no Art. 179 o estabelecimento de padrões de qualidade do ar, inclusive para substâncias odoríferas. A Lei não fixa metodologias e critérios para avaliação de impacto odorante. Entretanto, o Art. 290 atribui ao CONSEMA a responsabilidade de:

- I - no prazo de 1 (um) ano, a contar da publicação desta Lei, regulamentar: [...]
- b) os critérios e a metodologia para constatação de emissão de odor em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área de propriedade da fonte emissora;
- c) os padrões de qualidade do ar; [...]

Passados mais de dois anos desde a sanção da Lei, ainda não foram regulamentados os dispositivos relacionados ao controle de incômodos

---

<sup>12</sup> Do inglês *Maximum Odour Dispersion Distance*.

olfativos previstos no artigo supracitado. Dessa forma, fiscais do meio ambiente têm atuado apoiando-se no Art. 182, que prevê “a adoção de sistemas de controle de poluição do ar baseados na melhor tecnologia prática disponível e aplicável nos casos para os quais não existirem padrões de emissão estabelecidos” ou aplicando critérios estabelecidos no antigo Decreto nº 14.250/81, ou ainda, utilizando como referência a Resolução nº 054/2006 do estado do Paraná.

### *Municípios de Blumenau e Joinville*

Em Blumenau, a Lei Complementar nº 747, de 23 de março de 2010, que institui o Código Municipal do Meio Ambiente, proíbe “as atividades ou processos produtivos que emitam odores que possam criar incômodos à população”. Já em Joinville, a Lei complementar nº 29, de 14 de junho de 1996, que institui o Código Municipal do Meio Ambiente, estabelece que constitui infração ambiental “causar incômodo por emissões de odoríferas acima dos limites de percepção e além dos limites da propriedade em que se localiza a fonte emissora”.

## CAPÍTULO IV

### **APLICAÇÃO DA RESOLUÇÃO SEMA Nº 054/2006: CASO DE MÚLTIPLAS FONTES EMISSORAS**

Este capítulo apresenta uma aplicação da Resolução SEMA nº 054/2006 a uma instalação industrial com múltiplas fontes emissoras. Amplamente aplicada no estado do Paraná, essa Resolução também tem sido utilizada como referência no estado de Santa Catarina em avaliações de impacto ambiental de emissões odorantes devido à falta de legislação específica. O estudo foi realizado em uma indústria com 43 chaminés emissoras de compostos odoríferos. Para caracterização das fontes de emissão, quatro campanhas de amostragem foram realizadas entre os meses de abril e agosto de 2011. As análises olfatométricas foram realizadas no Laboratório de Controle da Qualidade do Ar (LCQAr), pertencente ao Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental da Universidade Federal de Santa Catarina. A determinação da vazão volumétrica do efluente gasoso foi realizada in loco de acordo com normas da Associação Brasileira de Normas Técnicas (ABNT) e da Organização Internacional para Normalização (ISO). A taxa de emissão odorante foi determinada em UO.h-1 e os resultados foram comparados com os critérios estabelecidos pela legislação paranaense.

#### 4.1 AMOSTRAGEM DO EFLUENTE GASOSO

A técnica utilizada para coleta de amostras foi a amostragem direta. Foram utilizadas bombas diafragma de pressão/vácuo que possuem o interior revestido de inox para não adsorver odores. As amostras foram acondicionadas em sacos Tedlar® (marca registrada DuPont), quimicamente inertes e resistentes à adsorção de odores, com capacidade

de 60 litros. As amostragens foram sequenciais e em triplicata. Para garantir a representatividade dos resultados, todas as amostragens foram realizadas em condições operacionais normais da instalação.

Considerando o grande número de fontes emissoras de compostos odoríferos foi realizada a identificação de fontes representativas, que pudessem ser associadas a outras chaminés com características semelhantes, visando reduzir o número de fontes a serem amostradas. Assim, considerados aspectos técnicos e econômicos, 13 chaminés foram selecionadas. A Tabela 8 apresenta as chaminés amostradas e suas respectivas correlatas (para fins práticos, as chaminés foram numeradas de 1 a 43).

Tabela 8 – Chaminés representativas e suas correlatas.

Chaminés representativas	Chaminés correlatas
3	1, 2, 3
8	4, 5, 6, 7, 8
10	9, 10
12	11, 12
17	13, 17
18	14, 18, 23
20	19, 20, 21
22	22
25	15, 16, 24, 25
27	26, 27, 28
32	29, 30, 31, 32, 33, 34, 35, 36, 37, 38, 39, 40
41	41
42	42, 43

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

## 4.2 ANÁLISES OLFATOMÉTRICAS

Na realização das análises olfatométricas, duas metodologias foram empregadas:

- Olfatometria dinâmica para determinação da concentração odorante, com a utilização de um olfatômetro;
- Olfatometria estática para determinação de intensidade, hedonicidade e caráter odorante. Para realização dessas

análises, complementares à olfatometria dinâmica, foi utilizada a amostra que apresentou a maior concentração odorante na análise por olfatometria dinâmica.

Em todas as análises, o painel olfatométrico foi composto por 6 jurados selecionados e certificados de acordo com as especificações da norma europeia EN 13725:2003.

#### 4.2.1 Olfatometria de diluição dinâmica

Para determinação do limite de percepção olfativa (que leva à concentração de odor) foi utilizado um olfatômetro de diluição dinâmica Odile, versão 3500, fabricado pela companhia canadense Odotech Inc. O sistema é composto por entrada de ar puro, unidade de pressurização, unidade de diluição, mesa olfatométrica com seis baias (ou *boxes*) e um *software* de operação em computador – Figura 14.

Figura 14 – Componentes do sistema do olfatômetro Odile.



Fonte: Próprio autor.

As diluições são realizadas de maneira decrescente e logarítmica. O *software* faz a análise contínua dos resultados, trabalhando com a média logarítmica de cada um dos jurados e depois com a média dos todos os jurados. Cada baia é provida de um painel para votação e três saídas de ar, das quais apenas de uma sai a mistura de ar odorante com ar puro. As outras duas saídas recebem somente ar puro. A amostra diluída é

apresentada de maneira aleatória aos jurados e em diferentes ordens de diluição (DE MELO LISBOA, 2010) – Figura 15.

Figura 15 – Saídas de ar propostas a um jurado.



Fonte: Próprio autor.

No momento da votação o jurado teve 15 segundos para cheirar as três saídas de ar. Percebendo algum odor, este deveria apertar o botão abaixo do tubo de saída correspondente para que o voto fosse, então, registrado pelo *software*. Caso não percebesse um odor, o jurado deveria apertar o botão “Nenhum odor”.

O cálculo da concentração odorante das amostras seguiu a norma europeia EN 13725: 2003. Dessa forma, o valor do limite de percepção do júri foi determinado a partir da média geométrica dos limites de percepção individuais de cada jurado.

Anteriormente ao início da análise das amostras foi realizado um branco laboratorial, que representa a concentração de odor de fundo do sistema de ar puro e do próprio olfatômetro. O objetivo foi verificar e atestar que o olfatômetro e o sistema como um todo estavam isentos de contaminação.

Todas as análises foram realizadas dentro do intervalo máximo de 30 horas entre coleta e análise, conforme recomendado pela norma EN 13725:2003.



## 4.2.2 Olfatometria estática

De maneira complementar à olfatometria dinâmica, foram realizadas análises de intensidade, hedonicidade e caráter odorante. Esse tipo de avaliação é importante à medida que a concentração odorante (valor numérico, em  $\text{UO.m}^{-3}$ ) não é capaz de expressar, isoladamente, o potencial de incômodo de um odor.

### *Intensidade Odorante*

A metodologia empregada para avaliação da intensidade odorante seguiu as especificações da norma AFNOR X 43-103 (AFNOR, 1993). Foram utilizadas diferentes soluções de n-butanol diluídas em água, conforme escala apresentada por Belli Filho e De Melo Lisboa (1998). Anteriormente às análises, foi realizado um procedimento para “calibração” dos jurados, no qual esses foram orientados a ordenar frascos contendo diferentes soluções de n-butanol de acordo com sua intensidade odorante. O procedimento é baseado na norma americana ASTM E544-10:2010 e descrito com maiores detalhes por De Melo Lisboa (2010).

### *Hedonicidade Odorante*

Para avaliação do tom hedônico do odor, foi utilizada a escala de 9 pontos proposta pela VDI 3882 - Parte 2 (VDI, 1994). Os jurados foram orientados a utilizar sua experiência pessoal e memória olfativa para avaliar o tom hedônico do odor, referindo-se à escala. O valor hedônico da amostra, determinado em laboratório, foi a média aritmética dos valores hedônicos individuais atribuídos por cada jurado.

### *Caráter Odorante*

Para determinação do caráter odorante das amostras, foi solicitado aos jurados que identificassem o caráter (categoria) do odor analisado utilizando como referência a Roda de Odores proposta por McGinley e McGinley (2002). Entretanto, a resposta dos jurados era livre, não se limitando apenas às categorias apresentadas como referência.

#### 4.3 DETERMINAÇÃO DA VAZÃO VOLUMÉTRICA DOS GASES

A determinação dos pontos de medição de temperatura e pressão nas chaminés seguiu as especificações da norma NBR 10.701 (ABNT, 1989), sendo o cálculo da vazão volumétrica dos gases, efetuado de acordo com a norma ISO 10.780:1994 (ISO, 1994). Nos casos em que a chaminé avaliada não apresentou as condições ideais, de 8 diâmetros à montante e 2 diâmetros à jusante do ponto de amostragem a toda e qualquer singularidade, foi considerado o critério mínimo estabelecido pela norma – i.e., 2D/0,5D, respectivamente (implicando no aumento do número de pontos de medição). Na realização das medições foi utilizando um tubo de Pitot do tipo S (marca Energética), juntamente com um termopar do tipo K (que registrava a temperatura em um termômetro digital da marca IOPE, modelo IOPTHERM 46), além de um manômetro digital (marca Dwyer, modelo Series 475 Mark III) ou de um manômetro manual – dependendo da faixa de medição de pressão. A Figura 16 ilustra o procedimento de medição em chaminé.

Figura 16 –Medições de temperatura e pressão em chaminé para determinação da vazão volumétrica dos gases.



Fonte: Próprio autor.

#### 4.4 DETERMINAÇÃO DA TAXA DE EMISSÃO ODORANTE

A taxa de emissão odorante, em unidades de odor por hora ( $\text{UO}\cdot\text{h}^{-1}$ ), foi obtida multiplicando-se o valor da concentração odorante média geométrica ( $\text{UO}\cdot\text{m}^{-3}$ ) pela vazão volumétrica dos gases ( $\text{m}^3\cdot\text{h}^{-1}$ ) em base úmida, corrigida para a condição padrão para olfatométrica utilizando a Equação 5.

$$T = C \left( \frac{UO}{m^3} \right) \times Q \left( \frac{m^3}{h} \right) = \left[ \frac{UO}{h} \right] \quad (5)$$

Onde:

*TEO* = Taxa de emissão odorante;

*C* = concentração odorante (valor da concentração de odor média geométrica, definido pela média geométrica das amostras de odor analisadas em triplicata);

*Q* = Vazão volumétrica dos gases – base úmida, na condição padrão para olfatometria (20°C e 101,3 kPa).

#### 4.5 VERIFICAÇÃO DE CONFORMIDADE AMBIENTAL

A verificação do atendimento à legislação foi realizada tendo como referência a Resolução SEMA nº 054/2006, que estabelece como critérios de conformidade ambiental para “atividades geradoras de substâncias odoríferas”, um padrão máximo de emissão (PME) de 5.000.000 UO.h<sup>-1</sup> ou uma eficiência mínima de 85% de redução na concentração odorante. No entanto, a norma não apresenta uma definição clara do que seria uma “atividade geradora de substâncias odoríferas”. Isso resultou em problemas de interpretação quando da verificação de conformidade com os critérios estabelecidos, sobretudo, no caso de múltiplas fontes emissoras. Desse modo, seguindo orientação do Instituto Ambiental do Paraná (IAP), uma “atividade” foi interpretada como sendo uma etapa de um processo industrial referente a uma linha de produção ou de processamento. Isso exigiu uma análise de todo o processo industrial da instalação para identificação das diferentes atividades geradoras de substâncias odoríferas e de suas respectivas chaminés. No caso de duas ou mais chaminés estarem associadas a uma mesma atividade, o PME foi aplicado ao conjunto das fontes emissoras. Portanto, chaminés que faziam parte de um mesmo processo tiveram suas taxas de emissão odorante somadas. Entretanto, esse princípio não foi aplicado quando os processos pertenciam a linhas de produção independentes, ainda que idênticos.

A Tabela 9 apresenta os diferentes processos identificados a partir da análise do processo industrial da instalação e suas respectivas chaminés. As letras A, B, C foram utilizadas para designar, genericamente, diferentes linhas de produção pertencentes a um mesmo processo produtivo. Separadas por ponto e vírgula estão diferentes etapas

de um mesmo processo, que constituem diferentes “atividades geradoras de substâncias odoríferas”. Sendo assim, para fins de verificação de conformidade ambiental, trinta e três (33) atividades foram identificadas.

Tabela 9 – Processos produtivos e chaminés associadas.

Processo industrial		Chaminés associadas
Processo produtivo	Linha de produção	
Processo 1	A	1; 2; 3
Processo 2	A	4-5; 6-7-8
	B	9-10
	C	11-12
Processo 3	A	13; 17
	B	14; 18; 23
	C	22
Processo 4	A	15-16; 19-20-21
Processo 5	A	24; 25
Processo 6	A	26-27-28
Processo 7	A	29; 30; 31; 32; 33; 34; 35; 36; 37; 38; 39; 40
Processo 8	A	41
	B	42; 43

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

## 4.6 RESULTADOS E DISCUSSÃO

A seguir são apresentados os resultados obtidos e uma discussão envolvendo a verificação do atendimento à legislação paranaense. A fim de evitar uma descrição repetitiva, apenas os resultados referentes à Chaminé 10 são apresentados com maiores detalhes. Uma síntese de todos os resultados obtidos é apresentada no item 4.6.2.

### 4.6.1 Chaminé número 10

A Tabela 10 apresenta os resultados de concentração odorante obtidos para cada uma das amostras coletadas na Chaminé 10.

Tabela 10 – Concentração odorante – chaminé 10.

Amostra	Concentração odorante [UO.m <sup>-3</sup> ]	Concentração odorante média geométrica [UO.m <sup>-3</sup> ]
1	7.816	8.114
2	7.911	
3	8.640	

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

### *Intensidade, Hedonicidade e Caráter Odorante – Chaminé 10*

A intensidade odorante média do efluente gasoso teve índice 3,33 (moderada a forte) – em uma escala de 1 a 5, onde o índice 1 representa um odor muito fraco e o índice 5 representa um odor muito forte. A Figura 17 apresenta os resultados obtidos para intensidade odorante da Chaminé 10.

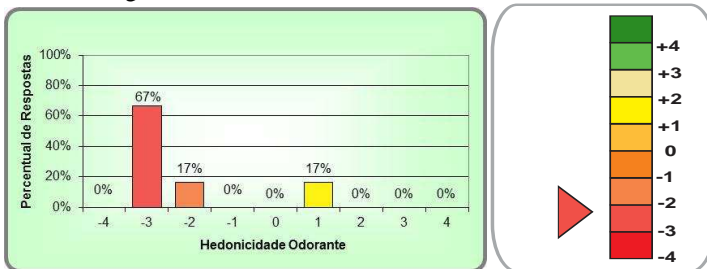
Figura 17 – Intensidade odorante – Chaminé 10.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

A Figura 18, a seguir, apresenta os resultados obtidos para a análise de hedonicidade odorante da amostra do efluente gasoso da Chaminé 10. A hedonicidade média teve índice -2,17 (moderadamente desagradável) – em uma escala de -4 a +4, onde o índice -4 representa um odor muito desagradável, o índice +4 representa um odor muito agradável, e o índice 0 representa um odor neutro.

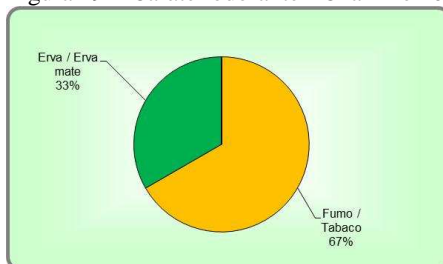
Figura 18 – Hedonicidade odorante – Chaminé 10.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Com relação ao caráter odorante, 67% jurados (4 pessoas) informaram que o efluente gasoso tinha odor característico de Fumo/Tabaco e 33% dos jurados (2 pessoas) descreveram o odor como sendo de Erva/Erva mate – Figura 19.

Figura 19 – Caráter odorante - Chaminé 10.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

#### 4.6.2 Síntese dos resultados

A Tabela 11 apresenta uma síntese dos resultados obtidos através das análises realizadas por ODD para todas as fontes de emissão avaliadas ao longo das quatro campanhas de amostragem. Já a Tabela 12 apresenta os resultados das análises complementares, realizadas através de olfatosmetria estática, para avaliação da intensidade, hedonicidade e caráter odorante das amostras.

Tabela 11 – Síntese dos resultados – olfatosmetria de diluição dinâmica.

