

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO  
CENTRO TECNOLÓGICO  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ENGENHARIA AMBIENTAL

**FRANCIELE RIBEIRO CAVALCANTE**

**ANÁLISE DE ASPECTOS QUALITATIVOS E SOCIODEMOGRÁFICOS  
RELACIONADOS AO INCÔMODO CAUSADO POR GASES ODORANTES EM  
AMBIENTE URBANO INDUSTRIALIZADO**

VITÓRIA  
2023

**FRANCIELE RIBEIRO CAVALCANTE**

**ANÁLISE DE ASPECTOS QUALITATIVOS E SOCIODEMOGRÁFICOS  
RELACIONADOS AO INCÔMODO CAUSADO POR GASES ODORANTES EM  
AMBIENTE URBANO INDUSTRIALIZADO**

Dissertação submetida ao Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental do Centro Tecnológico da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Engenharia Ambiental. Área de concentração: Poluição do Ar. Orientadora: Prof<sup>a</sup>. Dra. Jane Meri Santos, Ph.D. Co-orientadores: Prof<sup>o</sup>. Dr. Valdério Anselmo Reisen, Ph.D., Prof<sup>a</sup>. Dra. Milena Machado de Melo.

VITÓRIA  
2023

## AGRADECIMENTOS

Durante a minha jornada enquanto mestranda do PPGEA tive contato com diversas pessoas que colaboraram de diferentes formas para a conclusão desse mestrado. Desse modo, abaixo realizarei os devidos agradecimentos.

Primeiramente à Deus, pela minha vida e me fortalecer nos momentos difíceis.

Aos meus professores orientadores: Prof<sup>a</sup> Jane Meri Santos, Prof<sup>a</sup> Milena Machado de Melo e Prof. Valdério Anselmo Reisen. Gostaria de agradecer a paciência e todo o tempo dedicado nas orientações para o desenvolvimento desse trabalho.

Aos professores do PPGEA, em especial ao Prof. Bruno Furieri por estar sempre à disposição para sanar minhas dúvidas.

Ao Prof. Paulo Roberto Prezotti Filho, do IFES-Guarapari, pelo suporte na aplicação das técnicas estatísticas.

À FAPES pela bolsa de mestrado.

À minha família por ser sempre presente e apoiar nas minhas decisões.

Ao meu namorado Leonardo pelo apoio, paciência e compreensão das minhas muitas ausências.

Aos amigos do Nqualiar e agregados, em especial: Wallace, Renata, Yossimar, Jamily, Jacqueline, Larissa, Karine, Pâmela, Laize, Jefferson, Alexandre e Renan, que compartilhei muitos momentos e risadas.

A minha amiga Francielle, que sempre me apoiou e me acompanha desde a graduação.

Também, para aqueles que não citei, mas que contribuíram de alguma forma, gostaria de expressar minha sincera gratidão.

## RESUMO

Este estudo tem o objetivo de identificar fatores qualitativos que interferem na percepção e no incômodo causado por gases odorantes em ambiente urbano industrializado. Pesquisas de opinião foram realizadas em dois períodos distintos que marcam a sazonalidade das condições meteorológicas na região de estudo. As análises foram feitas por meio da aplicação do teste qui-quadrado de homogeneidade, teste qui-quadrado de independência e a regressão logística multivariada binária. Os resultados revelam que os respondentes se preocupam com a poluição do ar. Os respondentes percebem diferentes formas de poluição do ar: poluição pela presença de pó/poeira, perda de visibilidade e presença de odores. Dentre os respondentes incomodados com odores, observou-se maior prevalência de muito ou extremamente incomodados. As principais fontes de odores identificadas pelos respondentes foram a indústria siderúrgica e as estações de tratamento de esgoto. O principal impacto causado na vida cotidiana dos respondentes foi a necessidade de fechar as janelas para evitar o odor. O teste qui-quadrado de homogeneidade identificou diferenças significativas nas respostas das duas pesquisas para as variáveis relacionadas ao perfil dos respondentes, percepção de poluição do ar e percepção da poluição odorífera. De modo geral, identificou-se as seguintes variáveis explicativas associadas ao aumento de chances de se sentir altamente incomodado com odores: percepção de outras formas de poluição do ar, como poeira e perda de visibilidade, gênero, frequência de percepção de maus cheiros e ocorrência progressiva de problemas respiratórios. Os resultados do estudo contribuem ao analisar fatores qualitativos que interferem nas reações dos indivíduos expostos a poluição odorífera e permite que partes interessadas (empresas, órgãos ambientais) possam planejar e implementar políticas direcionadas a essas particularidades de modo a reduzir os efeitos na saúde e qualidade de vida da população.

**Palavras-chave:** Poluição do ar, Pesquisa de opinião, Incômodo, Odor, Gases Odorantes, Regressão Logística Binária.

## ABSTRACT

This study aims to identify qualitative factors that interfere with the perception and annoyance caused by odorous in an industrialized urban environment. Surveys were carried out in two periods that differ in the seasonality of meteorological conditions in the study region. Analyzes were performed using the chi-square test for homogeneity, the chi-square test for independence, and binary multivariate logistic regression. The results show that respondents are concerned about air pollution. Respondents perceive different forms of air pollution: pollution due to amount of dust/dust, loss of visibility, and presence of odors. Among respondents who were annoyed due to odors, there was a higher prevalence of being extremely annoyed. The primary sources of odors identified by respondents were the steelmaking and sewage treatment plants. The main impact caused on the respondents' daily lives was to close the windows to avoid the odor. The chi-square test for homogeneity identified significant differences in the responses of the two surveys for variables related to the respondents' profile, perception of air pollution, and perception of odor pollution. The following variables associated with increased chances of feeling highly annoyed with odors were: perception of other forms of air pollution, such as dust and loss of visibility, gender, frequency of perception of male odor, and occurrence history of respiratory problems. This study contributes by identifying qualitative factors that interfere with the reactions of individuals exposed to odorous pollution and allow interested parties (companies, environmental agencies) to plan and implement policies aimed at these particularities to reduce the effects on health and quality of life.