Chaminé	Concentração odorante média geométrica [UO.m <sup>-3</sup> ]	Vazão volumétrica [m <sup>3</sup> .h <sup>-1</sup> ]	TEO [UO.h <sup>-1</sup> ] x 10 <sup>6</sup>
3	348	9.348	3,25
8	185	890	0,16
10	8.114	200	1,62
12	3.295	74	0,24
17	3.784	3.972	15,03
18	4.300	2.934	12,62
20	1.254	1.253	1,57
22	6.089	2.476	15,08
25	233	2.218	0,52
27	151	5.047	0,76
32	1.190	16.857	20,06
41	6.673	2.599	17,34
42	14.469	2.138	30,93

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

Tabela 12 – Síntese dos resultados – olfatométrica estática.

Chaminé	Intensidade	Hedonicidade	Caráter [Fração dos jurados]
3	2,67	-0,67	2/6 Fumaça; 1/6 Erva/Erva mate; 1/6 Fumo/Tabaco; 1/6 Naftalina; 1/6 Plástico
8	2,83	-2,00	1/6 Queimado; 1/6 Cinzas; 1/6 Borracha; 1/6 Azeitona; 1/6 Fumo/Tabaco; 1/6 Fumaça
10	3,33	-2,17	4/6 Fumo/Tabaco; 2/6 Erva/Erva mate
12	3,33	-2,50	4/6 Fumo/Tabaco; 1/6 Fumaça; 1/6 Erva/Erva mate
17	3,33	-1,50	5/6 Fumo/Tabaco; 1/6 Borracha
18	3,83	-2,00	5/6 Fumo/Tabaco; 1/6 Erva/Erva mate
20	3,17	-1,50	4/6 Fumo/Tabaco; 1/6 Cinzas; 1/6 Fumaça
22	4,50	-2,67	3/6 Fumo/Tabaco; 2/6 Erva/Erva mate; 1/6 melado
25	2,17	-0,83	2/6 Fumaça; 1/6 Cinzas; 1/6 Madeira; 1/6 Borracha; 1/6 Fumo/Tabaco
27	1,50	-0,50	2/6 Plástico; 1/6 Turfa; 1/6 Madeira; 1/6 Mofo; 1/6 Borracha
32	2,83	-1,00	4/6 Fumo/Tabaco; 1/6 Fumaça; 1/6 Madeira
41	3,67	-2,00	3/6 Fumo/Tabaco; 2/6 Erva/Erva mate; 1/6 Feijão
42	3,17	-2,67	3/6 Fumo/Tabaco; 2/6 Erva/Erva mate; 1/6 Feijão

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.



### 4.6.3 Verificação do atendimento à legislação

A verificação do atendimento à legislação foi efetuada com base nos resultados das análises realizadas por ODD e das diferentes atividades geradoras de substâncias odoríferas identificadas. Por exemplo, o valor da taxa de emissão odorante relativo à Chaminé 10 foi de  $1,62 \times 10^6$  UO.h<sup>-1</sup>. Considerando que a Chaminé 10 é representativa da Chaminé 9 (v. Tabela 8) e que ambas estão associadas a uma mesma “atividade geradora de compostos odoríferos” (v. Tabela 9), o somatório da taxa de emissão odorante relativa a esta atividade foi de  $3,24 \times 10^6$  UO.h<sup>-1</sup>. Levando-se em conta apenas os resultados obtidos nesta avaliação e comparando-os com o PME estabelecido pela Resolução SEMA nº 054/2006, utilizada como referência, essa atividade atende o limite máximo de  $5 \times 10^6$  UO.h<sup>-1</sup>. As análises olfatométricas complementares, relativas à intensidade, hedonicidade e caráter odorante do efluente gasoso, revelaram, de maneira geral, um odor de intensidade moderada a forte, desagradável, de fumo/tabaco; respectivamente.

O mesmo procedimento foi aplicado para todas as demais atividades geradoras de substâncias odoríferas, sendo os resultados apresentados na Tabela 13. Como pode ser observado, a maior parte das atividades identificadas não atende o PME estabelecido pela Resolução SEMA nº 054/2006. A taxa de emissão odorante total (TEO<sub>t</sub>), resultante da soma de todas as emissões de odor da instalação, foi de  $428,38 \times 10^6$  UO.h<sup>-1</sup>. Portanto, a empresa avaliada possui grande potencial para causar incômodos olfativos à comunidade e deve promover a instalação de equipamentos de controle.

Tabela 13 – Análise do conjunto de todas as atividades geradoras de substâncias odoríferas.

Ativ. Emis.	Processo / Linha	Chaminés associadas	TEO [UO.h <sup>-1</sup> ] x 10 <sup>6</sup>	Atendimento à legislação <sup>1</sup>
1	1 / A	1	3,25	+
2	1 / A	2	3,25	+
3	1 / A	3	3,25	+
4	2 / A	4 + 5	0,32	+
5	2 / A	6 + 7 + 8	0,48	+
6	2 / B	9 + 10	3,24	+
7	2 / C	11 + 12	0,48	+
8	3 / A	13	15,03	-
9	3 / B	14	12,62	-
10	4 / A	15 + 16	3,14	+
11	3 / A	17	15,03	-
12	3 / B	18	12,62	-
13	4 / A	19 + 20 + 21	4,71	+
14	3 / C	22	15,10	-
15	3 / B	23	12,62	-
16	5 / A	24	0,52	+
17	5 / A	25	0,52	+
18	6 / A	26 + 27 + 28	2,28	+
19	7 / A	29	20,06	-
20	7 / A	30	20,06	-
21	7 / A	31	20,06	-
22	7 / A	32	20,06	-
23	7 / A	33	20,06	-
24	7 / A	34	20,06	-
25	7 / A	35	20,06	-
26	7 / A	36	20,06	-
27	7 / A	37	20,06	-
28	7 / A	38	20,06	-
29	7 / A	39	20,06	-
30	7 / A	40	20,06	-
31	8 / A	41	17,34	-
32	8 / B	42	30,93	-
33	8 / B	43	30,93	-
TEO <sub>t</sub>			428,38	

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

<sup>1</sup>+: Sim; -: Não.

## CAPÍTULO V

### **UMA ABORDAGEM DE PROCEDIMENTOS LEGAIS PARA O CONTROLE DE INCÔMODO OLFATIVOS**

Uma abordagem para o controle de incômodos olfativos, no contexto de uma política de proteção ambiental, deve ser estabelecida considerando os diferentes fatores FIDOL que afetam o impacto odorante. Essa abordagem também deve incluir mecanismos de avaliação de incômodos olfativos e a participação da comunidade na avaliação dos impactos percebidos.

Inicialmente, são apresentadas definições de impacto odorante e incômodo olfativo. Em seguida, é discutida a necessidade de regular adequadamente a emissão de odores, destacando as limitações das abordagens empregadas atualmente e apresentando um caso de jurisprudência no estado de Santa Catarina. É, então, proposta uma abordagem de procedimentos legais para o controle de incômodos olfativos, tendo em vista a realidade brasileira. Essa abordagem é baseada na adoção das Melhores Técnicas Disponíveis (MTD) e no estabelecimento de diretrizes para Distâncias Mínimas de Separação (DMS), Padrões Máximos de Emissão (PME), Padrões Máximos de Impacto (PMIm) e Padrões Máximos de Incômodo (PMIn). Finalmente, é apresentado um modelo para avaliação de impacto odorante no processo de licenciamento ambiental de instalações potencialmente poluidoras.

## 5.1 INCÔMODO OLFACTIVOS E A NECESSIDADE DA REGULÇÃO DE EMISSÕES ODORANTES

Um impacto odorante pode ser definido como sendo a alteração da qualidade do ar em termos de odor. Dependendo da frequência, da magnitude (intensidade ou concentração) e da duração dos impactos, assim como da ofensividade do odor, do contexto e das circunstâncias em que esse é percebido (localização), esse impacto pode causar um incômodo. Dessa forma, nem todo impacto pode ser considerado um incômodo olfativo.

De acordo com Van Harreveld (2001) um incômodo olfativo é o efeito cumulativo, causado por repetidos eventos de perturbação durante um longo período de tempo, que leva a modificações ou alterações de comportamento nas comunidades afetadas. Segundo o autor, esse comportamento pode ser ativo (e.g., registrando queixas, fechando janelas, evitando frequentar o jardim) ou passivo (somente identificado através de questionários ou entrevistas).

No Brasil e em outros países que ainda não dispõem de políticas específicas para o controle de incômodos olfativos, a condição de um incômodo é geralmente verificada com base nas disposições do Direito Comum. No entanto, a utilização exclusiva dessa abordagem para regulação de emissões odorantes possui diversas deficiências que a impedem de proteger adequadamente a população e/ou os proprietários e operadores das instalações envolvidas (NICELL, 2009). Em primeiro lugar, nesse tipo de abordagem, as condições que determinam se existe ou não um incômodo, não são claramente definidas. Além disso, muitos dos termos utilizados são subjetivos e sujeitos a múltiplas interpretações. Muitas vezes, cabe ao fiscal decidir se há um incômodo e se esse pode ou não ser considerado razoável. Em segundo lugar, os procedimentos legais envolvidos nesses casos são, em geral, onerosos, demorados e arriscados tanto para o requerente quanto para o requerido. E, em terceiro lugar, uma vez que um incômodo deve ocorrer antes que qualquer ação possa ser tomada, essa abordagem serve apenas para diminuir odores intoleráveis depois que eles existem, mas não para prevenir sua ocorrência. Dessa forma, abordagens de incômodo apenas fornecem um último recurso para que as comunidades afetadas recuperem o bem-estar e o gozo de sua propriedade.

Alguns estados brasileiros tentaram adicionar um pouco mais de objetividade às disposições de incômodo baseadas nos princípios do Direito Comum, proibindo a emissão de substâncias odoríferas na atmosfera em quantidades que possam ser perceptíveis fora dos limites da área da propriedade da fonte emissora. Essas regulamentações estabelecem limites de imissão para substâncias odoríferas com base no LPO, que devem ser constatados por fiscais credenciados. No entanto, a aplicabilidade dessa abordagem para o controle de incômodos olfativos há décadas é reconhecidamente falha. Além de sinergismos e antagonismos envolvendo misturas de compostos odorantes, existem diversos problemas e limitações inerentes à medição de odores em ar ambiente. Por exemplo, a seleção/escolha do local e o tempo de duração das medições podem ser arbitrários (DRAVNIIEKS; JARKE, 1980). Existem também problemas relacionados à medição de poluentes em baixas concentrações e à dificuldade de relacionar essas concentrações a uma fonte de emissão específica (CUSANO, et al., 2010), sobretudo, quando mais de uma fonte de odor está presente em uma mesma região. Dessa forma, medições de concentração de odor em ar ambiente através de instrumentos analíticos ou através de olfatômetros de campo, não servem como base para avaliações de impacto odorante. No entanto, medições de odor em ar ambiente podem ser úteis para comprovar a ocorrência de um impacto significativo (DRAVNIIEKS; JARKE, 1980). Esse procedimento pode ser aplicado para a apuração de queixas ou para o monitoramento ambiental.

O Anexo A apresenta um caso de jurisprudência relacionado a incômodos olfativos (SANTA CATARINA, 2008). Trata-se de uma ação civil pública, impetrada pelo Ministério Público de Santa Catarina, contra uma fábrica de farinhas e óleos de origem animal, com o objetivo de embargar a atividade da empresa até que os odores lançados por esta na atmosfera fossem reduzidos a níveis suportáveis. A ação prevê o pagamento de uma indenização ao Estado (Fundo de Recuperação de Bens Lesados) por danos ambientais difusos. A leitura dos autos revela que desde o início das atividades a empresa sempre provocou odores em níveis insuportáveis, ocasionando efeitos adversos sobre a comunidade que vão desde náuseas, enjoos, dores de cabeça, enfim, mal estar generalizado, até depressão. Apesar de todas as evidências recolhidas ao longo de mais de dois anos, através de inúmeras diligências, laudos e pareceres técnicos, pode-se notar a dificuldade encontrada pelo promotor do Ministério Público em autuar a referida empresa com base nas legislações vigentes. Esse caso evidencia a urgente necessidade da

regulação de emissões odorantes e do estabelecimento de uma abordagem regulatória para o controle de incômodos olfativos, visando preservar a saúde e o bem-estar da população.

No Brasil, o estado do Paraná é o único a estabelecer um PME para substâncias odoríferas, em termos de concentração de odor ( $\text{UO.m}^{-3}$ ). Conforme apresentado anteriormente, a Resolução SEMA nº 054/2006 estabelece que “atividades geradoras de substâncias odoríferas” com taxa de emissão superior a  $5.000.000 \text{ UO.h}^{-1}$  devem promover a instalação de equipamento de controle com eficiência de, no mínimo, 85% (PARANÁ, 2006). No entanto, a utilização exclusiva desses critérios não garante ampla proteção à comunidade contra incômodos olfativos.

Fábricas de farinhas e óleos de subprodutos de origem animal estão entre as principais atividades emissoras de compostos odoríferos. No processo de digestão de vísceras a concentração de odor pode ultrapassar o valor de  $400.000 \text{ UO.m}^{-3}$  (VIEIRA; MANDU; DE MELO LISBOA, 2011). Supondo-se que o sistema de tratamento de efluentes gasosos de uma determinada instalação industrial possua uma eficiência de 85% na redução da concentração odorante e que a vazão volumétrica de saída do efluente gasoso seja de  $1.000 \text{ m}^3.\text{h}^{-1}$ , a taxa de emissão odorante seria de  $60 \times 10^6 \text{ UO.h}^{-1}$ , i.e.,  $12\text{x o PME}$ .

As limitações se tornam ainda mais evidentes no casos de múltiplas fontes emissoras, como no estudo de caso apresentado no Capítulo 4. Isso se deve ao fato de que os limites se aplicam individualmente a “atividades geradoras de substâncias odoríferas” e não ao conjunto de todas as fontes emissoras de substâncias odoríferas da instalação. É evidente que uma instalação com 33 “atividades geradoras de substâncias odoríferas”, em que cada atividade emita  $5 \times 10^6 \text{ UO.h}^{-1}$  (resultando em uma taxa de emissão total de  $165 \times 10^6 \text{ UO.h}^{-1}$ ), não produz o mesmo impacto sobre a comunidade circundante que uma instalação com apenas uma fonte emissora com taxa de emissão igual a  $5 \times 10^6 \text{ UO.h}^{-1}$ . Entretanto, ambas as instalações estariam em conformidade com os critérios estabelecidos legalmente.

Embora não proporcione condições de equidade entre instalações com diferentes números de atividades geradoras de substâncias odoríferas, deve-se reconhecer que a aplicação da Resolução SEMA nº 054/2006 pode resultar em uma redução considerável da TEO. No estudo de caso apresentado neste trabalho, a redução nas emissões de

odor seria de aproximadamente 70%. Isso representa, sem dúvida, uma melhoria significativa, ainda que não garanta a ausência de incômodo.

É importante também ressaltar uma série de limitações intrínsecas à abordagem de controle de emissão de poluentes a partir da fonte, através de PME. Essa abordagem não considera as características físicas da fonte emissora (e.g., dimensões, geometria e altura), a velocidade de saída dos gases, a temperatura do efluente gasoso e a topografia da região, além de dados meteorológicos – fatores esses que afetam o transporte e a dispersão de poluentes na atmosfera, incluindo os odores.

Apesar das limitações apontadas, é preciso reconhecer o pioneirismo da legislação paranaense ao introduzir a ODD como metodologia para medição objetiva da concentração odorante. Afinal, a determinação da TEO é o ponto de partida para uma avaliação de impacto fidedigna, que estabeleça uma ligação entre as emissões de odor na fonte e os impactos sobre a comunidade, através da modelagem da dispersão atmosférica.

## 5.2 UMA ABORDAGEM DE PROCEDIMENTOS LEGAIS PARA O CONTROLE DE INCÔMODOS OLFATIVOS

Emissões odorantes podem causar sérios impactos sobre o bem-estar e a qualidade de vida da população. Considerando a necessidade de prevenir ou mitigar tais impactos e as limitações das legislações vigentes, torna-se evidente a necessidade de regular a emissão de odores. Nesse contexto, é apresentada uma abordagem composta por diretrizes para DMS, PME, PMI e PMIn. A abordagem foi concebida visando fornecer razoável proteção à população e ser de simples e fácil implementação, considerando a realidade brasileira.

Em primeiro lugar, a política de proteção ambiental deve se basear na aplicação das MTD. Essa é a base do conceito de Prevenção e Controle Integrados da Poluição (IPPC) da União Europeia, onde documentos de referência, denominados BREF (*BAT<sup>13</sup> Reference documents*), apresentam orientações para diversos segmentos industriais. Esses documentos são utilizados por autoridades competentes dos Estados-

---

<sup>13</sup> *Best Available Techniques.*

Membros no processo de licenciamento ambiental de instalações potencialmente poluidoras.

No Brasil, a CETESB desenvolveu guias técnicos de produção mais limpa para alguns segmentos industriais, que incluem, uma descrição dos respectivos processos produtivos e seus principais aspectos ambientais. No que diz respeito ao controle de incômodos olfativos, são apresentadas algumas recomendações e práticas de gerenciamento para minimizar a emissão de odores para alguns setores, como o de papel e celulose, industrialização de carne suína e bovina, curtumes e cervejarias.

Na abordagem de procedimentos legais proposta nesta dissertação, a aplicação das MTD deve buscar uma condição onde não exista causa “razoável para incômodo”. Diretrizes para DMS e PME devem auxiliar no planejamento territorial e simplificar o processo de licenciamento ambiental. Além disso, PMIn podem ser estabelecidos, baseados no número de queixas ou no percentual da população incomodada.