**Keywords:** Air Pollution, Opinion Survey, Annoyance, Odor, Odorous Gases, Binary Logistic Regression.

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>INTRODUÇÃO</b> .....	8
<b>2</b>	<b>OBJETIVOS</b> .....	12
2.1	OBJETIVO GERAL .....	12
2.2	OBJETIVOS ESPECÍFICOS .....	12
<b>3</b>	<b>REVISÃO DA LITERATURA</b> .....	13
3.1	MÉTODOS DE AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO ODORE .....	13
3.2	LEGISLAÇÃO SOBRE ODORES AO REDOR DO MUNDO .....	16
3.3	FATORES RELACIONADOS A PERCEPÇÃO E INCÔMODO CAUSADO PELOS ODORES .....	18
3.4	INTENSIDADE OU CONCENTRAÇÃO AMBIENTAL DE GASES ODORANTES E SEUS IMPACTOS: INCÔMODO E EFEITOS DIRETOS À SAÚDE ..	29
3.5	CONSIDERAÇÕES PRINCIPAIS SOBRE A REVISÃO DA LITERATURA.....	32
<b>4</b>	<b>METODOLOGIA</b> .....	34
4.1	CARACTERÍSTICAS DA REGIÃO DE ESTUDO .....	34
4.2	PERÍODO DE ESTUDO .....	36
4.3	PLANEJAMENTO AMOSTRAL E COLETA DE DADOS.....	37
4.4	TÉCNICAS ESTATÍSTICAS .....	41
4.4.1	<b>Qui-quadrado de homogeneidade</b> .....	41
4.4.2	<b>Qui -quadrado de independência</b> .....	41
4.4.3	<b>Regressão logística binária</b> .....	41
<b>5</b>	<b>RESULTADOS</b> .....	44
5.1	ANÁLISE DESCRITIVA DAS PESQUISAS DE OPINIÃO .....	44
5.1.1	<b>Perfil dos respondentes</b> .....	44
5.1.2	<b>Aspectos socioambientais</b> .....	45
5.1.3	<b>Percepção das fontes potencialmente emissoras e características dos gases odorantes</b> .....	47
5.1.4	<b>Incômodo causado pelos gases odorantes</b> .....	49
5.1.5	<b>Impactos devidos à percepção do odor</b> .....	51
5.1.6	<b>Relação entre problemas de saúde pré-existentes e percepção do odor</b> .....	51
5.2	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PERCEPÇÃO DA FONTE EMISSORA DE GASES ODORANTES E DE SEUS IMPACTOS .....	52
5.3	ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	54
5.3.1	<b>Teste de homogeneidade para as duas pesquisas de opinião</b> .....	55
5.3.2	<b>Análise das variáveis qualitativas associadas ao incômodo</b> .....	57
5.3.3	<b>Avaliação da acurácia do modelo para predição do incômodo</b> .....	60

<b>6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS.....</b>	<b>62</b>
<b>REFERÊNCIAS .....</b>	<b>64</b>
<b>APÊNDICE A – Rosa dos ventos para os anos de 2019 a 2022.....</b>	<b>71</b>
<b>APÊNDICE B - Questionário da pesquisa face a face .....</b>	<b>72</b>

## 1 INTRODUÇÃO

A poluição odorífera é tema de investigação da comunidade científica devido a sua potencial chance de causar incômodo e de efeitos na saúde e qualidade de vida da população exposta (BLANES-VIDAL et al., 2012; CLAESON et al., 2013; HU et al., 2020; TRAN et al., 2020). Em regiões urbanas as emissões dos gases odorantes podem ser de origem industrial, como por exemplo indústrias alimentícias, de celulose, siderúrgicas, refinarias de petróleo, etc, ou também não industriais, como aterros, postos de gasolina e Sistemas de Esgotamento Sanitário (SES), que incluem Estações de Tratamento de Esgoto (ETE) e Estações Elevatórias de Esgoto Bruto (EEEB) (YUWONO; LAMMERS, 2004; GUADALUPE-FERNANDEZ et al., 2021).

Os seres humanos possuem cerca de 10 milhões de receptores olfativos que se comunicam com o córtex olfativo no cérebro (AIHA, 2013). A interação de espécies químicas voláteis com o epitélio olfatório nas cavidades nasais pode resultar na sensação de odor, e causar respostas emocionais e comportamentais que variam em cada indivíduo (STUETZ; FRECHEN, 2001).

Uma das respostas a exposição a poluição odorífera é o incômodo (CONTI et al., 2020). Lindvall e Radford (1973) definiram incômodo como um sentimento de desgosto que afeta o bem-estar do indivíduo e gera desconforto. Berglund et al. (1987) relata que o incômodo ambiental é um conceito complexo que envolve percepções, emoções e atitudes de um indivíduo em relação à exposição a poluição do ar e aponta o incômodo como um fator mediador entre a exposição e efeitos na saúde. O incômodo pode ser ainda considerado como um problema de saúde, definido pela Organização Mundial da Saúde (OMS) em 1948 como “um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não apenas a ausência de doenças ou enfermidade” (WHO, 1998).

Outros efeitos de saúde causados pela exposição a poluição odorífera são dores de cabeça, irritação nos olhos, náuseas, falta de ar, estresse, alterações no humor, agravamento da asma e bronquite (SCHIFFMAN et al., 2000; SCHIFFMAN; WILLIAMS, 2005; SUCKER et al., 2010). Existem efeitos mais graves associados a altas concentrações ou exposições por longos períodos como afetar o sistema imunológico, sistema nervoso e o desenvolvimento de câncer (PICCARDO et al., 2022).

Métodos de avaliação dos impactos dos odores são apresentados em Conti et al. (2020). Destacam-se os métodos sensoriais a partir de avaliadores treinados, análises físico-químicas de amostras odoríferas, modelos matemáticos de simulação da dispersão dos poluentes e estudos comunitários. Embora reconhecida a importância de quantificar os gases odorantes e

analisar detalhadamente a composição de amostras odoríferas, a percepção humana é um fator crucial por considerar as características dos indivíduos expostos que influenciam nos efeitos de dose-resposta (HAYES et al. 2014; SUCKER et al., 2001). Por outro lado, os métodos sensoriais (por exemplo a olfatométria) que consideram a percepção humana, somente incluem a participação de avaliadores que possuem sensibilidade olfativa média aos odorantes, o que pode não representar a percepção e incômodo sentido pela população residente nas regiões impactadas pelo odor. Desse modo, o envolvimento das comunidades, a partir da aplicação de questionários a uma amostra estatisticamente representativa da população, contribui para entender, de modo amplo, a percepção, incômodo e os problemas reais enfrentados por indivíduos expostos à poluição odorífera (CONTI et al., 2020; HAYES et al., 2014).

Desse modo, a seguir serão apresentados alguns resultados de estudos comunitários realizados em diferentes países que tiveram como proposta avaliar o impacto do odor na saúde e qualidade de vida dos residentes (LUGINAAH et al., 2002; PIERRETTE; MOCH, 2009; CLAESON et al., 2013; ELTARKAWE; MILLER, 2018; WOJNAROWSKA et al., 2020; WRONISZEWSKA; ZWOŹDZIAK, 2020; ZHANG et al., 2021).

Os estudos de Luginaaah et al. (2002), Pierrette e Moch (2009), Claeson et al. (2013), Wroniszewska e Zwoździak (2020) e Zhang et al. (2021) utilizaram diferentes técnicas estatísticas para análise dos dados das pesquisas de opinião para identificar fatores associados ao incômodo e percepção de odores. Luginaaah et al. (2002) identificaram que acreditar que a indústria (refinaria de petróleo) causa problemas de saúde e relato de sintomas de saúde (como por exemplo tosse, chiado/problemas respiratórios e náuseas) estavam associados ao incômodo e percepção de odores. Pierrette e Moch (2009) encontraram, a partir do teste de correlação de *Pearson*, que o incômodo com odores parece aumentar com a sensibilidade olfativa e diminuir com o nível de informação que o respondente acredita ter sobre fonte (no caso uma estação de tratamento de dejetos animais). Claeson et al. (2013) testaram um modelo analítico de caminho (*Path analysis*) e concluíram que o nível de exposição não influencia diretamente o incômodo causado por odores e os sintomas de saúde, e que essas relações são mediadas pela poluição percebida e pela percepção do risco à saúde. Wroniszewska e Zwoździak (2020) identificaram que o incômodo com odores estava associado ao que o respondente faz quando os cheiros se tornam irritantes (por exemplo registrar uma reclamação), autoavaliação da saúde (em que a descrição da saúde como ruim aumenta a chance do incômodo), e incômodo com outro tipo de poluição (poluição sonora). Zhang et al. (2021) utilizaram modelos logísticos univariados para relacionar a concentração de odores (em unidades odorantes) com as respostas de incômodo

com odores. As séries temporais das concentrações de odor foram divididas em três períodos: um ano completo, verão e noite de verão. Os autores mostraram que os resultados do modelo de regressão podem representar melhor a realidade das comunidades se as respostas de incômodo obtidas por meio de questionários forem avaliadas separadamente em diferentes períodos do ano, pois o modelo apresentou melhor desempenho preditivo ao associar as respostas de incômodo com as séries temporais de concentração de odores do verão, período que foi relatado maior incômodo.

Os estudos de Eltarkawe e Miller (2018) e Wojnarowska et al. (2020) investigaram, predominantemente, o efeito da poluição odorífera no bem-estar dos indivíduos. Eltarkawe e Miller (2018) quantificaram as relações entre o Bem Estar Subjetivo (BES) e as variáveis independentes (características demográficas e relacionadas ao odor). A partir da regressão logística ordinal foi identificada relação entre o bem-estar, o odor percebido e a aceitabilidade do odor, em que os respondentes que disseram que o ar era limpo (sem poluição odorífera) ou que o odor sentido era fraco (aceitável) apresentaram níveis mais altos de felicidade geral e satisfação com a vida do que os respondentes que reportavam que sentiam odores fortes e desagradáveis. Wojnarowska et al. (2020) usaram análise de correspondência múltipla (ACM) e *Path analysis* e identificaram que a presença de odores intensos e desagradáveis afetava a vida cotidiana dos respondentes, seja na ocorrência de sintomas de saúde como irritação na garganta, dores de cabeça e problemas respiratórios, ou também por estresse e mau humor causado por interrupções de tarefas do dia a dia, como atrapalhar o descanso e recreação em áreas externas da residência. Foi verificado que os odores desagradáveis causam nos indivíduos um sentimento de desânimo para voltar para casa após um dia de trabalho, além de aumentar a chance dos respondentes em considerarem a possibilidade de mudança da atual residência.

Luginaah et al. (2002), Axelsson et al. (2013) e Wojnarowska et al. (2020) identificaram o gênero feminino como o mais sensível para o incômodo com odores. No estudo de Wojnarowska et al. (2020), em que participaram 1992 respondentes com idades entre 18 a 90 anos, foi identificada correlação negativa entre o incômodo causado pelos odores e a idade do indivíduo, que indica que quanto maior é a idade, menor é o incômodo sentido. Os estudos de Pierrette e Moch (2009) e Wroniszewska e Zwoździak (2020) não encontraram diferenças significativas na estimativa de incômodo em relação a gênero, idade e escolaridade.

Os resultados dos estudos anteriores mostram que a identificação de fatores que interferem nas respostas de incômodo pode diferir em cada região de estudo. Por esse motivo não é possível

realizar inferências em comunidades ainda não investigadas. Assim, identifica-se como contribuição para o presente estudo investigar as principais variáveis relacionadas ao sentimento de incômodo causado por gases odorantes por meio da combinação de técnicas estatísticas.

Desse modo, o objetivo deste estudo consiste em identificar fatores qualitativos que interferem na percepção e no incômodo causado por gases odorantes. Este trabalho está organizado em 7 capítulos, conforme sumário apresentado. O capítulo 1 refere-se à introdução, que justifica a realização deste estudo. O capítulo 2 apresenta os objetivos geral e específicos. O capítulo 3 refere-se a revisão de literatura sobre métodos de avaliação do impacto do odor; a legislação sobre odores ao redor do mundo; os fatores qualitativos relacionados ao incômodo causado pelos odores e, finalmente, o incômodo e impactos diretos à saúde associados a diferentes concentrações ou intensidades dos gases odorantes. O capítulo 4 detalha a metodologia utilizada para alcance dos objetivos da pesquisa: pesquisa de opinião e técnicas estatísticas para análise dos dados. O capítulo 5 apresenta os resultados obtidos com as análises das pesquisas de opinião avaliando os aspectos socioambientais considerados preocupantes pelos respondentes, as formas de percepção da poluição do ar, a percepção das fontes identificadas como responsáveis pela emissão dos gases odorantes, as características dos gases odorantes e o incômodo causado, o impacto nas atividades diárias, a influência da sazonalidade e da distância das principais fontes percebidas no incômodo reportado e, finalmente, as variáveis qualitativas que influenciam a percepção do incômodo com a apresentação de um modelo para previsão do incômodo. O capítulo 6 apresenta as conclusões e sugestões para trabalhos futuros. Por último são listadas as referências bibliográficas.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 OBJETIVO GERAL**

Identificar fatores qualitativos que interferem na percepção e no incômodo causado por gases odorantes em região urbana industrializada.

### **2.2 OBJETIVOS ESPECÍFICOS**

1. Analisar a percepção humana sobre os potenciais fontes de gases odorantes existentes em uma região urbana e industrializada e seus impactos;
2. Investigar a influência da sazonalidade no incômodo causado por gases odorantes e suas causas;
3. Propor um modelo estatístico preditivo do incômodo com o odor.

### 3 REVISÃO DA LITERATURA

#### 3.1 METODOS DE AVALIAÇÃO DO IMPACTO DO ODOR

Conti et al. (2020) realizaram uma revisão de métodos sensoriais, analíticos e modelos de dispersão para avaliação do impacto causado por gases odorantes, incluindo vantagens e desvantagens de cada método. Entre as técnicas sensoriais (avaliação feita por examinadores humanos) foram citadas a olfatométrica dinâmica, inspeção de campo e registro de residentes, enquanto para as metodologias analíticas (avaliação realizado por instrumentos) foram citadas a cromatografia gasosa associada a espectrometria de massas (CG-EM), identificação de compostos específicos e nariz eletrônico. Maiores detalhes a respeito dos métodos apresentados no estudo de Conti et al. (2020) são apresentados a seguir.

A olfatométrica é um método no qual pessoas são treinadas para detectar odores por meio de um olfatômetro, em que as concentrações são avaliadas em unidades de odor europeias ( $OU_E$ ), em conformidade com o padrão europeu (CEN EN 13725), que é a unidade de medida de concentração de odores amplamente considerada em legislações ao redor do mundo. Os autores mencionaram como um ponto positivo da adoção da olfatométrica a consideração da percepção humana. Entretanto, nesse método há possibilidade de subestimação do impacto do odor em razão da seleção de painelistas que possuem sensibilidade olfativa média a um odorante de referência, o que diferencia da experiência de uma comunidade, em que são encontradas sensibilidades olfativas variadas. De forma resumida, a inspeção de campo trata-se de uma análise de campo para avaliar diretamente a presença ou ausência de um odor no ar. Esse método é padronizado por uma norma europeia (EN 16841:2016) e assim como na olfatométrica, participam da avaliação painelistas treinados. O método chamado de registros de odores trata-se do monitoramento de episódios de odores feito por moradores, para isso é necessário recrutar um grupo de residentes, o que possibilita uma participação ativa dos membros da comunidade na avaliação do impacto de odores na região por meio do preenchimento de fichas que incluem informações a respeito do tipo de odor percebido, intensidade, data e duração dos episódios de odores. Os autores mencionam que esse é um método de baixo custo, apesar de ser necessário um certo treinamento para instruir os participantes na realização dos registros de odores, e é vantajoso ao promover o engajamento de residentes expostos aos poluentes. Entretanto os autores ressaltam que as respostas irão sofrer a influência das características dos respondentes, que é um ponto também evidenciado por Hayes et al. (2014) em outro estudo de revisão de métodos de avaliação de impacto de odores. Neste estudo, os fatores que influenciam as