O ponto-chave dessa abordagem é o estabelecimento de PMIm, que definem critérios objetivos de exposição, baseados em um nível aceitável de incômodo (critério de aceitabilidade). As emissões são medidas na fonte e então é avaliada a concentração de odor nos receptores, através da modelagem da dispersão atmosférica. Essa é a base da abordagem mais utilizada atualmente, adotada por países como Holanda, Alemanha, Inglaterra, Canadá, Estados Unidos, Itália, Austrália e Nova Zelândia. Para uma definição de valores é necessário fundamentar a relação entre impacto e incômodo, uma vez que o incômodo é reduzido ao se limitar o máximo impacto admitido (FRECHEN, 2001).

Uma “lei de odor” é eficaz se, e somente se, utilizar um critério, ou critérios, para definir conformidade. Os critérios não precisam ser puramente ou cientificamente “objetivos”. No entanto, medições objetivas de odor estão disponíveis e padronizadas, e dessa forma, podem ser incorporadas em “leis de odor” (MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000). A Tabela 14 apresenta resumidamente o conjunto de abordagens propostas neste trabalho e seus respectivos critérios para verificação de conformidade.



Tabela 14 – Abordagens e critérios de conformidade propostos.

Abordagem	Critério de conformidade
Distâncias Mínimas de Separação	Distancias mínimas de separação entre fontes potencialmente causadoras de incômodos olfativos e receptores sensíveis
Padrões Máximos de Emissão	Taxa de emissão odorante para atividades geradoras de substâncias odoríferas ou para o conjunto de fontes emissoras da instalação
Padrões Máximos de Incômodo	Número de queixas; % da população incomodada
Padrões Máximos de Impacto	Concentração de odor máxima, tempo de média e frequência de conformidade (critério de aceitabilidade)

Fonte: Elaborado pelo próprio autor.

### 5.2.1 Diretrizes para Distâncias Mínimas de Separação (DMS)

Nas proximidades de instalações industriais ou outras fontes potencialmente poluidoras, a qualidade de vida da população pode ser reduzida devido à emissão de poeira, odor ou ruído, além de questões estéticas. Desse modo, uma forma simples e eficaz de minimizar problemas, relacionados a incômodos olfativos, é estabelecer diretrizes para distâncias mínimas de separação entre instalações emissoras de odores potencialmente ofensivos e receptores sensíveis, como hospitais, escolas, unidades habitacionais e áreas de lazer. Isso forma uma chamada “zona tampão”, que permite que as emissões se dissipem suficientemente na atmosfera antes de atingirem tais receptores. Essa é uma das formas mais antigas de controle e regulação de incômodos olfativos (FRECHEN, 2001). Na Holanda, por exemplo, essa abordagem foi introduzida em 1971 para o setor de produção suína (VAN HARREVELD, 2003).

Padrões de DMS são normalmente empregados no setor de criação intensiva de animais, onde o odor é emitido próximo ao nível do solo. No entanto, algumas províncias australianas também utilizam essa abordagem para instalações industriais (CASANZ, 2011). Diretrizes para DMS podem simplificar o processo de licenciamento ambiental e proporcionar aos órgãos ambientais e aos proponentes de novos empreendimentos um indicativo do potencial impacto de determinadas

atividades com relação a incômodos olfativos. Entretanto, essa pode ser uma solução de curto prazo devido ao crescimento habitacional e a dificuldade de controle da expansão urbana. Por essa razão, é fundamental o estabelecimento de outros mecanismos de controle.

### **5.2.2 Padrões Máximos de Emissão (PME)**

A partir de conhecimentos consolidados sobre o impacto resultante de diferentes emissões odorantes, PME podem ser estabelecidos com base em valores que se espera não resultar em um impacto significativo sobre a comunidade. Os limites podem ser aplicados individualmente a diferentes atividades geradoras de substâncias odoríferas (como no caso da legislação paranaense) ou ao conjunto de fontes emissoras de uma instalação, com base na TEO<sub>i</sub>. Essa abordagem apresenta algumas limitações, mas em alguns casos pode simplificar os processos de avaliação de impacto e de licenciamento ambiental.

### **5.2.3 Padrões Máximos de Incômodo (PMIn)**

As disposições gerais de incômodo, encontradas nas regulamentações baseadas no Direito Comum, apresentam uma série de limitações em termos de controle de incômodos olfativos e de avaliação de impacto odorante. No entanto, abordagens baseadas no incômodo possuem diversas vantagens importantes que não podem ser ignoradas. A alegação de um incômodo que é sustentada por testemunhas confiáveis e credíveis pode ser uma evidência mais convincente de perturbação do que qualquer tentativa científica para provar o mesmo. Além disso, as decisões judiciais podem ser feitas de forma a proporcionar o alívio adequado para cada caso, fornecendo uma solução que melhor se adapte às necessidades e interesses de todas as partes envolvidas. Assim, esta abordagem não deve ser desconsiderada e deve permanecer como um dos conjuntos de abordagens para o controle de incômodos olfativos (NICELL, 2009). Visando adicionar um pouco mais de objetividade a essas regulamentações, um critério baseado no número de queixas poderia ser estabelecido para determinar a existência de uma condição de incômodo. Nesse caso, um número mínimo de queixas pode ser exigido, por um número mínimo de residentes, dentro de um período específico de tempo, para que o órgão ambiental competente considere que exista um incômodo – um número mínimo de queixas pode necessitar ser “confirmado” ou “verificado” pela autoridade ambiental ou por um representante (MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000). Esse critério é

adotado por diversas agências reguladoras, sobretudo, nos Estados Unidos.

Queixas são, muitas vezes, um meio importante de informar às autoridades que um problema de odor existe em uma comunidade. O grau, o número e a frequência de queixas podem ser usados como importantes indicadores da extensão e da gravidade de um problema de odor. Entretanto, a ausência de queixas não necessariamente demonstra a ausência de impacto, uma vez que muitas vezes é preciso um impacto significativo, frequente ou persistente, antes de uma pessoa apresentar formalmente uma queixa sobre um odor. No entanto, ainda não há padrões amplamente aceitos de como estatísticas de queixas podem ser usadas para estabelecer adequadamente a condição de um incômodo. Isto é, a determinação do número específico de queixas e o período no qual essas devem ser recebidas, para que seja constituído um incômodo, são altamente variáveis de um local para outro, não tem embasamento científico e no momento parece ser arbitrária. Além disso, o sucesso desta abordagem para proporcionar proteção adequada e apropriada para a população e para as indústrias ainda não foi demonstrado. Portanto, embora seja útil como um indicador de um problema potencial, o número de queixas ou a ausência delas, não deve servir como única base para determinar se os critérios de odor estão sendo atendidos (NICELL, 2009).

Uma situação de incômodo também pode ser determinada com base na proporção dos moradores de uma região afetada que reclamam e consideram os odores como sendo inaceitáveis (NICELL, 2009). Dessa forma, um critério de incômodo com base nos resultados de enquetes olfatométricas pode ser estabelecido. Essa abordagem pode ser aplicada de maneira complementar ou servir de base para avaliações de impacto odorante em casos onde as emissões não podem ser medidas ou estimadas adequadamente. Os resultados da enquête devem permitir a identificação da extensão do problema e podem servir como um “termômetro” para determinar se avaliações adicionais de impacto são necessárias.

#### **5.2.4 Padrões Máximos de Impacto (PMIm)**

Existe uma tendência mundial de fixar limites de emissão ao invés de limites de emissão. Nesse caso, as concentrações de odor lançadas a partir das fontes de emissão devem ser medidas e, então, avaliadas nos receptores a fim de estabelecer uma ligação entre as emissões e os impactos (RANZATO et al., 2012). A taxa de emissão na fonte é usada

para calcular a concentração de odor no nível do solo, a qual deve ser comparada com o respectivo critério de aceitabilidade. Essa abordagem é mais efetiva para a proteção da qualidade do meio ambiente e para o bem-estar do cidadão (CUSANO et al., 2010).

Modelos de dispersão podem consumir menos tempo e recursos financeiros do que métodos baseados em medições de campo. Porém, os resultados dos modelos devem ser validados para verificar se as suas previsões coincidem com as medições experimentais feitas em campo (RANZATO et al., 2012). Dada a natureza específica dos impactos odorantes, estudos de campo devem ser realizados com base nos fatores FIDOL (NICELL, 2009). Nesse caso, metodologias que podem ser utilizadas são: RPO, questionários repetidos e inspeções de campo. Desse modo, é possível obter dados comparáveis aos obtidos através da modelagem da dispersão (SIRONI et al., 2009; RIBEIRO et al., 2010; BARNÉOUD et al., 2012; RANZATO et al.; 2012).

Para fins de licenciamento ambiental, é importante ressaltar que a taxa de emissão odorante é a condição de exposição (i.e., de impacto) e não o critério de aceitabilidade em si. O monitoramento das emissões pode, então, ser exigido para mostrar conformidade com as condições estabelecidas na licença.

### 5.3 MODELO PARA AVALIAÇÃO DE IMPACTO ODORANTE NO PROCESSO DE LICENCIAMENTO AMBIENTAL

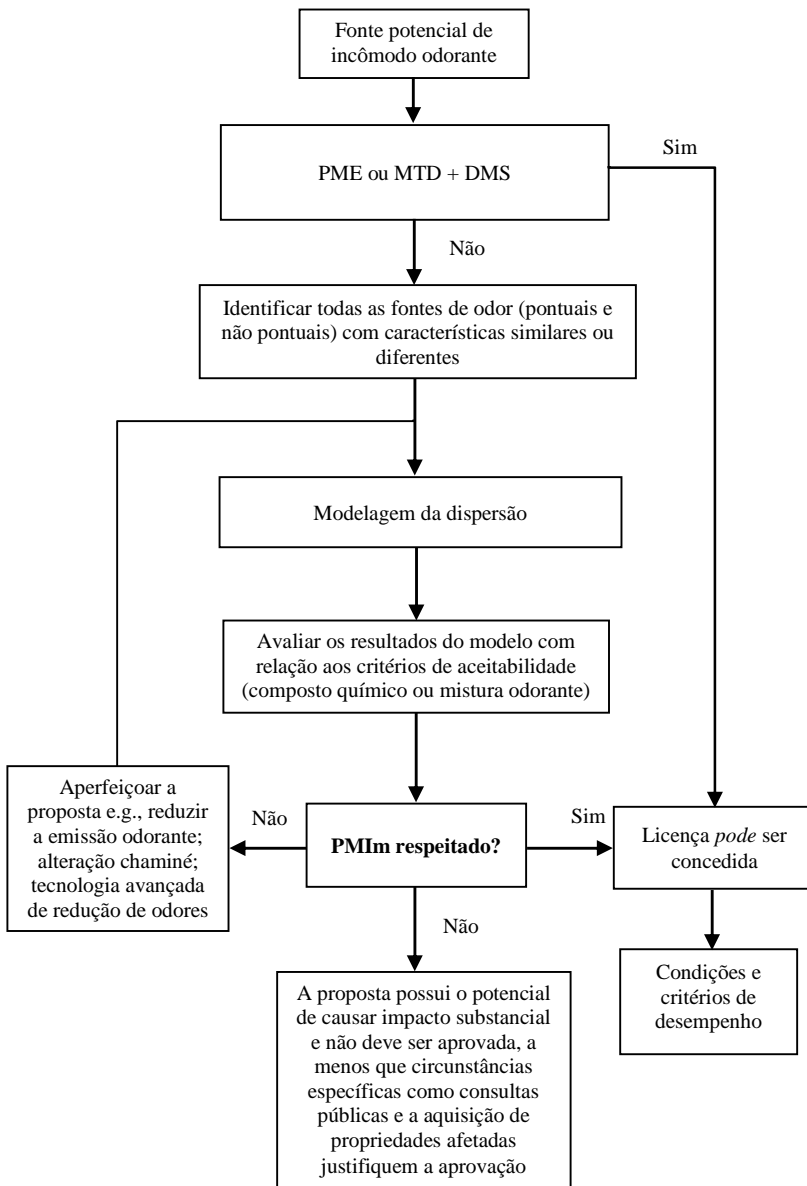
Diversas metodologias de avaliação de impacto odorante estão disponíveis. A escolha do método mais adequado depende em parte do tipo de situação, i.e., licenciamento de uma nova instalação ou ampliação de uma instalação existente, renovação da licença de uma instalação existente ou verificação de conformidade em decorrência de queixas de odor.

Instalações que tenham sido identificadas como fontes potenciais de incômodos olfativos devem ser avaliadas com relação aos seguintes aspectos: magnitude das emissões; utilização das MTD; histórico de queixas; e distância de separação em relação a receptores sensíveis.

### 5.3.1 Novas instalações ou ampliação de instalações existentes

Se o projeto da instalação que está sendo avaliado atender o PME (i.e. apresentar insignificante ou baixa emissão de substâncias odoríferas) ou utilizar as MTD e respeitar as DMS, a licença de operação pode ser concedida. No entanto, caso algum desses requisitos não sejam atendidos ou haja razões para acreditar que a instalação possua potencial para causar incômodos olfativos sobre a comunidade, todas as fontes de odor (pontuais e não pontuais), com características similares ou diferentes, devem ser identificadas e, em seguida, deve ser conduzido um estudo de modelagem de dispersão com base nas emissões de odor esperadas. O próximo passo é avaliar os resultados do modelo e compará-los aos critérios de aceitabilidade (composto químico ou mistura odorante). Se os resultados estiverem de acordo com os critérios estabelecidos, a licença pode ser concedida. Caso contrário, a proposta deve ser aperfeiçoada, e.g., reduzir a emissão odorante, aumentar a altura da chaminé, aplicar tecnologias avançadas de redução de odores. Nesse caso, novas simulações devem ser realizadas e a licença deve ser fornecida somente se os critérios forem atendidos. Propostas que possuam o potencial de causar um impacto substancial não devem ser aprovadas, a menos que circunstâncias específicas como audiências ou consultas públicas e a aquisição de propriedades afetadas justifiquem sua aprovação. À exceção desses procedimentos estão instalações cujas emissões não possam ser medidas ou estimadas adequadamente. Nesses casos, em que não é aconselhável realizar um estudo de dispersão, a licença de operação somente pode ser concedida se o projeto utilizar as MTD e boas práticas de gestão, além de respeitar as distâncias mínimas de separação recomendadas (caso sejam estabelecidas). A Figura 20 apresenta um fluxograma do modelo de avaliação de impacto odorante para novas instalações ou para ampliação de instalações existentes.

Figura 20 – Fluxograma do modelo de avaliação de impacto odorante para novas instalações ou para ampliação de instalações existentes.

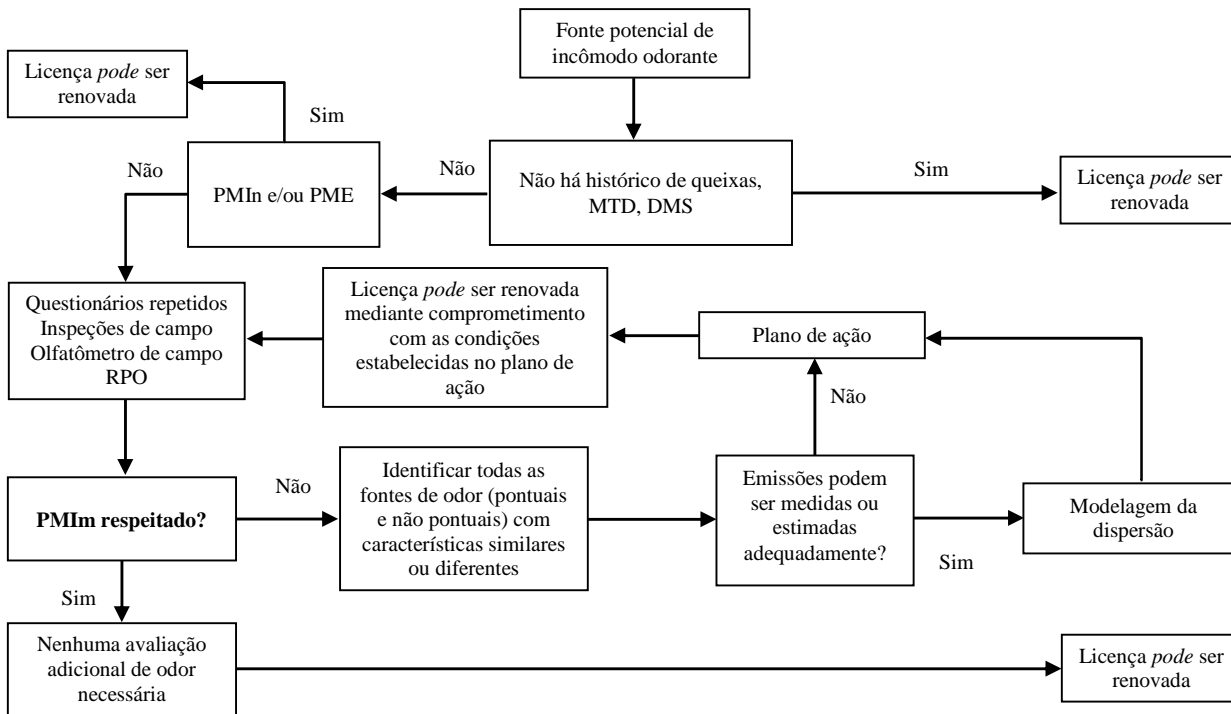


Fonte: Adaptado de Casanz (2011).