variações de reações aos odorantes incluem aspectos demográficos, como idade, ocupação, gênero e estado civil, além de hábitos, como o tabagismo, e outras variáveis como a percepção de risco e questões ambientais. Hayes et al. (2014) também mencionam outros métodos de coleta de dados juntos às comunidades além dos registros de odores, como pesquisas envolvendo questionários estruturados aplicados a uma amostra estatística representativa da população impactada por gases odorantes e pesquisas qualitativas, que envolvem entrevistas feitas com uma pequena parcela de pessoas que residem na comunidade e permite maior detalhamento das percepções dos indivíduos. Em relação as técnicas analíticas, Conti et al. (2020) citam que a análise físico-química dos gases odorantes por meio da cromatografia gasosa associada a espectrometria de massa (CG-EM) permite identificar e quantificar os componentes químicos odoríferos. Nessa técnica, o CG separa os componentes químicos da amostra e a EM mede as quantidades de cada um dos componentes. Como vantagem é apontada a precisão dos dados obtidos, entretanto como desvantagens encontrou-se o alto custo e a falta da análise da percepção humana do odor, devido a concentração estar abaixo do nível de detecção dos equipamentos de medição. Por esse motivo, os autores sugeriram, ainda, que a avaliação do odor seja complementada por um método sensorial. Já a identificação de compostos específicos utilizada para a análise de gases traçadores de uma fonte específica, em que um único gás, por exemplo,  $\text{NH}_3$  ou  $\text{H}_2\text{S}$ , é identificado. Entretanto ao considerar um composto químico individualmente esse método não é satisfatório para avaliar a percepção efetiva do odor. O nariz eletrônico simula o sistema olfativo humano ao classificar amostras odorantes a partir de sensores que transmitirão a resposta para computadores. Entretanto, antes da avaliação, o nariz eletrônico precisa ser treinado para ser capaz de identificar os odores característicos na região onde será instalado, sendo possível realizar monitoramento contínuo, contanto que o equipamento seja revisado constantemente. Um dos pontos negativos citados pelos autores em relação a utilização do nariz eletrônico na avaliação de odores é a falta de regulamentação específica que padronize o método e a complexidade do instrumento. Por último, os autores mencionam diferentes abordagens de modelos de dispersão que possuem como objetivo realizar simulações computacionais do transporte de poluentes na atmosfera a partir da inclusão de dados meteorológicos, orográficos e taxas de emissão desses poluentes. Como vantagem tem-se a estimativa dos níveis exposição à gases odorantes por meio da concentração desses gases calculadas em diferentes pontos receptores, e como desvantagem são citadas as variações que podem ser encontradas nos resultados a depender do modelo de dispersão escolhido para utilização.

Hayes et al. (2017a) realizaram um estudo que aplicou de forma combinada alguns dos métodos citados anteriormente. O estudo teve como objetivo avaliar as variações de sensibilidade olfativa, a fim de representar o impacto percebido por uma comunidade sobre odores ambientais. A metodologia adotada se dividiu em três etapas. Primeiro, as amostras de odor foram coletadas em três estações de tratamento de esgoto localizadas em Sydney, na Austrália, seguindo padrões australianos (AS/NZS 4323.4:2009) e foram analisadas pelo método CG-EM/O (cromatografia gasosa-espectrometria de massa associada a olfatométrica) com a participação de avaliadores de média e alta sensibilidade olfativa. Na segunda etapa foram construídas duas rodas de odores, uma roda de processamento de biossólidos e uma roda de odor comunitária. A roda de odores de processamento de biossólidos foi construída a partir de descritores evidenciados na literatura e análises de amostras de odor de mais 5 ETEs, com os mesmos métodos da etapa 1, e o painel foi composto de avaliadores com sensibilidade olfativa média. Foi adotada linguagem simples e comum para todos os *stakeholders*, e que facilitasse a utilização por pessoas não treinadas, como membros da comunidade e operadores das ETEs. Para implementação foi selecionada uma ETE (com sistema de monitoramento online), e utilizou-se como critério ela estar localizada em uma região costeira onde recentemente havia sido construído um conjunto habitacional. Os operadores da referida ETE participaram de workshops, e nessas ações eles realizaram testes com amostras de odores para que se familiarizassem com os diferentes cheiros e aprendessem a operar a plataforma desenvolvida. Membros da comunidade que já tinham históricos de reclamações com odores foram recrutados para terem acesso a plataforma online. Como resultados são apresentadas diferenças consideráveis no número de registros de eventos de odor e descritores dos odores entre participantes de diferentes sensibilidades olfativas. Os autores argumentam que métodos padronizados de avaliação de impacto de odores que consideram somente a sensibilidade olfativa média não refletem o impacto dos odores nas comunidades, e que painelistas de sensibilidade alta deveriam ser incluídos por serem os que mais sofrem os impactos do odor. Sobre a plataforma online de monitoramento de odores, no período de junho de 2016 a dezembro de 2016 foram feitos 2 registros por membros da comunidade, sendo um deles relacionado a ruído e outro a odor, e 19 registros de odor por operadores da ETE. A baixa participação de membros da comunidade indica que a planta está operando bem o suficiente para não causar reclamações, pois nesse período também não houve nenhum registro de reclamação em outros canais. Quanto aos registros realizados pelos operadores da ETE, a participação efetiva dos funcionários contribuiu no sentido de trazer informações mais refinadas atreladas aos registros de odores, pois com os conhecimentos técnicos e dos processos

realizados, puderam, na maioria das vezes, associar a qual processo específico a origem do odor poderia ser atribuída. Dessa forma, as ferramentas aplicadas permitiram tornar mais próxima a relação entre a comunidade e fonte odorífera, com uma plataforma de registro de odores em tempo real, e que foi simplificada por meio da utilização da roda de odores comunitária.

### 3.2 LEGISLAÇÃO SOBRE ODORES AO REDOR DO MUNDO

Brancher et al. (2017) resumiram as principais abordagens para avaliação de impactos de odores em diferentes jurisdições ao redor do mundo. Entre elas, destaca-se a abordagem de impacto máximo estipuladas por percentis (nível de conformidade), limites de concentrações de odores nos receptores, distâncias de separação das fontes e receptores e níveis de incômodo. Os autores apontaram a abordagem do padrão de impacto máximo com a aplicação de limites de concentração de odor como a mais comum, sendo utilizada em países como EUA, Alemanha, China, Japão, Chile, França, Dinamarca, entre outros. Entretanto, Brancher et al. (2017) ressaltaram que os limites de concentrações de odor, percentis e fatores de razão entre pico e média da concentração de odor ou de um gás odorante recomendados pelas diferentes jurisdições são altamente variáveis, e demonstram falta de harmonização. Também é destacado que as diretrizes para avaliação de impacto de odores não têm como objetivo eliminar a poluição por odores, mas minimizar os impactos nas comunidades expostas. A abordagem de níveis de incômodo adotada na Nova Zelândia, inclui a participação da comunidade utilizando pesquisas de opinião que avaliam o impacto do odor por meio do percentual de pessoas incomodadas em uma região. Algumas regiões do Brasil utilizam a abordagem de estabelecimento de critérios de impacto de odor restritos a compostos químicos individuais relacionados ao odor, e não a mistura de odores em si, o que é também observado em algumas províncias e territórios canadenses. Relativamente a legislação federal, somente são encontradas referências a gases odorantes para a emissão gás odorante específico emitido por indústrias de celulose.

Bokowa et al. (2021) também realizaram uma revisão das abordagens regulatórias de odor em diferentes países ao redor do mundo. Os autores identificaram que as políticas de odores são altamente variáveis não somente entre os países, mas também entre os estados, cidades ou províncias. De forma geral, observa-se que existem jurisdições que não possuem nenhuma referência na legislação ambiental relacionada a odores, outros que possuem padrões somente para compostos químicos individuais relacionados ao odor (odorantes específicos como por exemplo amônia e sulfeto de hidrogênio) e países que avaliam odores em aspectos múltiplos, que contemplam a avaliação dos fatores FIDOL, relacionados a frequência (nível de

conformidade associado a um percentil), intensidade, duração dos episódios de odores, ofensividade e localização dos odores em relação aos receptores sensíveis.

No mesmo estudo os autores citam que na Europa, os países que constituem a União Europeia regulamentam os odores pela Diretiva de Emissões Industriais (DEI), que determinam a utilização das melhores tecnologias disponíveis (MTD) com o objetivo de reduzir as emissões industriais, e incluem limites de emissão de odores para diferentes setores industriais, tais como gestão de resíduos, indústria química, mineral e pecuária. Os autores mencionam alguns países da Europa, que além de seguir os preceitos da DEI, também implementaram políticas específicas de odor, como por exemplo a Alemanha, França, Itália e Espanha. Os autores relataram que na Austrália e Nova Zelândia o odor é a principal causa de reclamação de poluição ambiental. Desse modo, existem critérios de avaliação de odores nesses países, que comparam resultados de modelos de dispersão com diretrizes específicas do país, sendo possível determinar se as concentrações máximas permitidas ultrapassaram o nível máximo de excedência permitido (percentil de conformidade).

Por último, no estudo é apresentado um resumo contendo exemplos de abordagens para regulamentações de odor em alguns países selecionados, que são as concentrações máximas de odorantes específicos, medições de odores na fonte, distâncias de separação, registro de reclamações e avaliação da exposição (relacionada a concentração de odores nos receptores). Como exemplos de países que estabeleceram critérios de avaliação baseados na concentração de odorantes específicos os autores citaram os Estados Unidos, Espanha, Canadá e Austrália. Para o método de avaliação das emissões das concentrações de odores nas fontes foram citados o Japão, China, Colômbia, Canadá (Quebec), Alemanha e Reino Unido. Em relação ao estabelecimento de distâncias de separação foram citados os EUA, Canadá, Austrália e Nova Zelândia. Para a avaliação da exposição, os autores deram como exemplo a Itália (Lombardia, Piemonte, Trento) e Canadá, que utilizam modelos de dispersão, a Alemanha e Reino Unido que utilizam a inspeção de campo, e os EUA (Estados e Municípios) que utilizam a olfatomia de campo. Os autores comentam que há um movimento crescente para a implementação de regulamentos que incluam critérios de impactos para odores, e que um dos desafios para a avaliação dos impactos está relacionado a padronização dos métodos de avaliação.

### 3.3 FATORES RELACIONADOS A PERCEPÇÃO E INCÔMODO CAUSADO PELOS ODORES

Nesta seção serão apresentados alguns estudos comunitários que tiveram como objetivo avaliar a problemática da poluição odorífera. Na tabela 1 é apresentado um resumo dos estudos contendo principalmente os fatores que estão relacionados a percepção e incômodo causado por gases odorantes.

Luginnah et al (2002) realizaram um estudo com o objetivo de avaliar as mudanças na percepção de odor, incômodo e autorrelato do estado de saúde atribuível ao plano de redução de odor de uma refinaria de petróleo localizada em Oakville (Canadá). As pesquisas comunitárias foram realizadas em 1992 ( $n=391$ ) e 1997 ( $n=427$ ), antes e após a implementação de medidas de redução de emissões odoríferas da refinaria. As entrevistas foram realizadas por telefone. O questionário incluiu questões de saúde gerais e relacionadas a poluição por odores, problemas emocionais, questões sobre bem-estar, incômodo e frequência de percepção de odores, e questões sociodemográficas. Os sintomas cardinais eram aqueles que provavelmente eram o resultado de propriedades irritantes do odor e incluíam tosse, chiado/problemas respiratórios, náusea, etc. Os sintomas gerais foram aqueles mais prováveis de resultar de mecanismos mediados pelo estresse relacionados ao incômodo do odor e incluíam dores de cabeça, problemas de sono, tonturas, etc. Modelos de regressão logística foram estimados para uma série de variáveis de desfecho (são elas: frequência de percepção de odores, grau de incômodo e sintomas de saúde cardinais e gerais). Os modelos foram executados usando um algoritmo de eliminação passo a passo para trás dentro de cada bloco (*stepwise*). Os preditores mais fortes da percepção de odor foram: ano que a entrevista foi realizada (entrevistados na amostra de 1992, em oposição a 1997, eram mais propensos a relatar percepção de odor frequente), distância da refinaria (respondentes que residem mais perto da refinaria foram mais propensos a perceber odores em ambos os anos) e relato de sintomas cardinais. Os moradores que estavam geralmente insatisfeitos com a localização da refinaria em sua comunidade ou que acreditavam que a refinaria afetava sua saúde, também eram mais propensos a perceber odores com frequência. Residentes mais jovens eram mais propensos a perceber odores com frequência. Para o modelo do grau de incômodo com odores as variáveis significativas são relacionadas a crenças, insatisfação com a refinaria na comunidade e variáveis de exposição (ano que a pesquisa foi realizada e distancia da refinaria), perfil do respondente (emprego, idade, gênero) e relato de sintomas cardinais. Moradores mais jovem e moradores que relataram insatisfação com a refinaria na comunidade ou que acreditavam que a refinaria

afetava sua saúde relataram muito incômodo com o odor. Os homens que também estavam insatisfeitos com a refinaria na comunidade eram mais propensos a expressar um grande incômodo. As mulheres que viviam na comunidade por mais tempo também eram mais propensas a relatar serem altamente irritadas. No geral, os resultados mostram a reavaliação positiva da refinaria pela comunidade.

Pierrette e Moch (2009) realizaram um estudo na França com o objetivo de definir fatores ligados ao nível de incômodo olfativo sentido por residentes que vivem próximos a um local industrial. A região de estudo possui uma estação de tratamento de dejetos animais, que opera uma planta de beneficiamento e processamento de subprodutos animais e uma planta de abate sanitário para bovinos, ovinos e caprinos. No mesmo local também está instalada uma estação de tratamento coletivo de águas residuais industriais. Como métodos foram aplicados questionários a 199 moradores, que incluía aspectos relacionados a qualidade de vida, diversos incômodos encontrados no local de moradia, bem como sobre a fábrica e seus odores. Os dados foram analisados utilizando testes de correlação de *pearson*, ANOVA e regressão logística para predição do incômodo. Correlações de *pearson* foram calculadas entre o nível de incômodo e as variáveis contínuas que medem as características dos odores (frequência de percepção, hedonismo, intensidade de periculosidade, imprevisibilidade), bem como fatores individuais (sensibilidade percebida, nível de informação sobre a fábrica) e contextual (imagem da fábrica). ANOVAs foram realizadas para as variáveis sexo, idade e tempo de residência. Foram identificadas correlações significativas positivas do incômodo com as variáveis “frequência de percepção”, “intensidade dos odores”, “imprevisibilidade do odor”, “periculosidade do odor para a saúde”, “sensibilidade olfativa”, e negativa com a variável “nível de informação que sentem ter sobre a fábrica”. O incômodo parece aumentar com a sensibilidade olfativa e diminuir com o nível de informação que sentem ter sobre a indústria. Nos testes de ANOVA não foram encontradas diferenças significativas na estimativa de incômodo em relação a gênero, idade e se reside há mais ou menos tempo em seu local de residência. O modelo de regressão logística mostra quatro fatores preditivos do incômodo do odor que são: sensibilidade olfativa percebida, imprevisibilidade e intensidade dos odores e acreditar que a indústria é poluidora.