### 5.3.2 Instalações existentes

Se a instalação que está sendo avaliada for uma fonte potencial de incômodo odorante, porém, não possuir histórico de queixas, utilizar as MTD e respeitar as DMS recomendadas, a licença de operação pode ser renovada. Caso contrário, deve ser avaliado o percentual da população incomodada e/ou serem realizadas amostragens e medições nas fontes de odor para determinação das TEO. Os resultados devem ser comparados aos respectivos PMIn e PME estabelecidos. A escolha do critério (PMIn e/ou PME) dependerá do tamanho da instalação, do histórico de queixas e da adoção das MTD. Nos casos em que esses padrões não sejam atendidos, deve ser realizada uma avaliação de impacto odorante em campo, com base nos fatores FIDOL, através de questionários repetidos, inspeções de campo, olfatômetros de campo ou de uma RPO. Se o PMIm for respeitado, nenhuma avaliação de odor adicional é necessária e a licença pode ser renovada. Caso o PMIm seja ultrapassado, deve ser realizado um estudo de modelagem de dispersão atmosférica. Com base nos resultados da modelagem um plano de ação deve ser elaborado, estabelecendo as devidas medidas mitigadoras a serem aplicadas e seus respectivos prazos de execução. Se as emissões não puderem ser medidas ou estimadas adequadamente um plano de ação deve ser elaborado considerando a aplicação das MTD. Portanto, instalações que não estiverem em conformidade com os padrões estabelecidos somente terão sua licença de operação renovada mediante a apresentação do plano de ação. De acordo com os prazos estabelecidos no plano, uma nova avaliação de impacto em campo deve ser realizada, visando verificar a eficácia das medidas empregadas. Caso os padrões não sejam atendidos, um novo plano de ação deve ser elaborado e o procedimento deve ser refeito até que os padrões sejam atendidos. Isso confere características de um ciclo de melhoria contínua e flexibilidade ao processo de licenciamento ambiental. Esse tipo de mecanismo é empregado na Itália (REGIONE LOMBARDIA, 2012). A Figura 21 apresenta o um fluxograma do modelo de avaliação de impacto odorante para novas instalações existentes.

Figura 21 – Fluxograma do modelo de avaliação de impacto odorante para instalações existentes.



Fonte: Elaborado pelo próprio autor.



## 5.4 VERIFICAÇÃO DE QUEIXAS DE ODOR

O procedimento para verificação de queixas, descrito a seguir, é baseado nas recomendações de Nicell (2009).

Mediante o recebimento de queixas, dados e informações devem ser coletadas para documentar a natureza dos episódios de odor. É importante ter um registro das reclamações que disponha de informações sobre a reclamação em si e sobre as condições em que essas ocorreram. Os registros devem conter, ao menos, as seguintes informações coletadas do queixoso: nome e endereço; local em que o odor foi percebido; e a natureza de qualquer alegação de efeito adverso sobre a saúde. Também é importante que seja registrada qualquer alegação de interferência com o uso normal da propriedade do queixoso ou a realização de atividades; datas, horários, frequência, e duração dos episódios; descrição do caráter do odor e a provável fonte do odor. Registros de reclamações também devem conter as seguintes informações correspondentes à denúncia de um odor específico: dados meteorológicos do momento do incidente alegado (e.g., direção e velocidade do vento, temperatura, cobertura de nuvens); condições de funcionamento da instalação, incluindo condições ou atividades especiais; avaliação sobre se as condições de origem foram consistentes com o odor descrito; uma descrição das medidas tomadas para resolver a causa do incidente e para evitar uma ocorrência de novos incidentes.

Em determinados casos, as queixas podem ser investigadas por agentes ou fiscais ambientais treinados, ou investigadores independentes. Os investigadores devem tentar localizar e avaliar o odor e, se possível, fazê-lo na presença de um reclamante e/ou representante da instalação. Eles devem descrever a ofensividade, a intensidade e o caráter do odor utilizando um conjunto de descritores padrão de odor, conforme representado na “Roda de Odores” proposta por Suffet et al. (2004) ou McGinley e McGinley (2002). Além disso, devem ser descritos quaisquer efeitos físicos percebidos no momento das avaliações, que são indicativos de impactos negativos na saúde (e.g., tontura, falta de ar, ardência nos olhos, irritação na garganta, náuseas e dor de cabeça). Eles também devem descrever a utilização normal da propriedade afetada pelo odor e de que forma poder-se-ia esperar que tal odor pudesse razoavelmente interferir na sua utilização. Se possível, devem também determinar e documentar a extensão da pluma de odor utilizando um mapa da região do momento em que o investigador estava em cada local, e os locais onde

o odor foi percebido. Os investigadores também devem tentar localizar a fonte de odor e, caso esta seja identificada, tentar localizar a causa específica do odor (por exemplo, composto específico, equipamento ou processo que emite o odor), e razões para a emissão. Sempre que possível, os investigadores devem coletar dados meteorológicos correspondentes ao momento em que o odor foi percebido, incluindo a velocidade do vento e a localização, condições meteorológicas (e.g., cobertura de nuvens, temperatura, precipitação, nevoeiro) e descrever o terreno e as características da área, incluindo características que podem influenciar o fluxo de ar e a dispersão atmosférica. A fim de proporcionar uma base quantitativa para as observações do investigador, pode ser interessante quantificar o impacto odorante utilizando um olfatômetro de campo ou avaliar a intensidade de odor numa escala numérica (ASTM, 2010). Todos estes dados serão utilizados para fundamentar a decisão de identificar uma instalação como uma fonte de odores ofensivos e exigir a realização de impacto odorante e a necessidade de elaborar e implementar um plano de redução das emissões odorantes.

Programas educativos e infraestrutura para orientar e gerir a “lei de odor” são necessários para atender a comunidade, seja esse um país, um estado ou um município. Dessa forma, a “lei de odor” pode também exigir o estabelecimento de: (a) uma “linha direta” para o recebimento de reclamações de odor por telefone; (b) formulários específicos para o registro de queixas para uso da autoridade; (c) formação de inspetores de odor; (d) procedimentos de inspeção e verificação de queixas; (e) procedimentos para informar os queixosos a respeito dos resultados da inspeção; (e) um “Conselho de Cidadãos” para a revisão dos registros de queixas; (f) procedimentos para notificar os supostos responsáveis pelas fontes de odor (MCGINLEY; MAHIN; POPE, 2000).

## CAPÍTULO VI

### CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES

A poluição odorante é uma área difícil e com alto potencial de conflitos. Uma série de processos neurológicos e sensoriais leva a uma forte componente subjetiva no desenvolvimento da percepção odorante, o que dificulta uma análise puramente técnica. Por essa razão, a eliminação de incômodos olfativos não é um problema fácil de ser resolvido. Entretanto, como pôde ser observado ao longo deste trabalho, décadas de estudos levaram a avanços no campo da olfatosmetria e ao desenvolvimento de metodologias padronizadas de medição e avaliação de impacto odorante. Com isso, diversos países implementaram mecanismos de regulação para prevenir ou mitigar tais impactos. No Brasil, as abordagens estabelecidas pelas legislações em vigor não satisfazem os requisitos de controle e monitoramento de emissões odorantes de forma a assegurar a saúde e o bem-estar da população.

Além desta visão geral sobre a problemática ambiental dos odores, este capítulo apresenta as conclusões obtidas a partir do estudo realizado e algumas recomendações para futuros desenvolvimentos.

#### 6.1 CONCLUSÕES

O principal objetivo deste trabalho foi propor uma abordagem de procedimentos legais para o controle de incômodos olfativos, aplicável à realidade brasileira, e em particular, ao estado de Santa Catarina, visando subsidiar futuras regulamentações de metodologias e critérios de avaliação de impacto ambiental de emissões odorantes.

O levantamento de legislações relacionadas à poluição do ar revelou que, de maneira geral, os requisitos para o controle de incômodos olfativos se baseiam essencialmente nas disposições gerais de incômodo do Direito Comum. Alguns estados brasileiros tentaram adicionar um pouco mais de objetividade estabelecendo limites de concentração para alguns compostos odorantes fora dos limites da propriedade da fonte emissora. Esse tipo de abordagem foi inicialmente estabelecida no estado de São Paulo, em 1976, e posteriormente adotada por outros estados – Goiás (1979), Santa Catarina (1981) e Roraima (1997). Em 2007, uma regulamentação semelhante foi introduzida no município de Uberlândia, no estado de Minas Gerais. O estado do Paraná é o único no Brasil a estabelecer um padrão máximo de emissão de odor, em unidades de odor por metro cúbico ( $UO.m^{-3}$ ), determinado por ODD. Além disso, uma série de instrumentos de regulação ambiental foram identificados. Porém, a aplicabilidade dessas disposições depende do estabelecimento de uma política de controle de incômodos olfativos que estabeleça metodologias e critérios objetivos de avaliação de impacto odorante.

O estudo de caso da aplicação da Resolução SEMA nº 054/2006 revelou algumas deficiências dos critérios estabelecidos para o controle de incômodos olfativos, sobretudo, no caso de múltiplas fontes emissoras. Além disso, proporcionou uma discussão com relação às limitações intrínsecas à abordagem de PME, que não considera diversos fatores que afetam o transporte e a dispersão de poluentes na atmosfera, incluindo os odores. No entanto, deve-se reconhecer o pioneirismo da legislação paranaense ao introduzir a ODD como metodologia de medição objetiva da concentração odorante. Afinal, a determinação da taxa de emissão odorante é o ponto de partida para uma avaliação de impacto fidedigna, que estabeleça uma ligação entre as emissões de odor na fonte e os impactos sobre a comunidade, através da modelagem da dispersão atmosférica.

A revisão bibliográfica e documental sobre as diferentes metodologias de avaliação de impacto ambiental de emissões odorantes e sobre as abordagens de controle empregadas em outros países, permitiu o desenvolvimento de uma abordagem de procedimentos legais para o controle de incômodos olfativos, aplicável à realidade brasileira. A abordagem proposta se baseia na adoção das MTD e considera os diferentes fatores que afetam o impacto odorante, coletivamente conhecidos como FIDOL, incluindo a participação da comunidade na avaliação dos impactos percebidos. Mais especificamente, a abordagem

proposta se baseia no estabelecimento de diretrizes para DMS, PME, PMIm e PMIn. Um modelo para auxiliar na avaliação de impacto odorante no processo de licenciamento ambiental de instalações potencialmente poluidoras e procedimentos para apuração de queixas de odor também são apresentados.

Espera-se que esse trabalho possa contribuir para a difusão de conhecimentos na área de olfatométrica e colaborar para o desenvolvimento de políticas públicas de controle de incômodos olfativos no Brasil.

## 6.2 RECOMENDAÇÕES

As seguintes recomendações podem ser listadas:

- Desenvolver um banco de dados nacional de fatores de emissão odorante para diferentes processos ou atividades geradoras de substâncias odoríferas. Essas informações poderão ser utilizadas na realização de estudos de modelagem de dispersão atmosférica;
- Estabelecer “linhas diretas” junto aos órgãos ambientais competentes para o recebimento de queixas de odor;
- Desenvolver protocolos e procedimentos para registro e apuração de queixas de odor;
- Realizar estudos comparativos entre os resultados de avaliações de impacto em campo e os obtidos através de modelagem de dispersão;
- Verificar a aplicabilidade de formulações empíricas, desenvolvidas em outros países, para determinação de distâncias mínimas de separação destinadas ao setor de criação intensiva de animais, tendo em vista a realidade brasileira;
- Estudar a possibilidade de adaptar a metodologia de inspeções de campo, padronizada pela norma alemã VDI 3940, visando a redução de recursos humanos e financeiros;

- Desenvolver estudos sobre a relação entre a hedonicidade e o potencial de incômodo odorante;
- Adotar a norma europeia EN 13725 como padrão nacional para olfatométrica, atribuindo a ela o status de norma brasileira;
- Estabelecer critérios de avaliação de impacto odorante;
- Estabelecer critérios de incômodo olfativo.

## REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACRE. Lei nº 1.117, de 26 de janeiro de 1994. Dispõe sobre a política ambiental do Estado do Acre e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 19 abr. 2012.

ALAGOAS. Lei nº 4.090, de 05 de dezembro de 1979. Dispõe sobre a proteção do Meio Ambiente no Estado de Alagoas e dá providências correlatas. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 05 mai. 2012.

ALMIRANTE TAMANDARÉ. Lei nº 865, de 14 de dezembro de 2001. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 25 jun. 2012.

AMAPÁ. Lei Complementar nº 0005, de 18 de agosto de 1994. Institui o Código de Proteção ao Meio Ambiente do Estado do Amapá e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 07 abr. 2012.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 3.009, de 17 de novembro de 1998. Regulamenta o Título VII, da Lei Complementar Nº 0005, de 18 de agosto de 1994, que institui o Código de Proteção ao Meio Ambiente do Estado e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 07 abr. 2012.

AMAZONAS. Lei nº 1.532, de 06 de julho de 1982. Disciplina a Política Estadual da Prevenção e Controle da Poluição, melhoria e recuperação do meio ambiente e dá proteção aos recursos naturais, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 19 jul. 2012.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 10.028, de 04 de fevereiro de 1987. Regulamenta a Lei nº 1.532, de 06 de julho de 1982. Dispõe sobre o Sistema Estadual de Licenciamento de Atividades com Potencial de Impacto no Meio Ambiente e aplicação de penalidades e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 19 jul. 2012.

ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS). **ASTM E544-10**: Standard Practices for Referencing Suprathreshold Odor Intensity. West Conshohocken: ASTM, 2010.

ASTM (AMERICAN SOCIETY FOR TESTING AND MATERIALS). **ASTM E679-04**: Standard Practice for Determination of Odor and Taste Thresholds by a Forced-Choice Ascending Concentration Series Method of Limits. West Conshohocken, ASTM, 2011.

ABNT (ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS). **NBR 10701**: Determinação de pontos de amostragem em dutos e chaminés de fontes estacionárias. Procedimento. Rio de Janeiro: ABNT, 1989.

AFNOR (ASSOCIATION FRANÇAISE DE NORMALISATION). **NF X 43-103**: Qualité de l'air – Mesurage de l'odeur d'une atmosphère gazeuse – Méthode supraliminaire. La Défense: AFNOR, 1993.

BAHIA. Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia e dá outras providências. **DOE**, Salvador, BA, 21 dez. 2006. Disponível em: <<http://www.meioambiente.ba.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 11.235, de 10 de outubro de 2008. Aprova o Regulamento da Lei nº 10.431, de 20 de dezembro de 2006, que institui a Política de Meio Ambiente e de Proteção à Biodiversidade do Estado da Bahia, e dá outras providências. **DOE**, Salvador, BA, 11 e 12 out. 2008. Disponível em: <<http://www.meioambiente.ba.gov.br>>. Acesso em: 10 jan. 2013.

BARNÉOUD, Philippe et al. Évaluation de l'impact odeur d'un centre de compostage en milieu urbain à l'aide d'un réseau d'observateurs et comparaison avec des modèles de dispersion atmosphérique. **Pollution Atmosphérique**, n. 203-214, p. 83-96, 2012.

BELLI FILHO, Paulo; DE MELO LISBOA, Henrique. Avaliação de emissões odorantes. **Revista Engenharia Sanitária e Ambiental**, Rio de Janeiro, v. 3, n. 3-4, p. 101-106, 1998.

BLUMENAU. Lei Complementar nº 747, de 23 de março de 2010. Institui o Código do Meio Ambiente do município de Blumenau e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 28 out. 2012.



BOKOWA, Anna H. Review of Odour Legislation. **Chemical Engineering Transactions**, Milano, v. 23, p. 31-36, 2010.

BOKOWA, Anna H. Ambient Odour Assessment Similarities and Differences between Different Techniques. **Chemical Engineering Transactions**, Milano, v. 30, p. 313-318, 2012.

BRANDEBURGO, Patricia A. **Avaliação de percepção de odores por colaboradores de uma indústria de papel e celulose**. 2011. 183 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2011.

BRASIL. Constituição (1988). **Constituição da República Federativa do Brasil**: texto constitucional promulgado em 5 de outubro de 1988, com as alterações adotadas pelas emendas Constitucionais n<sup>os</sup> 1/1992 a 68/2011, pelo decreto legislativo n<sup>o</sup> 186/2008 e pelas emendas constitucionais de revisão n<sup>os</sup> 1 a 6/1994. 35. ed. Brasília: Câmara dos Deputados, 2012. 454 p. (Série textos básicos; n. 67).

BRASIL. Lei n<sup>o</sup> 6.938, de 31 de agosto de 1981. Dispõe sobre a Política Nacional de Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. **Diário Oficial [da] República Federativa do Brasil**, Poder Executivo, Brasília, DF, 02 set. 1981. Seção I, p. 16.509-16.512.

CARMO JUNIOR, Gersina Nobre da Rocha. **Otimização e aplicação de metodologias para análises olfatométricas integradas ao saneamento ambiental**. 2005. 174 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2005.

CEARÁ. Lei n<sup>o</sup> 12.274, de 05 de abril de 1994. Altera a redação dos artigos que especifica da Lei n<sup>o</sup> 11.411 e acrescenta outros artigos. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 09 abr. 2012.

CEARÁ. Lei n<sup>o</sup> 11.411, de 28 de Dezembro de 1987. Institui o Conselho Estadual do Meio Ambiente – COEMA. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 09 abr. 2012.

CASANZ (CLEAN AIR SOCIETY OF AUSTRALIA AND NEW ZEALAND). **Air Quality Regulations and Odour Management in Australia and New Zealand**. Olinda: CASANZ, 2011.

CONAMA (CONSELHO NACIONAL DO MEIO AMBIENTE). **Resoluções do Conama**: Resoluções vigentes publicadas entre setembro de 1984 e janeiro de 2012. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2012.