Axelsson et al. (2013) estimaram a ocorrência de longo prazo e a mudança potencial ao longo do tempo do incômodo devido ao odor industrial e ruído industrial e de preocupação com os efeitos à saúde. O estudo foi realizado em comunidades próximas a maior indústria petroquímica da Suécia. Três pesquisas de opinião foram realizadas em períodos distintos

(1992, 1998 e 2006) na região de interesse e uma área de controle, sem indústrias petroquímicas. Os questionários postais foram enviados às pessoas selecionadas. Na área de exposição participaram 764, 855 e 554 respondentes nas pesquisas realizadas em 1992, 1998 e 2006, respectivamente. Na área de controle participaram 854, 976 e 198 respondentes no mesmo período. Os autores aplicaram regressão logística múltipla cujos resultados revelaram uma prevalência significativamente menor de incômodo na primeira pesquisa (1992), enquanto o incômodo por ruído industrial aumentou significativamente ao longo do tempo. O risco de incômodo por odor aumentou com o sexo feminino, preocupação com efeitos na saúde, incômodo por escapamentos de veículos motorizados e ruído industrial. Os empregados da indústria petroquímica mostraram-se menos preocupados com efeitos à saúde e acidentes, provavelmente devido a uma atitude mais positiva em relação a esta indústria.

Claeson et al. (2013) realizaram um estudo com o objetivo de descrever as inter-relações entre poluição do ar odorífera em níveis de exposição não tóxica, poluição percebida, percepção de risco à saúde, incômodo e sintomas a saúde. O estudo foi realizado em uma comunidade na Suíça com queixas frequentes de poluição do ar odorífera emitida por uma instalação de biocombustível. O número de respondentes foi igual a 722. Análises de caminho (*Path Analysis*) foram realizadas para testar a validade do modelo hipotético, que é uma forma de modelagem de equação estrutural para testar e estimar relações causais usando uma combinação de dados estatísticos e suposições causais qualitativas. Os autores concluem que a poluição percebida e a percepção do risco à saúde desempenham papéis importantes, e talvez mais do que o nível de exposição à poluição, na compreensão e previsão de incômodo e sintomas à saúde em ambientes com poluição do ar.

Blanes-Vidal (2015) investigou as associações diretas e indiretas entre exposições residenciais a amônia, incômodo com odor e sintomas de saúde na Dinamarca. A principal fonte de poluição do ar nas áreas de estudo está relacionada ao manuseio, armazenamento, tratamento e descarte de resíduos agrícolas e de animais, e a amônia é um poluente típico liberado dessas atividades. No estudo a amônia é usada como um marcador para exposição à poluição do ar. A pesquisa contou com 454 respondentes que responderam os questionários no período de outubro de 2011 a fevereiro de 2012. O questionário estruturado possui questões sociodemográficas, perguntas sobre o ambiente externo, como: grau de incômodo causado pelo odor e origem, e a terceira parte do questionário referia-se a sintomas físicos e saúde. Cinco sintomas de saúde foram considerados neste estudo: tontura, dificuldade de concentração, dor de cabeça, fadiga não natural e náusea. Os residentes foram solicitados a estimar a frequência dos sintomas nos

últimos dois anos. A concentração de amônia foi estimada a partir de dados resultantes de modelos de emissão-dispersão (modelo de transporte de longo alcance euleriano, DEHM, e o modelo de deposição de transporte em escala local, OML-DEP). Os dados de emissão foram obtidos por meio de inventários de emissões dos anos de 2005 a 2010. As associações entre exposição, incômodo e sintomas foram analisadas por meio de análise de regressão logística binomial multivariada. Como resultados tem-se que cerca de 45% dos respondentes se sentem pelo menos um pouco incomodados com a poluição por odores nas suas residências. Todos os entrevistados indicaram que o odor percebido era odor de resíduos agrícolas ou de gado. A prevalência de incômodo devido à poluição por odor ambiental foi maior com o aumento das exposições. Em relação aos sintomas, observou-se uma prevalência ligeiramente maior de aumento da frequência de tontura, dificuldade de concentração e fadiga não natural entre os moradores expostos a níveis mais elevados de concentrações de amônia em seus domicílios. A exposição residencial à concentração de amônia foi significativamente associada ao incômodo com o odor. O modelo de regressão mostrou que o incômodo com odores estava positivamente associado ao aumento da frequência de quatro sintomas: tontura, dificuldade de concentração, dor de cabeça e fadiga.

Hayes et al. (2017b) realizaram um estudo em um município da costa leste da Austrália com o objetivo de identificar os fatores que predisõem um membro da comunidade a sentir o impacto do odor. A região de interesse da pesquisa se dividiu em 3 locais com ETEs, um deles com um considerável histórico de reclamações de odores (mais de 200 reclamações entre os anos de 2004 e 2014), o segundo com um baixo histórico de reclamações (2 reclamações para o mesmo período) e uma região de controle (sem ETEs e sem reclamações de odor). Foi realizada pesquisa de opinião para moradores de uma distância máxima de 3 km da ETE, utilizando amostragem aleatória estratificada. Foram distribuídos 720 questionários e obteve-se um total de 140 respostas. O questionário contemplou questões relacionadas à saúde, controle percebido, percepção do impacto do odor e demografia. A análise dos dados se deu, inicialmente, por testes de qui-quadrado ou ANOVA, que estabeleceram as relações significativas entre a variável resposta e outros itens do questionário. Considerou-se como variável resposta à pergunta: “Existem cheiros e odores perceptíveis na sua comunidade que afetam você de alguma forma?”. Os itens significativamente relacionados ao impacto do odor foram compilados em um grupo de regressão logística binária. Os autores concluíram que a maior parte dos respondentes identificaram as ETEs como fonte dos odores percebidos e que os participantes da pesquisa que relataram uma associação negativa com a ETE tinham mais chances de registrar

uma reclamação de odor. A influência da distância da ETE na percepção do impacto do odor também foi avaliada, e para isso considerou-se 3 faixas de distâncias (0 a 1 km, 1 a 2 km e 2 a 3 km). A faixa de 0 a 1 km apresentou a maior influência na percepção do impacto com odores. As variáveis explicativas selecionadas para o modelo de regressão logística binária foram “Avaliação do incômodo com odor de águas residuais”, “Estou preocupado com a industrial local”, “Sinto que o parque industrial local está causando um impacto ambiental perceptível” e “Sinto que o local industrial está afetando meu ambiente por meio de seu cheiro”). Fatores sociodemográficos como gênero e escolaridade não apresentaram associação com o impacto com o odor. O modelo proposto pode determinar a probabilidade de impacto do odor com 87% de certeza (força relativa do modelo), e é mais eficaz para prever uma resposta negativa ao impacto, pois foi obtido um número insuficiente de respostas de indivíduos que relataram queixas de odores. Os autores observaram que o problema com odores pode não ser uma questão ambiental tão grave na região de estudo, e sugerem, para estudos futuros, direcionar a pesquisa para regiões mais afetadas pelo impacto do odor, com o objetivo de aumentar a confiabilidade do modelo preditivo.

Eltarkawe e Miller (2018) investigaram se os odores de fontes industriais prejudicam o bem-estar subjetivo (BES) de residentes em North Denver e quatro comunidades no Colorado. A região de estudo possui diversos tipos de indústrias, entre elas fábricas de asfalto, refinaria de petróleo, fabricação de alimentos para animais de animais e ETEs. A pesquisa foi aplicada no formato online e possui 60 questões que abrange aspectos relacionados ao bem-estar subjetivo (BES) (48 perguntas), odores (5 perguntas) e informações demográficas (7 perguntas). A pesquisa contou com 326 respondentes. Os participantes foram convidados a responder a pesquisa quatro vezes de forma voluntária durante o período de estudo de um ano (uma vez a cada três meses). O objetivo da coleta de dados da pesquisa on-line foi quantificar quaisquer relações entre o BES e as variáveis independentes (características demográficas e relacionadas ao odor). Para medir o BES, três aspectos do BES foram usados: bem-estar avaliativo (BEA), que é uma medida de sentimento geral, como felicidade e satisfação com a vida, o bem-estar hedônico positivo (+BEH), que é uma medida de sentimento positivo recente, como se sentir feliz nos últimos dias, e o bem-estar hedônico negativo (-BEH), uma medida de sentimento negativo recente. Todas as variáveis dependentes foram organizadas em ordem crescente, de pontuações de menor bem-estar para maiores pontuações de bem-estar. Como variáveis explicativas (independentes), foram escolhidas duas variáveis de interesse relacionadas ao odor (odor percebido e aceitabilidade do odor), além de três variáveis demográficas (emprego, idade

e sexo). O teste qui-quadrado foi utilizado para explorar as relações entre as variáveis dependentes e independentes. Um modelo de regressão logística ordinal também foi aplicado para quantificar as associações entre as variáveis. Análise de Componentes Principais (ACP) foi aplicada para justificar a seleção das principais perguntas relacionadas ao bem-estar a serem analisadas, dado que o questionário é composto de 24 questões que poderiam medir diretamente o bem-estar. Nos testes de qui-quadrado de independência, tanto o odor percebido quanto a aceitabilidade do odor apresentaram associação com a todas as medidas de sentimento geral BEA (o participante está feliz em geral e está satisfeito com seu padrão de vida) e uma medida de sentimento positivo recente +BEH (o participante está satisfeito com a vida atualmente). A regressão logística ordinal mostrou que os participantes que estavam empregados e as participantes do sexo feminino apresentaram níveis mais elevados de BES. Em relação a exposição ao odor, foi verificado que os participantes que relataram que o ar é agradável ou o odor é altamente aceitável apresentaram níveis mais altos de felicidade geral e satisfação recente, enquanto os participantes que relataram que o ar tinha odor forte tiveram níveis mais baixos de satisfação. Em relação a aceitabilidade do odor, participantes que relataram que o odor era altamente aceitável apresentaram níveis mais altos de bem-estar avaliativo. Como potencial variáveis de confusão, os autores verificaram que o gênero parece estar associado ao odor percebido ( $p = 0,04$ ). Na análise dos dados longitudinais para verificação do impacto da sazonalidade, foi obtido um baixo número de respostas, em que somente 55 pessoas responderam ao questionário pelo menos duas vezes. De todo modo, os dados mostraram que os níveis de satisfação estiveram ligeiramente associados à sazonalidade. As satisfações com os padrões de vida aumentaram ligeiramente durante o quarto trimestre do ano (outubro a dezembro).

Wojnarowska et al. (2020) avaliaram o nível de incômodo de odor e a qualidade de vida relacionada na parte sudeste de Cracóvia (Płaszów - Polônia). Na região de estudo existem diferentes fontes de odores, como plantas industriais, estação de tratamento de esgoto e plantas de processamento de resíduos. No estudo assumiu-se como qualidade de vida dois principais aspectos: conforto de vida e o aspecto da saúde. Em que conforto refere-se a um estado de bem-estar de curto prazo, e saúde, ao bem-estar de longo prazo). A metodologia contemplou uma parte qualitativa e outra quantitativa. A qualitativa inclui a análise de conteúdo em fóruns da internet e sites de redes sociais (*Facebook*) em relação a preocupações com o incômodo de odor, e entrevistas etnográficas em profundidade com 14 moradores. E a quantitativa inclui a coleta de dados por meio de um questionário em conformidade com as diretrizes VDI 3883 (norma

alemã) com o objetivo de analisar os fatores que constituem a origem do odor desagradável e a avaliação do grau de incômodo dos residentes. Os questionários foram aplicados a 2.000 respondentes. Para a análise dos dados quantitativos foram feitas comparação dentro de dois grupos usando o teste U de *Mann-Whitney* (respostas do gênero masculino e feminino), correlação analisada por meio do coeficiente de correlação de *spearman*, análise de correspondência múltipla (ACM) utilizada para obter um *bi-plot* apresentando a correlação entre as variáveis categóricas, e *path analysis* (análise de caminho) para definir a correlação entre intensidade do odor, fatores de saúde, conforto de vida e arrependimento decorrente da necessidade de se mudar. Como resultados da parte qualitativa tem-se que as fontes de emissão de odores mais citadas foram a estação de tratamento de esgoto, seguida da usina de compostagem. Segundo relatos dos moradores, os odores desagradáveis ocorrem com maior frequência à noite e que o maior incômodo de odor é observado no verão, em dias quentes, antes de uma tempestade. Alguns moradores também sinalizaram que os cheiros são tão incômodos que os impedem de abrir as janelas e causam problemas para dormir ou permanecer dormindo. De forma resumida, os resultados da parte quantitativa mostram que quanto mais intenso e desagradável o odor, menor é a resistência do respondente em se mudar de sua casa atual. Quanto mais tempo as pessoas vivem na área, menos negativos são seus sentimentos em relação a odores, o que pode significar que se acostumam com o ambiente em que vivem. Os odores desagradáveis têm maior impacto nos fatores de saúde, que por sua vez determina a sensação de conforto de vida. A idade do respondente apresentou correlação positiva com os fatores “problemas respiratórios” e “acordar à noite”, e correlação negativa com a “irritação e mau humor”, “incapacidade de abrir a janela”, “pendurar a roupa suja” e “dificuldades de descanso e recreação”. A correlação positiva indica que quanto maior a faixa etária, mais grave são esses inconvenientes, enquanto a correlação negativa indica o contrário. Por meio da ACM verificou-se que fatores psicológicos (irritação) tiveram um impacto mais forte na falta de conforto e falta de vontade de voltar para casa. Em relação ao conforto da vida, os odores desagradáveis apresentaram um impacto mais forte na incapacidade de abrir a janela, pendurar a roupa e constituem um obstáculo à recreação e ao descanso. No que diz respeito aos fatores de saúde, a intensidade do odor está mais fortemente correlacionada com dores de cabeça, irritação nos olhos e dificuldades respiratórias. Na *Path Analysis* foi identificado que a intensidade do odor tem uma correlação significativa e forte com irritação e resistência em voltar para casa. Os problemas de saúde também afetam o conforto e a falta de vontade de voltar para casa.