CUSANO, Gianluca et al. Odour regulation in Italy: The regional guidelines on odour emissions in Lombardia. **Chemical Engineering Transactions**, Milano, v. 23, p. 19-24, 2010.

DE MELO LISBOA, Henrique et al. Caracterização das emissões gasosas de um restaurante e avaliação do seu sistema de tratamento. In: SIMPÓSIO LUSO-BRASILEIRO DE ENGENHARIA SANITÁRIA E AMBIENTAL (SILUBESA), 13., 2008, Belém. **Anais...** Rio de Janeiro: ABES, 2008.

DE MELO LISBOA, Henrique; PAGÉ, Thierry; GUY, Christophe. Aplicações do nariz eletrônico nas indústrias e na gestão de odores. **Estudos Tecnológicos**, São Leopoldo, v. 5, n. 2, p.195-211, 2009. DOI: 10.4013/ete.2009.52.07.

DE MELO LISBOA, Henrique (Coord.). **Metodologias olfatométricas para avaliação do impacto odorante**. Florianópolis: UFSC, 2010. 48 p. ISBN 978-85-913483-1-2. Disponível em: <[http://www.lcqar.ufsc.br/aula\\_met.php](http://www.lcqar.ufsc.br/aula_met.php)>. Acesso em: 10 mar. 2013.

DEFRA (DEPARTMENT FOR ENVIRONMENT, FOOD AND RURAL AFFAIRS). **Odour Guidance for Local Authorities**. London: DEFRA, 2010.

DESAUZIERS, V. Odours: What measurement for what diagnosis? **Analusis**, Les Ulis, v. 28, n. 3, p. 169-170, 2000.

DISTRITO FEDERAL. Lei nº 41, de 13 de setembro de 1989. Dispõe sobre a Política Ambiental do Distrito Federal, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 30 jul. 2012.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 12.960, de 28 de dezembro de 1990. Aprova o Regulamento da Lei nº 41, de 13 de setembro de 1989, que dispõe sobre a Política Ambiental do Distrito Federal e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 30 jul. 2012.

DORNELES, Ana Cláudia B. O zoneamento e sua importância como um instrumento de planejamento urbano. **Cadernos da Escola de Direito e Relações Internacionais**, Curitiba, v. 1, n. 13, p. 452-467, 2010.

DRAVNIIEKS, Andrew; JARKE, Frank. Odor Threshold Measurement by Dynamic Olfactometry: Significant Operational Variables. **Journal of the Air Pollution Control Association**, v. 30, n. 12, p. 1284-1289, 1980.

DRAVNIIEKS, Andrew; MASURAT, Thomas; LAMM, Richard A. Hedonics of Odors and Odor Descriptors. **Journal of the Air Pollution Control Association**, v. 34, n. 7, p.752-755, 1984.

DREW, Gillian H. et al. Appropriateness of selecting different averaging times for modelling chronic and acute exposure to environmental odours. **Atmospheric Environment**, Dorchester, v. 41, n. 13, p. 2870-2880, 2007.

ESPÍRITO SANTO. Lei N° 7.058, de 18 de janeiro de 2002. Dispõe sobre a fiscalização, infrações e penalidades relativas à proteção ao meio ambiente no âmbito da Secretaria de Estado para Assuntos do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 15 set. 2012.

CEN (EUROPEAN COMMITTEE FOR STANDARDISATION). **EN 13725**: Air quality: Determination of odour concentration by dynamic olfactometry. Brussels: CEN, 2003.

FRECHEN, Franz-Bernd. Regulations and policies. In: STUETZ, Richard; FRECHEN, Franz-Bernd (Eds.). **Odour in Wastewater Treatment: Measurement, Modelling and Control**. London: IWA Publishing, 2001. Cap. 2, p. 16-30.

FREEMAN, Tracy; CUDMORE, Roger. **Review of Odour Management in New Zealand**. Wellington: Ministry for the Environment, 2002. Air Quality Technical Report 24.

GINGRAS, Benoit; GUY, Christophe; PAGÉ, Thierry. Odours. In: GÉRIN, Michel et al. (Eds.). **Environnement et santé publique: fondements et pratiques**. Acton Vale: Edisem; Paris: Tec & Doc, 2003. Cap. 19, p. 499-515.

GOIÂNIA. Lei nº 5.735, de 19 de dezembro de 1980. Dispõe sobre a divisão das áreas urbanas e de expansão urbana do município de Goiânia em zonas de uso e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 09 out. 2012.

GOIÁS. Lei nº 8.544, de 17 de outubro de 1978. Dispõe sobre o controle da poluição do meio ambiente no Estado de Goiás. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 09 out. 2012.

GOSTELOW, Peter; PARSONS, Simon A. Hydrogen sulphide measurement. In: STUETZ, Richard; FRECHEN, Franz-Bernd (Eds.). **Odour in Wastewater Treatment: Measurement, Modelling and Control**. London: IWA Publishing, 2001. Cap. 6, p. 120-129.

GOSTELOW, Peter; PARSONS, Simon A.; STUETZ, Richard. Odour Measurements for Sewage Treatment Works. **Water Research**, v. 35, n. 3, p. 579-597, 2001.

GOURONNEC, A. M.; TOMASSO, V. Measurement of odours by sensory analysis or “olfactometry”. **Analisis**, Les Ulis, v. 28, n. 3, p.188-199, 2000.

GOAA (GUIDELINE ON ODOUR IN AMBIENT AIR). **Detection and Assessment of Odour in Ambient Air**. Berlin, 2008.

GUILLOT, Jean-Michel; FERNANDEZ, Bruno; LE CLOIREC, Pierre. Advantages and limits of adsorption sampling for physico-chemical measurements of odorous compounds. **Analisis**, Les Ulis, v. 28, n. 3, p. 180-187, 2000.

HENRY, Christopher G. et al. Mask scentometer for assessing ambient odors. In: HENRY, Christopher G. **Development of the Mask Scentometer, a Comparison of Ambient Odor Assessment Methods, and their Application in Ground Truthing Atmospheric Dispersion Models**. 2009. 203 p. Tese (Doctor of Philosophy) – Agricultural and

Biological Systems Engineering, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, 2009a. Paper n° 1.

HENRY, Christopher G. et al. Comparison of ambient odor assessment techniques in a controlled environment. In: HENRY, Christopher G. **Development of the Mask Scentometer, a Comparison of Ambient Odor Assessment Methods, and their Application in Ground Truthing Atmospheric Dispersion Models**. 2009. 203 p. Tese (Doctor of Philosophy) – Agricultural and Biological Systems Engineering, University of Nebraska, Lincoln, Nebraska, 2009b. Paper n° 2.

HENSHAW, Paul; NICELL, James; SIKDAR, Anamika. Parameters for the assessment of odour impacts on communities. **Atmospheric Environment**, Dorchester, v. 40, n. 6, p. 1016-1029, 2006.

HERRERA COHEN, Mara Lu; FILIATRAULT, Mélissa; VIEIRA, Magnun M. **Projet d'aménagement d'une cellule d'enfouissement technique à Saint-Thomas**: rapport de suivi des onze mois d'activité. Montréal: Odotech Inc., 2008.

HÖGSTRÖM, Ulf. A method for predicting odour frequencies from a point source. **Atmospheric Environment**, Dorchester, v. 6, n. 2, p.103-121, 1972.

HORTON, Rachel Avery et al. Malodor as a Trigger of Stress and Negative Mood in Neighbors of Industrial Hog Operations. **American Journal of Public Health**, Washington, v. 99, n. S3, p. S610-S615, 2009.

HUDON, Guillaume. **Quantification d'odeurs à l'aide de nez électroniques et de réseaux de neurones artificiels**. 1999. 167 p. Dissertação (Maîtrise ès Sciences Appliquées) – Département de Génie Chimique, École Polytechnique de Montréal, Université de Montréal, Montréal, 1999.

HUEY, Norman A.; BROERING, Louis C.; JUTZE, George A.; GRUBER, Charles W. Objective odor pollution control investigations. **Journal of the Air Pollution Control Association**, v. 10, n. 6, p. 441-446, Dec. 1960.

IPATINGA. Decreto nº 3.790, de 18 de setembro de 1997. Regulamenta a Lei Municipal nº 1.475, de 30 de setembro de 1996, que dispõe sobre a política de proteção, conservação e melhoria do meio ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 14 set. 2012.

ISO (INTERNATIONAL ORGANIZATION FOR STANDARDIZATION). **ISO 10780**: Stationary source emissions: Measurement of velocity and volume flow rate of gas streams in ducts. Geneva, 1994.

JIANG, John K.; SANDS, John R. Controlling noxious animal odours: an imperative at the rural-urban interfaces: a review. **Asian-australasian Journal of Animal Sciences**, Seoul, v. 12, n. 4, p. 633-641, 1999.

JOINVILLE. Lei Complementar nº 29, de 14 de junho de 1996. Institui o Código Municipal do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 28 nov. 2012.

KÖSTER, E. P. Psychophysical Methods on Evaluation in Environmental Studies. In: MARTIN, Guy; LAFFORT, Paul (Eds.). **Odors and deodorization in the environment**. New York: VCH Publishers, 1994. Cap. 2, p. 29-66.

LATOS, Manolis et al. Dispersion of Odorous Gaseous Compounds Emitted from Wastewater Treatment Plants. **Water, Air, & Soil Pollution**, Dordrecht, v. 215, n. 1-4, p. 667-677, 2011.

LE CLOIREC, Pierre et al. Sources of Volatile Organic Compounds and Study of Odorous Pollution. In: MARTIN, Guy; LAFFORT, Paul (Eds.). **Odors and deodorization in the environment**. New York: VCH Publishers, 1994. Cap. 8, p. 213-264.

LE CLOIREC, P.; PERRIN, M. Metrology and Sampling. In: MARTIN, Guy; LAFFORT, Paul (Eds.). **Odors and deodorization in the environment**. New York: VCH Publishers, 1994. Cap. 9, p. 265-282.

LEONARDOS, Gregory; KENDALL, David; BARNARD, Nancy. Odor threshold determinations of 53 odorant chemicals. **Journal of the Air Pollution Control Association**, v. 19, n. 2, p.91-95, 1969.

LEONARDOS, Gregory. A critical review of regulations for the control of odors. **Journal of the Air Pollution Control Association**, v. 5, n. 24, p.456-468, 1974.

LEYRIS, Carole et al. Laboratory study of odour emissions from areal sources: evaluation of a sampling system. **Analisis**, Les Ulis, v. 28, n. 3, p. 199-206, 2000.

LIN, Xing-Jun et al. Effect of natural windbreaks on maximum odour dispersion distance (MODD). **Canadian Biosystems Engineering**, Winnipeg, v. 49, p. 6.21-6.32, 2007.

LUCAS DO RIO VERDE. Lei Complementar nº 44, de 12 de dezembro de 2006. Dispõe sobre a Política de Proteção Ambiental do Município de Lucas do Rio Verde, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 15 set. 2012.

MACAÉ. Lei Complementar nº 027, de 26 de dezembro de 2001. Dispõe sobre o Código Municipal de Meio Ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.macaerj.gov.br>>. Acesso em: 16 out. 2012.

MACEIÓ. Lei nº 4.548, de 21 de novembro de 1996. Institui o Código Municipal de Meio Ambiente e dispõe sobre a administração do uso dos recursos ambientais, da proteção da qualidade do meio ambiente, do controle das fontes poluidoras e da ordenação do uso do solo do território do Município de Maceió, de forma a garantir o desenvolvimento sustentável. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 06 jun. 2012.

MAHIN, Thomas D. Comparison of different approaches used to regulate odours around the world. **Water Science and Technology**, London, v. 44, n. 9, p. 87-102, 2001.

MANAUS. Lei nº 605, de 24 de julho de 2001. Institui o Código Ambiental do Município de Manaus e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 19 jul. 2012.

MATO GROSSO. Lei Complementar nº 38, de 21 de novembro de 1995. Dispõe sobre o Código Estadual do Meio Ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 26 abr. 2012.

MATO GROSSO DO SUL. Lei nº 90, de 02 de junho de 1980. Dispõe sobre as alterações do meio ambiente, estabelece normas de proteção ambiental e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 26 abr. 2012.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 4.625, de 07 de junho de 1988. Regulamenta a Lei nº 90, de 02 de junho de 1980 e da outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 26 abr. 2012.

MCGINLEY, Charles M.; MCGYNLEY, Donna L.; MCGYNLEY, Kelly J. Odor School: Curriculum Development for Training Odor Investigators. In: ODORS: INDOOR AND ENVIRONMENTAL AIR, 1995, Bloomington. **Proceedings...** Pittsburgh: Air and Waste Management Association, 1995.

MCGINLEY, Charles M.; MAHIN, Tomas D.; POPE, Richard J. Elements of Successful Odor / Odour Laws. In: ODORS AND VOC EMISSIONS, 2000, Cincinnati. **Proceedings...** Alexandria: Water Environment Federation, 2000.

MCGINLEY, Michael A.; MCGINLEY, Charles M. Olfactomatics: Applied Mathematics of Odor Testing. In: ODORS AND VOC EMISSIONS, 2000, Cincinnati. **Proceedings...** Alexandria: Water Environment Federation, 2000.

MCGINLEY, Charles M. Enforceable Permit Odor Limits. In: ENVIRONMENTAL PERMITTING SYMPOSIUM II, 2000, Chicago. **Proceedings...** Pittsburgh: Air and Waste Management Association, 2000.

MCGINLEY; Michael A.; MCGINLEY, Charles M. The New European Olfactometry Standard: Implementation, Experience, and Perspectives. In: AIR AND WASTE MANAGEMENT ASSOCIATION ANNUAL CONFERENCE & EXHIBITION, 94., 2001, Orlando. **Proceedings...** Pittsburgh: Air and Waste Management Association, 2001.

MCGINLEY, Charles M.; MCGINLEY; Michael A. Odor testing biosolids for decision making. In: ANNUAL RESIDUALS AND BIOSOLIDS MANAGEMENT CONFERENCE: PRIVATIZATION, INNOVATION AND OPTIMIZATION: HOW TO DO MORE FOR



LESS, 16., 2002, Austin. **Proceedings...** Alexandria, VA: Water Environment Federation, 2002.

MCGINLEY, Charles M. Standardized Odor Measurement Practices for Air Quality Testing. In: SYMPOSIUM ON AIR QUALITY MEASUREMENT METHODS AND TECHNOLOGY, 2002, San Francisco. **Proceedings...** Pittsburgh: Air and Waste Management Association, 2002.

MILHAU, A.; HAMELIN, M.; TATRY, V. Regulations Concerning Odors. In: MARTIN, Guy; LAFFORT, Paul (Eds.). **Odors and deodorization in the environment**. New York: VCH Publishers, 1994. Cap. 15, p. 445-463.

MINAS GERAIS. Conselho Estadual de Política Ambiental (COPAM). Deliberação Normativa COPAM nº 11, de 16 de dezembro de 1986. Estabelece normas e padrões para emissões de poluentes na atmosfera e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 14 set. 2012.

MUNIZ, Ana Cristina Silva. **Investigação do limite de percepção olfativa por olfatometria e por cromatografia gasosa-espectrometria de massa**. 2007. 156 f. Tese (Doutorado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

MUSSIO, P.; GNYP, A. W.; HENSHAW, P. F. A fluctuating plume dispersion model for the prediction of odour-impact frequencies from continuous stationary sources. **Atmospheric Environment**, Dorchester, v. 35, n. 16, p. 2955-2962, 2001.

NATAL. Lei nº 4.100, de 19 de junho de 1992. Dispõe sobre o Código do Meio Ambiente do Município de Natal. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 18 jun. 2012.

NEW ZEALAND MINISTRY FOR THE ENVIRONMENT. **Good Practice Guide for Assessing and Managing Odour in New Zealand**. Wellington: Ministry for the Environment, 2003. Air Quality Report 36.

NICELL, Jim. **Preliminary assessment of the odour impact model as a regulatory strategy**. 1986. 297 p. Dissertação (Master of Applied Science) – Department of Chemical Engineering, University of Windsor, Windsor, 1986.

NICELL, Jim. Assessment and regulation of odour impacts. **Atmospheric Environment**, Dorchester, v. 43, n. 1, p. 196-206, 2009.

NIMMERMARK, Sven. Odour influence on well-being and health with specific focus on animal production emissions. **Annals of Agricultural and Environmental Medicine**, v. 11, n. 2, p. 163–173, 2004a.

NIMMERMARK, Sven. **Odour impact: odour release, dispersion and influence on human well-being with specific focus on animal production**. 2004. 58 p. Doctoral Thesis – Department of Agricultural Biosystems and Technology, Swedish University of Agricultural Sciences, Alnarp, 2004b.

PARÁ. Lei nº 5.887, de 09 de maio de 1995. Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 20 jun. 2012.

PARAÍBA. Lei nº 4.335, de 16 de dezembro de 1981. Dispõe sobre Prevenção e Controle da Poluição Ambiental e estabelece normas disciplinadoras da espécie. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 18 jun. 2012.

PARANÁ. Secretária de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA). Resolução SEMA nº 042, de 09 de dezembro de 2002. Define critérios para o controle da qualidade do ar. Disponível em: < [www.iap.pr.gov.br](http://www.iap.pr.gov.br)>. Acesso em: 10 fev. 2014.

\_\_\_\_\_. Secretária de Estado do Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMA). Resolução SEMA nº 054, de 22 de dezembro de 2006. Define critérios para o controle da qualidade do ar como um dos instrumentos básicos da gestão ambiental para proteção da saúde e bem estar da população e melhoria da qualidade de vida. Disponível em: < [www.iap.pr.gov.br](http://www.iap.pr.gov.br)>. Acesso em: 12 dez. 2013.

PATOS. Lei nº 3.486, de 09 de maio de 2006. Institui o Código de Meio Ambiente do Município de Patos e dispõe sobre o sistema municipal de

meio ambiente. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 06 nov. 2012.

PERNAMBUCO. Lei nº 10.564, de 11 de janeiro de 1991. Dispõe sobre o controle da poluição atmosférica no Estado e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 08 abr. 2012.

PIAUI. Lei Nº 4.854, de 10 de julho de 1996. Dispõe sobre a política de meio ambiente do Estado do Piauí, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 15 abr. 2012.

PORTO ALEGRE. Decreto nº 9.325, de 30 de novembro de 1988. Regulamenta a Lei Complementar nº 65, de 22 de dezembro 1981, em relação à emissão de poluentes atmosféricos no Município de Porto Alegre e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 12 dez. 2012.

POULIOT, F. Le contrôle des odeurs à la ferme: bâtiments et structures d'entreposage. In: **COLLOQUE D'ABITIBI-TÉMISCAMINGUE: LA PRODUCTION PORCINE EN RÉGION, C'EST IMPORCTANT DE S'EN PARLER!**, 2001, Lorrainville: Centre de Développement du Porc du Québec. PROD21. Disponível em: <<http://www.cdpq.ca>>. Acesso em: 29 nov. 2012.

PROKOP, William H. Developing odor control regulations: guidelines and considerations. **Journal of the Air Pollution Control Association**, v. 28, n. 1, p. 9-22, 1978.

QUEIROZ, R. S.; OLIVEIRA FILHO, A. C. Avaliação dos resultados de controle de odor a partir da operação da rede de percepção de odor da Aracruz Celulose S/A. In: SEMINÁRIO DE MEIO AMBIENTE EM INDÚSTRIAS DE PROCESSO, 1., 1998, São Paulo, SP. **Anais...** São Paulo: Associação Brasileira Técnica de Celulose e Papel, 1998.

RANZATO, Laura et al. A comparison of methods for the assessment of odor impacts on air quality: Field inspection (VDI 3940) and the air dispersion model CALPUFF. **Atmospheric Environment**, Dorchester, v. 61, p. 570-579, 2012.

RIBEIRO, Clara et al. Dispersion modeling and field inspections approach to evaluate the odor impact of a composting plant in Lisbon. In:

CONFERENCE ON HARMONISATION WITHIN ATMOSPHERIC DISPERSION MODELLING FOR REGULATORY PURPOSES, 13., 2010, Paris. **Proceedings...** Disponível em: <<http://www.harmo.org>>. Acesso em: 10 mar. 2013.

RECIFE. Lei nº 16.243, de 13 de setembro de 1996. Estabelece a política do meio ambiente da Cidade do Recife e consolida a sua legislação ambiental, mediante a instituição do Código do Meio Ambiente e do Equilíbrio Ecológico da Cidade do Recife. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 10 abr. 2012.

REGIONE LOMBARDIA. Deliberazione Giunta Regionale 15 febbraio 2012, n. IX/3018. **Bollettino Ufficiale Regione Lombardia**, Milano, 20 febb. 2012. p. 18-49. Serie Ordinaria 8.

RIO DE JANEIRO. Decreto-Lei nº 134, de 16 de junho de 1975. Dispõe sobre a prevenção e o controle da poluição do meio ambiente no Estado do Rio de Janeiro e da outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 06 out. 2012.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 1.633, de 21 de dezembro de 1977. Regulamenta, em parte, o Decreto-Lei nº 134, de 16 junho de 1975, e institui o Sistema de Licenciamento de Atividades Poluidoras. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 06 out. 2012.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 42.159, de 02 de dezembro de 2009. Dispõe sobre o Sistema de Licenciamento Ambiental – SLAM e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 07 out. 2012.

RIO GRANDE DO NORTE. Lei Complementar nº 272, de 03 de março de 2004. Dispõe sobre a Política e o Sistema Estadual do Meio Ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.idema.rn.gov.br>>. Acesso em: 20 mar. 2013.

RIO GRANDE DO SUL. Lei nº 11.520, de 03 de agosto de 2000. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente do Estado do Rio Grande do Sul e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 01 nov. 2012.

ROMAIN, Anne-Claude; DELVA, Julien; NICOLAS, Jacques. Complementary approaches to measure environmental odours emitted by landfill areas. **Sensors and Actuators B: Chemical**, v. 131, n. 1, p. 18-23, 2008.

RONDÔNIA. Lei nº 547, de 30 de dezembro de 1993. Dispõe sobre a criação do Sistema Estadual de Desenvolvimento Ambiental de Rondônia e seus instrumentos, estabelece medidas de proteção e melhoria da qualidade do meio ambiente, define a Polícia Estadual de Desenvolvimento Ambiental, cria o Fundo Especial de Desenvolvimento Ambiental e o Fundo Especial de Reposição Florestal. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 25 jun. 2012.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 7.903, de 01 de julho de 1997. Regulamenta a Lei nº 547, de 30 de dezembro de 1993, que dispõe sobre proteção, recuperação, controle, fiscalização e melhoria de qualidade do meio ambiente no Estado de Rondônia. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 25 jun. 2012.

RORAIMA. Lei Complementar nº 007, de 26 de agosto de 1994. Institui o Código de Proteção ao Meio Ambiente para a Administração da Qualidade Ambiental, Proteção, Controle e Desenvolvimento do Meio Ambiente e uso adequado dos Recursos Naturais do Estado de Roraima. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 02 jul. 2012.

RUIJTEN, M. W. M. M.; VAN DOORN, R.; VAN HARREVELD, A.P. **Assessment of odour annoyance in chemical emergency management**. Bilthoven: National Institute for Public Health and Environment, 2009. RIVM Report 609200001/2009.

SANTA CATARINA. Lei nº 5.793, de 15 de outubro de 1980. Dispõe sobre a Proteção e Melhoria da Qualidade Ambiental e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 03 nov. 2012.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 14.250, de 5 de junho de 1981. Regulamenta dispositivos da Lei Nº 5.793, de 15 de outubro de 1980, referentes à Proteção e a Melhoria da Qualidade Ambiental. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 03 nov. 2012.

\_\_\_\_\_. Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009. Institui o Código Estadual do Meio Ambiente e estabelece outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 03 nov. 2012.

\_\_\_\_\_. **Tribunal de Justiça**. Ação civil pública nº 068.08.001121-4. Relator: Juiz Renato Maurício Basso. Autor: Ministério Público do Estado de Santa Catarina. Réu: Farol Indústria e Comércio Ltda. Seara, 18 de julho de 2008. Disponível em: <<http://www.tj.sc.gov.br>>. Acesso em: 15 set. 2012.

SÃO PAULO (Estado). Lei nº 997, de 31 de maio de 1976. Dispõe sobre o Controle da Poluição do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 15 nov. 2012.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 8.468, de 08 de setembro de 1976. Aprova o Regulamento da Lei nº 997, de 31 de maio de 1976, que dispõe sobre a Prevenção e o Controle da Poluição do Meio Ambiente. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br>>. Acesso em: 15 nov. 2012.

SAQUAREMA. Lei nº 1.055, de 19 de março de 2010. Dispõe sobre o Código Municipal de Meio Ambiente, e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 10 set. 2012.

SCHAUBERGER, Günther et al. Concept to assess the human perception of odour by estimating short-time peak concentrations from one-hour mean values: Reply to a comment by Janicke et al. **Atmospheric Environment**, Dorchester, v. 54, p. 624-628, July 2012.

SCHAUBERGER, Günther; PIRINGER, Martin. Assessment of Separation Distances to Avoid Odour Annoyance: Interaction between Odour Impact Criteria and Peak-to-Mean Factors. **Chemical Engineering Transactions**, Milano, v. 30, 2012.

SCHIFFMAN, Susan S. et al. The Effect of Environmental Odors Emanating From Commercial Swine Operations on the Mood of Nearby Residents. **Brain Research Bulletin**, v. 37, n. 4, p. 369-375, 1995.

SCHIFFMAN, Susan S. et al. Potential health effects of odor from animal operations, wastewater treatment, and recycling of byproducts. **Journal of Agromedicine**, v. 7, n. 1, p. 7-81, 2000.

SERGIPE. Lei nº 5.858, de 22 de março de 2006. Dispõe sobre a Política Estadual do Meio Ambiente, institui o Sistema Estadual do Meio Ambiente, e dá providências correlatas. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 08 abr. 2012.

SHEFFIELD, Ron et al. Evaluation of Field-based Odor Assessment Methods. In: WATER ENVIRONMENT FEDERATION AND THE AIR AND WASTE MANAGEMENT ASSOCIATION CONFERENCE ON ODOR AND AIR QUALITY, 2004, Bellevue. **Proceedings...** Alexandria: Water Environment Federation, 2004.

SHEFFIELD, Ron; NDEGWA, Pius. **Sampling Agricultural Odors**. Idaho: Pacific Northwest Extension, 2008. PNW 595.

SHERIDAN, Brian. ODOUR and Bioaerosol Impact Assessment of the Littleton Recycling Facility to be Located in Littleton, Co. Tipperary. Dublin: Odour & Environmental Engineering Consultants, 2008.

SHUSTERMAN, Dennis. Critical review: the health significance of environmental odor pollution. **Archives of Environmental Health**, v. 47, n. 1, p. 76-87, 1992.

SILVA, Glades Pinheiro da. **Avaliação de incômodos olfativos emitidos pela suinocultura**: estudos na bacia hidrográfica do Rio dos Fragosos e na região urbana do município de Concórdia. 2002. 108 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

SNEATH, Robert W. Olfactometry and the CEN standard prEN 17325. In: STUETZ, Richard; FRECHEN, Franz-Bernd (Eds.). **Odour in Wastewater Treatment: Measurement, Modelling and Control**. London: IWA Publishing, 2001. Cap. 7, p. 130-154.

SWEETEN, John M. **Cattle feedlot waste management practices for water and air pollution control**. Texas Agricultural Extension Service, Texas A&M University, College Station, 1990. B-1671. Disponível em: <<http://tammi.tamu.edu/sweeten.pdf>>. Acesso em: 18 nov. 2012.

SUFFET, Irwin H. et al. The value of an odor-quality-wheel classification scheme for wastewater treatment plants. **Water Science and Technology**, London, v. 50, n. 4, p. 25-32, 2004.

STUETZ, Richard M.; GOSTELOW, Peter; BURGESS, Joanna E. Odour perception. In: STUETZ, Richard; FRECHEN, Franz-Bernd (Eds.). **Odour in Wastewater Treatment: Measurement, Modelling and Control**. London: IWA Publishing, 2001. Cap. 1, p. 3-15.

TOCANTINS. Lei nº 261, de 20 de fevereiro de 1991. Dispõe sobre a política ambiental do Estado do Tocantins e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 05 jul. 2012.

TRUPPEL, Anderson. **Redução de odores de uma lagoa de estabilização de esgoto sanitário e avaliação da qualidade de seu efluente**. 2002. 188 p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Departamento de Engenharia Sanitária e Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2002.

TURK, Amos; SWITALA, Edward D.; THOMAS, Samuel H. Suprathreshold Odor Measurements by Dynamic Olfactometry: Principles and Practice. **Journal of the Air Pollution Control Association**, v. 30, n. 12, p. 1289-1294, 1980.

UBERLÂNDIA. Lei Complementar nº 17, de 04 de dezembro de 1991. Dispõe sobre a política de proteção, controle e conservação do meio ambiente e dá outras providências. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 10 nov. 2012.

\_\_\_\_\_. Decreto nº 10.847, de 10 de setembro de 2007. Regulamenta o art. 126, da Lei Complementar nº 17/91, que dispõe sobre a Política de Proteção, Controle e Conservação do Meio Ambiente e dá outras providências, alterado pela Lei Complementar nº 447, de 24 de maio de 2007. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 10 nov. 2012.

UK ENVIRONMENT AGENCY. **Draft Horizontal Guidance for Odour Part 2: Assessment and Control**. Bristol: Environment Agency, 2002. Technical Guidance Note IPPC H4.



UNFPA (UNITED NATIONS POPULATION FUND). Information and External Relations Division. **State of world population 2011: People and possibilities in a world of 7 billion**. UNFPA: New York, 2011.

VAN HARREVELD, Anton P. From odorant formation to odour nuisance: new definitions for discussing a complex process. **Water Science and Technology**, London, v. 44, n. 9, p. 9-15, 2001.

VAN HARREVELD, Anton P. Odor regulation and the history of odor measurement in Europe. In: **ODOR Measurement Review**. Tokyo: Government of Japan, 2003. p. 54–61.

VENKATRAM, Akula. Accounting for averaging time in air pollution modeling. **Atmospheric Environment**, Dorchester, v. 36, n. 13, p. 2165-2170, 2002.

VDI (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE. **VDI 3882 Part 1: Olfactometry; determination of odour intensity**. Berlin: Beuth Verlag, 1992.

\_\_\_\_\_. **VDI 3883 Part 2: Effects and assessment of odours: Determination of annoyance parameters by questioning: Repeated brief questioning of neighbour panellist**. Berlin: Beuth Verlag, 1993.

\_\_\_\_\_. **VDI 3882 Part 2: Olfactometry: Determination of Hedonic Odour Tone**. Berlin: Beuth Verlag, 1994.

\_\_\_\_\_. **VDI 3883 Part 1: Effects and assessment of odours: Psychometric assessment of odour annoyance: Questionnaires**. Berlin: Beuth Verlag, 1997.

VDI (VEREIN DEUTSCHER INGENIEURE. **VDI 3940 Part 1: Measurement of Odour Impact by Field Inspection: Measurement of the impact frequency of recognisable odours: Grid Measurement**. Berlin: Beuth Verlag, 2006.

VIEIRA, Magnun M. **Avaliação da eficiência de um lavador de gases no tratamento dos efluentes gasosos de um restaurante no município de Florianópolis (SC)**. 2008. 69 p. Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharelado em Engenharia Sanitária e Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 2007.

VIEIRA, Magnun M.; MANDU, Julio B.; DE MELO LISBOA, Henrique. Application of the AERMOD dispersion model in the odorant emission assessment of a rendering industry. In: IWA SPECIALIZED CONFERENCE ON ODOURS AND VOCS, 4., 2011, Vitoria, ES. **Proceedings...** London: International Water Association, 2011.

VITÓRIA. Decreto nº 10.023, de 05 de junho de 1997. Regulamenta o Poder de Polícia Ambiental, estabelecido no Título II, do Livro II - Parte Especial, da Lei Municipal N.º 4438, de 28 de maio de 1997, que institui o Código Municipal de Meio Ambiente do Município de Vitória. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 10 set. 2012.

VITÓRIA DA CONQUISTA. Lei nº 1.410, de 05 de junho de 2007. Institui o Código do Meio Ambiente do Município de Vitória da Conquista. Disponível em: <<http://www.jusbrasil.com.br>>. Acesso em: 10 set. 2012.

WILSON, George E.; HUANG, Jerry Y. C.; SCHROEPFER, Terry W. Atmospheric sublayer transport and odor control. **Journal of the Environmental Engineering Division**, v. 106, n. 2, p. 389-401, 1980.

ZARRA, Tiziano et al. Odour monitoring of small wastewater treatment plant located in sensitive environment. **Water Science and Technology**, London, v. 58, n. 1, p. 89-94, 2008.

ZARRA, Tiziano et al. Optimization of field inspection method for odour impact assessment. **Chemical Engineering Transactions**, Milano, v. 23, p. 93-98, 2010

ZHANG, Q. et al. Correlation between odour intensity assessed by human assessors and odour concentration measured with olfactometers. **Canadian Biosystems Engineering**, Winnipeg, v. 44, p. 6.27-6.32, 2002.

**ANEXO A – CASO DE JURISPRUDÊNCIA NO ESTADO DE  
SANTA CATARINA**





**MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA**

---

**EXCELENTÍSSIMO SENHOR JUIZ DE DIREITO DA COMARCA DE SEARA**

**O MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA**, pelo Promotor de Justiça titular da Promotoria de Justiça de Seara, com fundamento nos arts. 127, 129, III, e 225 da Constituição da República, bem como no art. 14 da Lei nº 6.938/81 e no art. 5º da Lei nº 7.347/85, propõe **AÇÃO CIVIL PÚBLICA** em face de:

**FAROL INDÚSTRIA E COMÉRCIO LTDA.**, pessoa jurídica de direito privado, inscrita no CNPJ sob o nº 02.391.271/0003-02, com domicílio na SC 466, km 3, Linha Bernardi, nesta cidade e comarca de Seara.

*1. Objetivo da ação*

Esta ação civil pública tem por objetivo embargar a atividade da empresa *Farol Indústria e Comércio Ltda.* até que se



## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

promova à adequação completa de sua unidade fabril de Seara à legislação sanitária pertinente e se reduza a níveis suportáveis os odores lançados na atmosfera.

Tem também por objetivo obter provimento jurisdicional que constitua a requerida na obrigação de pagar indenização pelos danos ambientais difusos causados.

### 2. Síntese fática

A empresa requerida – *Farol Indústria e Comércio Ltda.* – tem por atividade a industrialização de farinhas e óleos de origem animal. Resumidamente, a empresa recolhe vísceras, penas e sangue de animais abatidos em frigoríficos da região e os transporta em caminhões *sem refrigeração* até seu pátio. O material é *cozido* com vapor d'água ou mediante fervura e, após processado, é secado para transformação da farinha de carne. A farinha produzida é utilizada em rações animais.

Os gases são canalizados para um filtro e seguem pela chaminé diretamente para a atmosfera; a parte líquida é encaminhada ao sistema de tratamento de efluentes. A empresa processa em média 80 toneladas de vísceras, sangue e penas por dia. Justamente neste ponto final de sua produção é que são gerados **odores fortíssimos**, e o lançamento dos gases industriais sem um tratamento eficiente permite que o cheiro se espalhe na região.

Em maio de 2006 instaurou-se o Procedimento Administrativo Preliminar nº 3/2006 na Promotoria de Justiça de Seara, diante de representação verbal de vizinhos da empresa *Farol Indústria e Comércio Ltda.*



## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

Em síntese, narraram que desde o início das atividades a empresa sempre provocou odores em níveis insuportáveis, “característicos de **matéria orgânica em decomposição**” ou “**cheiro de carne podre**”.

Informaram que o odor tinha picos de intensidade das quartas-feiras aos domingos e em feriados, e que o mau cheiro se espalhava pelos bairros Rosina Nardi, São João, Garghetti, Cohab e Linha São João, todos em Seara.

Em razão do cheiro, informaram que moradores da região apresentam náuseas, enjoos, dores de cabeça e, enfim, mal estar generalizado, chegando ao ponto de um adolescente (14 anos), filho de Eniodete Chaves de Lima, ter apresentado quadro de depressão.

Pais de alunos da Apae de Seara também se queixaram dos odores, já que as crianças praticam equoterapia na propriedade de Enio Cardoso de Souza, na Linha Bernardi, exatamente a mesma comunidade da empresa.

Diante de tais fatos, foram requisitadas vistorias à Polícia Ambiental, que inicialmente **confirmou as reclamações** apresentadas à Promotoria de Justiça pela vizinhança e identificou todo o processo de produção da empresa, tal como narrado acima.

Por nova requisição ministerial, foi a empresa vistoriada em agosto, setembro, outubro de 2006. Em todas as ocasiões confirmou-se o **forte odor**. Na última vistoria foi informado ainda à Polícia Militar de Proteção Ambiental pelos vizinhos (fl. 123) que os odores diminuíram um pouco após as primeiras diligências, mas voltaram a ser **fortes**. Todos identificaram o cheiro como cheiro de **resíduos em decomposição**.



## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

Depois de insistentes reclamações da vizinhança, mediadas pela Promotoria de Justiça, a empresa instalou em novembro de 2006 um *biofiltro*, que teria por função reter as moléculas presentes no vapor que geram o mau cheiro experimentado pela população.

Em dezembro do mesmo ano foram realizadas novas entrevistas com a população local. *Mesmo com a instalação do biofiltro*, Jucelane Zanoello informou que “todos os dias sentiu fortes odores, principalmente na parte da manhã”. Dirceu Andrioli, Lídia Zandona e Enio Cardozo informaram todos que também, mesmo depois da instalação do biofiltro, “sentiram odores mais fortes em alguns dias, geralmente pela parte da manhã, em períodos que duram de 10 a 15 minutos” (fl. 139).

Em janeiro de 2007 foi realizada nova vistoria. O quadro relatado pela vizinhança permaneceu o mesmo, relatando sempre os vizinhos um quadro de **mau cheiro insuportável**.

Chama a atenção o relatório e a planilha de fls. 391-392, preenchidas a pedido desta Promotoria de Justiça pelo senhor Maximino Zanoello. Lá se pode perceber claramente que, entre os dias 25 de maio de 2007 e 18 de agosto de 2007, data em que foi recolhida a planilha, *praticamente todos os dias a vizinhança da empresa experimentou odores desagradáveis, em horários que variam das 7h às 20h*. Em outras palavras, **a empresa polui e gera desconforto a qualquer hora do dia e mesmo à noite, sem poupar nem mesmo os finais de semana**.

Cinthya Zanuzzi, Técnica em Controle Ambiental do Ministério Público do Estado de Santa Catarina, realizou outra vistoria na empresa *Farol Indústria e Comércio Ltda*. Na ocasião,





## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

constatou a necessidade de acondicionamento das matérias primas em áreas secas e cobertas, com refrigeração para acondicionamento superior a 24h. Constatou também ser necessário evitar o *cozimento excessivo*, por tempo ou temperatura, ultrapassando a capacidade dos digestores. Por fim, entre outras sugestões, informou a *necessidade de as áreas operacionais serem isoladas, preferencialmente em pressão negativa ou vácuo, de modo a evitar a fuga de odores* (fl. 150).

Vê-se, portanto, que para a Técnica em Controle Ambiental, a empresa necessita de diversas adequações, algumas das quais, em reunião realizada nesta Promotoria de Justiça, o representante da empresa *Farol Indústria e Comércio Ltda.* disse não ter condições de cumprir, como a criação de pressão negativa. Outras, informou, seriam providenciadas, como o uso racional da água (fls. 168-169), sem, no entanto, poder-se perceber melhoras.

Por fim, nova vistoria foi realizada pela Polícia Militar de Proteção Ambiental em *março deste ano de 2008*. Na ocasião, os vizinhos voltaram a referir mau cheiro, principalmente às sextas-feiras, sábados e domingos (fl. 405).

No dia 3 de junho deste ano compareceu à Promotoria de Justiça o fiscal federal agropecuário Luiz Antônio Baldissarelli. Apresentou o fiscal ao Ministério Público cópia do auto de infração lavrado contra a empresa *Farol Indústria e Comércio Ltda.*, que aponta inúmeras irregularidades. Dentre elas, pode-se apontar (fl. 416):

- a) **presença de mau cheiro por toda a fábrica;**
- b) presença de **moscas** em todos os setores e em grande quantidade



## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

- c) setores internos **desorganizados**, com presença de sacos, tambores, madeira, fios, bancada de manutenção dentro do corpo da fábrica;
- d) entrada da fábrica **sem barreira sanitária**;
- e) aberturas sem telas, portas ou janelas;
- f) **purgador de vapor descarregando vapor dentro do setor de produção**;
- g) planilhas de controle de **temperatura e tempo de cozimento** sem data, campos não preenchidos;
- h) controle de **pragas** com relatórios incompletos;
- i) *check list* operacional do processo de fabricação com data incorreta, sem assinatura do responsável e do gerente;
- j) todos os planos descritos e registrados (planilhas, relatórios, carteiras de saúde dos funcionários) não foram apresentados. A justificativa apresentada foi de que os mesmos estavam na matriz em Concórdia.

A empresa foi autuada e, reconhecendo estar em desacordo com a legislação vigente, informou que se submeteria a cronograma de obras e procedimentos.

Veja-se, no entanto, que as irregularidades apontadas pela fiscalização federal dizem respeito diretamente a *questões sanitárias*, ou seja, de *qualidade* do produto final. Para a fiscalização, em outras palavras, não importa diretamente o respeito ao meio ambiente, já que os odores causados pelo processo produtivo não afetam as condições sanitárias do produto.

Apesar de não ser obrigado a atentar diretamente a questões ambientais, pode-se perceber claramente que foi o fiscal federal obrigado a autuar a empresa pela *“presença de mau cheiro por toda a fábrica”*, situação que comprova mais uma vez a pouquíssima preocupação da empresa com a emissão de odores além do tolerável e, por outro lado, a gravidade da situação.

Nova fiscalização foi realizada em 29 de maio de 2008, ocasião em que se constatou que a empresa cumpre apenas 64% das exigências legais, quando o comum é se aproximar de 100%.



## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

Dentre os registros do fiscal Marcelo Timóteo Teixeira, constam os seguintes itens:

- a) a empresa apresenta estrutura física com **deficiências** (falta de paredes, lavatórios);
- b) não há **controle de qualidade** do produto acabado;
- c) não é frequente a retirada de resíduos das salas de produção;
- d) foi encontrada **farinha acumulada** sobre o moinho;
- f) os produtos não são armazenados e separados por tipo;
- g) não há áreas distintas para recepção e depósito da matéria prima;
- h) o local de armazenamento dos produtos está **desorganizado**;
- i) há incidência de **luz natural sobre matérias primas**; o setor de armazenamento da matéria prima está sem paredes de isolamento com o meio externo.

O Promotor de Justiça signatário foi pessoalmente por quatro vezes ao local dos fatos. Na primeira vez, acompanhado do engenheiro da empresa, conheceu toda a planta e pôde compreender a dinâmica da indústria. Surpreendeu-se, no entanto, com a falta de higienização e com o forte cheiro proveniente dos gases.

Em duas outras vezes, sem adentrar na fábrica, este Promotor de Justiça esteve nas proximidades da empresa (até 300 metros) e novamente sentiu os fortes odores, concluindo que certamente incomodam além do razoável a vizinhança (vide relatório anexo).

Uma última inspeção pessoal foi realizada por este Promotor de Justiça, acompanhado da Assistente de Promotoria Daniela Bresolin, ocasião em que realizaram entrevista com a senhora Eniodete Chaves de Lima, vizinha do empreendimento. Eniodete e seu filho informaram que o forte cheiro que se podia sentir na ocasião, para espanto deste Promotor de Justiça, não era



## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

dos mais fortes, já que em outros dias se parece muito a “**ovo podre e pena queimada**” (relatório anexo). Relatou também que os odores ocorrem inclusive à noite e em finais de semana. Em outras palavras, o cheiro que chocou este Promotor de Justiça não é nem considerado “forte” para os vizinhos, diante do que costumeiramente se sente na região.

No dia 5 de junho de 2008, o mesmo dia em que o Ministério Público visitou a vizinha do empreendimento, a Rádio Belos Montes recebeu diversos telefonemas dando conta do mau cheiro. Frisou o locutor: “é uma vergonha o Município de Seara, as pessoas, os moradores, conviverem com um cheiro como esse [...] os professores falaram que é impossível você dar aulas certos dias no colégio” (CD anexo; transcrição nos autos).

Diante de tantas irregularidades e da constante reclamação da vizinhança dos fortes cheiros, mesmo numa região acostumada com a produção de suínos, e também diante da evidente falta de investimentos da empresa na qualidade ambiental, entende o Ministério Público seja momento de adotar-se postura enérgica.

Sim, porque, em que pese os inúmeros contatos e apelos da Promotoria de Justiça, verifica-se claramente que nem mesmo as adequações exigidas pelo Ministério da Agricultura, que implicam inclusive na qualidade do produto final, nem mesmo estas exigências vêm sendo cumpridas a tempo (o programa de adequação de fl. 410 e seguintes está **totalmente atrasado**).

A população da região afetada não pode, portanto, ficar à mercê da boa vontade dos sócios da empresa que, ao tempo em que auferem grandes lucros em sua atividade (veja-se relações de



## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

veículos da empresa e de seus sócios, fl. 408, que certificam a propriedade de duas caminhonetes de luxo), ignoram completamente o prejuízo causado às pessoas que vivem na região.

Entende o Ministério Público, assim, que somente com a paralisação das atividades da empresa até que complete integralmente a adequação exigida pelo Ministério da Agricultura e instale sistema eficiente de redução de odores é que se poderá alcançar o resultado necessário.

Depois de adequadas as atividades, entende-se necessário que a empresa limite seu horário de funcionamento, de forma a encerrar quaisquer emissões às 17h, fechando a indústria em sábados, domingos e feriados nacionais e municipais.

Importa salientar, por fim, que idêntica proposta foi feita pelo Ministério Público pessoalmente aos diretores da empresa, em mais de uma reunião. No entanto, informaram não haver interesse em aceitá-la, por entenderem que podem continuar a atividade (e os fortes cheiros) até a adequação, o que, **em respeito à população de Seara, não foi aceito por este Promotor de Justiça.**

### *3. Fundamentos jurídicos. A poluição na lei e na doutrina. Irrelevância da existência de licença ambiental*

O direito ao meio ambiente sadio, no dizer de José Afonso da Silva, não pode ser mais considerado mero interesse difuso, mas forma de direito humano fundamental, dito de terceira geração<sup>1</sup>. Isto porque questionando-se a razão da tutela ambiental, chega-se facilmente à constatação de que esta está intimamente ligada à sobrevivência de todos os seres humanos.

---

<sup>1</sup> *Direito Ambiental Constitucional*. Malheiros, 1997, p. 221



## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

Ainda assim, não são raras as agressões sofridas pelo meio ambiente, decorrentes de atividades destruidoras realizadas pelo homem. Estes processos de alteração desfavoráveis das propriedades ambientais, denominados poluição, afetam profundamente o solo, a água e o ar, portanto o próprio meio ambiente, causando repercussões danosas à saúde, à segurança e ao bem-estar da população.

A Lei 6.938, de 31 de agosto de 1981, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, trata do tema de forma eficiente, ditando definições básicas que devem ser observadas. Em seu artigo 3º, lança os conceitos de meio ambiente, degradação da qualidade ambiental e de poluição, verbis:

Art. 3º - Para os fins previstos nesta Lei, entende-se por:  
[...] III – **poluição, a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente:**

- a) **prejudiquem a saúde**, a segurança e o **bem-estar** da população;
- b) criem condições adversas às atividades sociais e econômicas;
- c) afetem desfavoravelmente a biota;
- d) afetem as condições estéticas ou sanitárias do meio ambiente;
- e) **lancem matérias ou energia em desacordo com os padrões ambientais estabelecidos;**

Sobre os conceitos legais, José Afonso da Silva ressalta “Agentes poluidores são todas as pessoas, entidades ou instituições que, consciente ou inconscientemente, direta ou indiretamente, provocam a presença, o lançamento ou a liberação, no meio ambiente, de poluentes. Poluentes, assim, são toda e qualquer forma de matéria ou energia que, direta ou indiretamente, causa poluição no meio ambiente. São aquelas substâncias sólidas,



## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

líquidas, gasosas ou em qualquer estado da matéria, que geram apoluição”<sup>2</sup>.

Veja-se, portanto, que **não basta que o lançamento de matérias ou energia esteja de acordo com os padrões ambientais estabelecidos**. Esta adequação técnica cumpre apenas o disposto no art. 3º, III, “e”, da Lei nº 6.938/81.

**É preciso mais: que a atividade não cause prejuízo à saúde e ao bem-estar da população e não crie condições adversas às atividades sociais (art. 3º, III, “a” e “b”, da Lei nº 6.938/81).**

No caso dos autos, o que se vê é que **as emissões atmosféricas da empresa requerida a um só tempo causam prejuízo à saúde e ao bem-estar da população local, além de criarem condições adversas às atividades sociais**. Os autos narram, como se viu, o caso de pelo menos uma criança que apresentou transtornos por conta dos fortes cheiros a que estava submetida. Por outro lado, toda a população vem experimentando terrível sensação de mal-estar e, além disso, as atividades sociais (aulas da Apae e encontros familiares) são totalmente prejudicadas pelos odores emanados da empresa.

Além da Lei nº 6.938/81, diversos outros diplomas legais tratam do assunto da mesma forma: informando que não basta a conformação a parâmetros técnicos se ocorre qualquer forma de prejuízo à saúde e ao bem-estar da população.

O Decreto nº 76.389/75, por exemplo, ao tratar da medidas de prevenção e controle da poluição industrial prevê:

---

<sup>2</sup> Direito Ambiental Constitucional. Malheiros, 1997, p. 221



## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

Art. 1º -Para as finalidades do presente Decreto considera-se poluição industrial quaisquer alterações das propriedades físicas, químicas ou biológicas do meio ambiente, causadas por qualquer forma de energia ou substância sólida, líquida ou gasosa, ou combinação de elementos despejados pelas indústrias, em níveis capazes, direta ou indiretamente de:  
I - prejudicar a saúde, a segurança e o bem-estar da população;

De igual maneira, o art. 25 do Decreto Estadual 14.250/1981 dispõe que: “É proibida a queima ao ar livre de resíduos sólidos, líquidos ou de qualquer outro material combustível, desde que cause degradação da qualidade ambiental, na forma estabelecida no artigo 3º”.

O art. 3º do citado diploma legal estabelece que “degradação da qualidade ambiental é a alteração das propriedades físicas, químicas e biológicas do meio ambiente, causada por qualquer forma de energia ou substâncias sólidas, líquidas ou gasosas, ou a combinação de elementos produzidos por atividades humanas ou delas decorrentes, em níveis capazes de direta ou indiretamente: I -prejudicar a saúde, a segurança e o bem estar da população”.

Para a doutrina de Direito Ambiental é unânime o entendimento de que é possível a responsabilização do poluidor pelos danos ambientais mesmo que detenha todas as licenças ambientais, já que, como esclarecido, os incisos e alíneas do art. 3º da Lei nº 6.938/81 são independentes e autônomos entre si.

Da doutrina podem-se colher os seguintes excertos:

A existência de licenciamento ambiental e a observação dos limites de emissão de poluentes, bem como de outras





## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

autorizações administrativas, **não terão o condão de excluir a responsabilidade pela reparação**<sup>3</sup>.

O autor do dano não se exime do dever de reparar, **ainda que possua autorização administrativa**. É oportuno reafirmar que a responsabilidade subjetiva, por culpa, limita a aplicação do regime da responsabilidade civil por dano ambiental, considerando que boa parte das condutas lesivas ao meio ambiente não são contra *legem*, pois contam, muitas vezes, com a autorização administrativa requerida, o que elimina a existência de culpa<sup>4</sup>.

Os danos ambientais decorrentes do exercício de atividade operante em conformidade com a licença ambiental obtida deverão ser reparados, posto que **a existência de licença ambiental e o exercício em conformidade com ela não são excludentes de responsabilidade** consoante o melhor entendimento, exceto se provado que os danos provenham de forças alheias e que a atividade não provoque riscos de danos ambientais. A responsabilização pelos danos cometidos ao ambiente é objetiva, neste sentido basta o nexo causal e o dano ou risco de dano<sup>5</sup>.

Não interessa se o autor do dano estava pautando sua conduta dentro dos padrões ambientais estabelecidos pelos órgãos de gestão ambiental, se, por exemplo, adotou medidas mitigadoras além das recomendadas; nada exclui sua responsabilidade, pois o risco da atividade conduz a imputação do dever de reparar o meio ambiente degradado... a Constituição e as demais normas ordinárias estabelecem este tipo de responsabilidade que impõe, como consequência, o seguinte: existindo o dano, basta identificar o autor ou autores e o nexo causal, pois não existirão excludentes de responsabilidade<sup>6</sup>.

---

<sup>3</sup> Steigleder, Annelise Monteiro. Responsabilidade Civil ambiental: as dimensões do dano ambiental no Direito Brasileiro. Porto Alegre: Livraria do Advogado Editora, 2004, p. 209.

<sup>4</sup> LEITE, José Rubens Morato. Dano ambiental: do individual ao coletivo extrapatrimonial. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2000. p. 132-133.

<sup>5</sup> HENKES, Silvana Lúcia; SANTOS, Denise Borges dos. Da (im)possibilidade de responsabilização civil pelo dano ambiental causado por empreendimento operante em conformidade com a licença ambiental obtida. Jus Navigandi, Teresina, ano 9, n. 813, 24 set. 2005. Disponível em: <<http://jus2.uol.com.br/doutrina/texto.asp?id=7329>>. Acesso em: 07 jul. 2008.

<sup>6</sup> MATOS, Eduardo Lima. Dano Ambiental: Uma nova perspectiva de responsabilidade civil, in grandes temas da atualidade, Forense, 2002.



## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

### *4. Necessidade de liminar*

A atividade da empresa Farol Indústria e Comércio Ltda. vem gerando poluição ambiental em níveis atualmente insuportáveis pela população local. Apesar de inúmeras vezes alertados sobre o fato, os responsáveis pela empresa não demonstraram até o momento interesse em adequar de maneira eficiente as emissões atmosféricas. Nem sequer demonstram prezar pela qualidade sanitária do produto, conforme autuação do Ministério da Agricultura.

Nessa situação, não se pode mais exigir paciência da população afetada pela indústria. Não se pode admitir, por outro lado, que a indústria continue fumegando odores desagradáveis enquanto busca lentamente se adequar. É preciso postura enérgica que a obrigue a, de imediato, iniciar obras para adequação completa.

**Por isso o embargo da atividade até que se resolvam todos os problemas apontados é postura bastante ponderada e razoável.** Aliás, é o mínimo que se pode exigir: se a indústria não está plenamente adequada à legislação sanitária e ambiental, deve parar de operar até completar todos os requisitos legais necessários.

O mecanismo sugerido é que a suspensão dure até que perito a ser nomeado pelo juízo ateste a regularidade das emissões.

A verossimilhança das alegações está bem caracterizada nos documentos juntados, que comprovam à saciedade o mau cheiro produzido pela empresa e os danos causados à vizinhança.



## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

Note-se que são mais de dois anos de colheitas de dados, laudos, pareceres e de tentativas vãs de adequação consensual.

A situação tornou-se inadmissível e requer a pronta intervenção do Poder Judiciário, sob pena de perdurarem os danos ambientais causados e gerar mais sofrimento nas famílias que residem nas proximidades. Aqui está demonstrando, por sua vez, o *periculum in mora*.

Há que se recordar que em casos como o dos autos prepondera sempre o interesse público sobre o particular. Em caso semelhante, versando sobre poluição sonora, o Tribunal de Justiça Catarinense já decidiu:

AGRAVO DE INSTRUMENTO. AÇÃO CIVIL PÚBLICA. DECISÃO LIMINAR QUE DETERMINOU A **SUSPENSÃO IMEDIATA DAS ATIVIDADES DA RECORRENTE EM VIRTUDE DE PRÁTICA DE POLUIÇÃO SONORA E PELA FALTA DE LICENÇAS AMBIENTAL E DE LOCALIZAÇÃO. ADEQUAÇÃO. PRESENTES OS PRESSUPOSTOS DO FUMUS BONI IURIS E DO PERICULUM IN MORA EM FAVOR DA COLETIVIDADE. SUPREMACIA DO INTERESSE PÚBLICO AO PARTICULAR. RECURSO CONHECIDO E DESPROVIDO. Agravo de instrumento n. 2004.001655-7, de Joinville. Relator: Des. Vanderlei Romer.**

Ademais, convém ressaltar que em decorrência da supremacia do interesse público, a coletividade não pode esperar para ver garantido seu direito a um meio ambiente equilibrado (art. 225 da Carta Magna) e continuar sofrendo as consequências da incúria dos representantes legais da Requerida.

Vê-se, pois, conforme já demonstrado nesta inicial, que tudo está a recomendar o deferimento da medida liminar como garantia, não somente da preservação da qualidade do meio ambiente, mas, sobretudo, da saúde e do bem estar da população residente no local e também da ordem pública.



## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

Convém ressaltar que o Ministério Público está atento também à função social da empresa e aos problemas decorrentes da suspensão das atividades da fábrica. No entanto, conforme pesquisa realizada junto à Diretoria de Administração Tributária, a unidade instalada em Seara é filial da Farol Indústria e Comércio de Concórdia. A matriz concentra praticamente 75% das atividades da empresa<sup>7</sup>, com 70% dos funcionários e a totalidade dos 38 veículos registrados de sua propriedade. Em outros termos, isto quer dizer, conforme teve o cuidado de se informar este Promotor de Justiça, que **a matriz tem possibilidade de gerenciar a suspensão das atividades, evitando, assim, a quebra da empresa.**

### 6. Conclusão e pedidos

Ante o exposto, o Ministério Público do Estado de Santa Catarina requer:

a) o recebimento, registro e autuação da presente ação civil pública;

b) a concessão de liminar para determinar que, em quinze dias, a requerida *Farol Indústria e Comércio Ltda.*, sob pena de multa diária de R\$ 5.000,00:

b1) suspenda as atividades na unidade de Seara (SC 466, km3), ficando proibida qualquer atividade de industrialização, recebimento, armazenamento e transporte de matérias primas, insumos ou produtos; a suspensão deverá durar até que seja instalado sistema eficiente de controle de emissões atmosféricas, eficiência que deverá ser atestada por perito nomeado pelo juízo, e

---

<sup>7</sup> O valor contábil de entradas da matriz em maio foi de R\$ 1.405,027,71. A filial, no mesmo período, contabilizou R\$ 488.448,27, ou seja, apenas 25% do total da empresa (matriz + filial). No mesmo período a matriz tinha 89 empregados, ao passo que a filial apenas 33.



## **MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA**

---

que sejam cumpridas todas as exigências do Ministério da Agricultura;

b2) instale no local placa metálica de pelo menos 2,5 m por 2 m, com os seguintes dizeres, legíveis da SC-466: “Obra paralisada por força de liminar deferida pelo Juízo de Direito Seara, em ação movida pelo Ministério Público”<sup>8</sup>;

c) a citação da requerida para, querendo, apresentar a defesa que entender pertinente;

d) a produção de todos os meios de prova admitidos, notadamente a prova pericial, depoimento pessoal, prova documental e testemunhal, se for necessário;

e) ao final:

e1) a confirmação da liminar para condenar a requerida a instalar definitivamente sistema eficiente de controle de emissões atmosféricas e a cumprir todas as exigências do Ministério da Agricultura (fls. 433 a 438 e 444-448);

e2) a condenação da requerida ao pagamento de indenização ao Fundo de Reconstituição de Bens Lesados, no valor de R\$ 100.000,00;

e3) a condenação da requerida a limitar seu horário de funcionamento em dias úteis das 7h às 17h e a deixar de operar em sábados, domingos e feriados nacionais e municipais (obrigação de não-fazer), sob pena de multa de R\$ 20.000,00 por dia ou fração de dia de funcionamento além do prazo fixado;

---

<sup>8</sup> A placa indicativa tem por finalidade tornar pública a decisão judicial e minorar o dano extra patrimonial experimentado pela população; tem também nítido caráter de prevenção geral.



**MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA**

---

f) a condenação da requerida em custas, despesas processuais e honorários advocatícios (estes conforme art. 4º do Decreto Estadual nº 2.666/04, em favor do Fundo de Recuperação de Bens Lesados do Estado de Santa Catarina).

Dá-se à causa o valor de R\$ 150.000,00 (cento e cinquenta mil reais).

Seara, 7 de julho de 2008

Eduardo Sens dos Santos  
**Promotor de Justiça**



## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

Autos nº 068.08.001121-4

L

**Ação: Ação Civil Pública/ Lei Especial**

**Autor: Ministério Público do Estado de Santa Catarina**

**Réu: Farol Indústria e Comércio Ltda**

Vistos, etc...

Tratam os presentes autor de **AÇÃO CIVIL PÚBLICA** movida pelo Ministério Público de Santa Catarina em desfavor de Farol Indústria e Comércio LTDA, com pedido liminar para a suspensão das atividades até total regularização de sua estrutura bem como a instalação de placa sinalizadora.

O Deferimento de medida liminar resta autorizado pela redação do artigo 12 da lei 7.347, no entanto, para sua concessão é necessária a presença dos requisitos do *fumus boni juris e do periculum in mora*.

Primeiramente saliento que, quando se trata lesão ao meio ambiente, como no caso dos autos, onde a empresa requerida não procede com as cautelas necessárias ao armazenamento de matéria prima e emissão de gases, prima-se pela defesa dos interesses da sociedade, ou seja, em havendo o simples perigo de dano, é necessário o imediato afastamento da causa geradora do risco, antes que este torne-se dano.

Consoante extrai-se do aresto do acórdão n. 2006.010873-7 (Relator: Des. Luiz César Medeiros):

*"Não há que se olvidar que a simples ameaça de lesão ao meio ambiente já enseja o manejo da ação civil pública, afastando a necessidade de provar o dano efetivo, pois a lesividade concreta não é conditio sine qua nom à ação de proteção ambiental, bastando a simples possibilidade" (AC n. 98.000924-3, Des. Nilton Macedo Machado)."*

E Prossegue:

*"A sociedade não pode assistir passivamente as agressões escancaradas ao meio ambiente, unicamente para atender ao egoísmo e a saga de lucros fáceis de poucos, em detrimento da garantia da preservação do necessário equilíbrio do ecossistema, base de esteio do futuro da própria"*



## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

espécie humana. Ao Ministério Público, na qualidade de seu lídimo representante, e ao ente público, por força de disposição legal expressa, cabe defender os direitos civis fundamentais dessa forma atacados ou ameaçados. Ao Judiciário se impõe a tomada de decisões tendentes a minorar ou sustar os efeitos dessas agressões, restabelecendo os direitos sociais violados."

Trata-se de uma aplicação prática do princípio ambiental da prevenção. Este princípio, desenvolvido por Edis Milaré, é conceituado pela doutrina em razão do conhecimento dos riscos aos quais está sujeito o meio ambiente:

"[...] diante da pouca valia da reparação, sempre incerta e, quando possível, excessivamente onerosa, a prevenção é a melhor, quando não a única, solução. De fato, 'não podem a humanidade e o próprio Direito contentar-se em reparar e reprimir o dano ambiental. A degradação ambiental, como regra, é irreparável. Como reparar o desaparecimento de uma espécie? Como trazer de volta uma floresta de séculos que sucumbiu sob a violência do corte raso Como purificar um lençol freático contaminado por agrotóxicos Com efeito, muitos danos ambientais, são compensáveis mas, sob a ótica da ciência e da técnica, irreparáveis". (MILARÉ, Edis. Direito do ambiente: doutrina - prática - jurisprudência. São Paulo: Revista dos Tribunais, 2002. p. 103). (grifou-se)

Ainda a respeito do princípio da prevenção, Paulo Affonso Leme Machado, em estudo acerca das Convenções Internacionais que tratam do tema, ensina:

"Essas Convenções apontam para a necessidade de prever, prevenir e evitar na origem as transformações prejudiciais à saúde humana e ao meio ambiente. Todos esses comportamentos dependem de uma atitude do ser humano de estar atento ao seu meio ambiente e não agir sem prévia avaliação das consequências. O Direito Positivo internacional e nacional irá traduzindo, em cada época, através de procedimentos específicos, a dimensão do cuidado que se tem com o presente e o futuro de toda forma de vida no planeta". (In Direito ambiental brasileiro. 12. ed. São Paulo: Malheiros, 2004. p. 74).

Ora, o meio-ambiente ecologicamente equilibrado é direito de todos, garantido na Carta Magna em seu art. 225: "Todos têm direito ao meio ambiente ecologicamente equilibrado, bem de uso comum do povo e





## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

*essencial à sadia qualidade de vida, impondo-se ao Poder Público e à coletividade o dever de defendê-lo e preservá-lo para as presentes e futuras gerações".*

Com efeito, a Lei n. 6.938/81, que dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, prevê que se considera poluição "a degradação da qualidade ambiental resultante de atividades que direta ou indiretamente: a) prejudiquem a saúde, a segurança e o bem-estar da população" (art. 3º, inciso III).

Ao que tudo indica, a empresa vem poluindo o meio ambiente com o material utilizado em suas atividades, haja vista não possuir estrutura adequada para sua estocagem. Dessa forma, mais fácil a suspensão temporária das atividades poluentes visando a prevenção até então decorrida, do que silenciar diante da situação e arcar com um dano futuro, compensável porém irreparável.

Nesta senda, colaciono acórdão do ilustre Desembargador Volnei Carlin nos termos:

*"AMBIENTAL -PROTEÇÃO ANTECIPADA - CONTROLE DO RISCO DE DANO - APLICAÇÃO DOS PRINCÍPIOS DA PRECAUÇÃO E PREVENÇÃO".*

*"Frente ao atual conceito de proteção ambiental trazido pela CRFB, percebe-se a importância atribuída à antecipação no que tange ao controle do risco de dano, notadamente com a aplicação dos princípios. O princípio da prevenção tem seu âmbito gravitacional dirigido às hipóteses em que se pode vislumbrar um perigo concreto, ou melhor, onde o risco de dano é mais palpável. O princípio da precaução, por sua vez, atua no caso de perigo abstrato, hipóteses em que não se pode ter noção exata das consequências advindas do comportamento do agente".*

*"Por este viés, é preferível o adiamento temporário das atividades eventualmente agressivas ao meio ambiente, a arcar com os prejuízos em um futuro próximo, ou ainda, pleitear reparação dos danos, a qual, nesta seara, torna-se normalmente complicada e, muitas vezes, ineficiente". (AI n. 2004.002441-0, de São Francisco do Sul, j. 27/05/04).*

Inobstante o risco ambiental causado pela empresa requerida, da peça exordial auferiu-se que existe ainda o desconforto social causado pela referida empresa, haja vista que armazena sua matéria prima (vísceras, sangue e Gorduras)



## MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA

---

de forma inapropriada, a céu aberto, ocasionando a emissão de odores desagradáveis em níveis insuportáveis aos cidadãos.

Dessa forma, entendo como configurado o primeiro requisito à concessão da liminar, qual seja o fumus boni juris. Além disso, temos ainda a verossimilhança das alegações, auferida através de perfunctória análise dos documentos juntados nos três volumes da ação.

Quanto ao perigo na demora, verifica-se dos documentos colacionados que, desde o ano de 2.000 o Ministério Público encontra-se as voltas com as reclamações oriundas das atividades exercidas pela requerida.

Inclusive, em março de 2007 foi realizada vistoria (relatório fl. 165/168) a qual apresentou em sua conclusão sugestões para a regularização das atividades da empresa as quais, pelo que se pode observar, não foram seguidas.

Não bastasse isso, no corrente ano, foi realizada nova vistoria na qual, muito embora tenha sido apurada a ausência de vazamento de resíduos, constatou-se a persistência do mau cheiro relatado por vizinhos da empresa.

Ora, como muito bem exteriorizou o Douto representante do órgão ministerial, não se pode mais exigir paciência da população afetada pela indústria, porquanto alguns moradores das redondezas exteriorizam sintomas físicos diante dos fortes odores exalados pela empresa ré.

Além disso, mesmo oportunizado durante mais de cinco anos, a empresa ré não mostrou-se eficiente em cessar a poluição geradora da presente ação, de forma que evidenciado o periculum in mora.

**DIANTE DO EXPOSTO**, com base nos dispositivos legais e fundamentos retro citados, concedo a liminar postulada, *inaudita altera pars*, e por via de consequência:

a) determino prazo de um mês para a requerida instalar um sistema **EFICIENTE** de controle de emissões atmosféricas, a ser atestado por perito que será nomeado após tal regularização;



## **MINISTÉRIO PÚBLICO DO ESTADO DE SANTA CATARINA**

---

b) Determino a suspensão das atividades da empresa requerida, no período que levar para a instalação do referido sistema, sob pena de incidência de multa diária a qual fixo em R\$ 1.000,00 (mil reais) com fulcro no disposto no art. 11 da Lei nº 7.347/85.

c) Determinar que o representante da requerida proceda a instalação de placa metálica nos termos do item b2.

Expeça-se a competente ordem de cumprimento.  
Intime-se.

Cite-se o réu para, querendo, contestar o feito no prazo legal. Cumpra-se.

Seara (SC), 18 de julho de 2008.

**Renato Maurício Basso**  
**Juiz de Direito**