Goshin et al. (2020) analisaram o impacto da poluição do ar por odor na saúde, estado emocional e qualidade de vida de adultos residentes a diferentes distâncias de fontes industriais de odor. Foi selecionada para o estudo uma cidade da Rússia com cerca de 50.000 moradores e que possui diversas fontes de odores, tais como: uma fábrica de café, uma fábrica de farinha de ossos, uma fábrica de açúcar e um aterro de resíduos sólidos. O estudo com a participação de 214 respondentes residentes na faixa de distância de 1500 m a 5 km das fontes de odores. O questionário consistia em um cartão de entrevista contendo 46 questões que incluem uma avaliação abrangente da percepção da situação ambiental, análise dos principais sintomas de doenças e os resultados da autoavaliação dos entrevistados sobre seu estado de saúde, qualidade de vida e gravidade do estresse emocional. As entrevistas foram feitas pessoalmente. Foi aplicado análise de agrupamento utilizando o método de k-médias a fim de identificar categorias (clusters) de respondentes com características semelhantes em função da avaliação subjetiva das causas dos problemas de saúde. A pergunta base para essa análise foi a seguinte: “O que você acha que poderia ser a causa dos seus sintomas? ”. As comparações intergrupos foram realizadas de acordo com o teste de *Mann-Whitney* e qui-quadrado. A partir da análise das respostas dos moradores verificou-se que o grau de incômodo dos moradores pelos odores diminuiu com o aumento da distância entre as residências e as fontes, apenas 7% dos entrevistados não estavam preocupados com cheiros externos e mais de 30% dos respondentes se preocupam com o impacto dos odores na saúde. Como resultado da análise de agrupamento, foram identificados dois grupos. O primeiro grupo (grupo 1) liga as causas de seus sintomas com o estado do meio ambiente, incluindo a qualidade da água potável, alimentos, poeira, mas principalmente com a poluição do ar e a presença de odores estranhos. Outro grupo (grupo 2) vê as causas dos problemas de saúde principalmente em fatores como estresse cotidiano, problemas no trabalho, problemas na família e doenças em geral. A proporção de respondentes do primeiro grupo é de 34,2% da amostra, e do cluster 2 - 65,8% do total de respondentes. Os representantes da primeira categoria notaram a presença de odores com maior intensidade e frequência. Diferenças significativas na frequência de várias doenças também foram reveladas entre os dois grupos: pessoas que estavam preocupadas com o possível impacto da poluição ambiental na saúde (grupo 1) notaram mais frequentemente a presença de doenças do ouvido, nariz e garganta, órgãos respiratórios, doenças alérgicas, doenças do aparelho circulatório, doenças oculares e doenças do sistema endócrino, enquanto o grupo de moradores que associa mais seus sintomas ao estresse cotidiano, problemas na família e no trabalho (grupo 2) é mais provável ter doenças do sistema nervoso e dos órgãos digestivos. Entre os dois grupos não

foram encontradas diferenças significativas em relação ao gênero, idade, características socioeconômicas e indicadores de bem-estar subjetivo.

Wroniszewska e Zwoździak (2020) realizaram um estudo na Polônia com o objetivo de avaliar o impacto de fatores externos na percepção de incômodo de odor. As investigações foram realizadas em torno da estação de tratamento de esgoto, localizada na Grande Polônia. Nessa região existe um grande número de reclamações sobre incômodo com odores. A planta está localizada a oeste dos edifícios residenciais a uma distância de cerca de 200 m. Durante todo o período do estudo (estação verão e outono-inverno 2011) foram realizadas 520 medições de campo das propriedades do odor (frequência, intensidade e tom hedônico, baseadas na norma alemã VDI 3882), aplicados 108 questionários pessoalmente a moradores locais para avaliação do incômodo e como técnica estatística utilizaram um modelo de regressão logística binária. Toda a área de pesquisa foi dividida em três zonas, em que a zona 1 está localizada mais próxima da usina. O questionário continha perguntas sobre dados demográficos, estado do meio ambiente e poluição, com ênfase na poluição do ar e incômodos causados por odores. No modelo de regressão proposto a variável dependente é o incômodo com odor (pergunta de escala numérica), transformada em variável dicotômica. Para seleção das variáveis explicativas foi utilizada uma abordagem de eliminação para trás (*Backward Stepwise regression*), em que o modelo se inicia com todas as variáveis independentes, e é testada a eliminação de cada uma delas, de forma a encontrar um modelo reduzido que melhor explique os dados. Os resultados das medições de campo mostraram que os moradores da zona 1 são os mais vulneráveis à presença de odores. O odor mais intenso vem do prédio do secador de lodo (4 – forte). Mais de 80% dos respondentes atribuíram a estação de tratamento de esgoto como a principal fonte do mau cheiro na área estudada. Na zona 1, mais de 50% dos entrevistados acreditavam que o incômodo de odor era extremo. Sobre os problemas de saúde nos últimos 2 anos, mais de 30% das pessoas se queixaram de dores de cabeça, mais de 20% de problemas respiratórios e mais de 10% de náuseas inexplicáveis. Em relação a saúde em geral, mais de 40% das pessoas da Zona 1 a avaliaram como “ruim”. A poluição do ar foi o fator mais citado como responsável por afetar negativamente o meio ambiente, em segundo lugar ficou a poluição sonora. As variáveis significativas no modelo foram: intensidade de odores do secador de lodo e tanques de decantação primários, o que o respondente faz quando os cheiros se tornam irritantes (por exemplo registrar uma reclamação), autoavaliação da saúde, e incômodo com ruído. Os valores individuais dos *Odds Ratio* indicam que a alta intensidade de odores do secador de lodo e de tanques de decantação primários aumenta em mais de duas vezes a chance de incômodo com o

odor. Além disso, para as pessoas que estão focadas em tentar resolver o problema de odores incômodos e para aquelas que descrevem sua saúde como “ruim”, essa chance aumenta duas vezes. A exposição mais prolongada a odores de baixa intensidade minimiza a chance de sensação de incômodo, o que pode ocorrer devido ao cheiro se tornar habitual ao indivíduo. O modelo final não incluiu variáveis como idade, sexo e escolaridade.

Zhang et al. (2021) realizaram um estudo na China com o objetivo de explorar a relação dose-resposta entre a exposição modelada e o incômodo com odores. O estudo foi realizado na região de Tianjin, em uma ETE. O odor da ETE foi mensurado utilizando o método do saco de odor triangular (conforme a regulamentação chinesa) e as concentrações de odor nos receptores (moradores da comunidade) foram estimados utilizando o modelo de dispersão CALPUFF. Questionários comunitários foram aplicados em doze regiões urbanas no entorno da ETE para avaliar o incômodo causado pelo odor. A pesquisa foi realizada pessoalmente em junho de 2018 e no total participaram 126 respondentes. O questionário foi desenvolvido com base na norma alemã VDI3883 e estudos anteriores (HAYES et al., 2017b; MIEDEMA; HAM, 1988) e consistia em duas seções principais. A primeira parte incluiu dados sociodemográficos e a segunda parte se referiu a estressores ambientais, incluindo satisfação do ambiente de vida e origem da poluição. Em relação aos cheiros desagradáveis de esgoto, as questões incluíam: grau de intensidade do odor percebido (escala de 6 pontos) e grau de incômodo (escala de 5 pontos). A relação entre a exposição ao odor e o incômodo foi investigado usando modelos logísticos univariados binomiais. Para que fosse possível comparar os resultados da exposição com a percepção dos respondentes, a concentração do odor foi ponderada pelos fatores de confusão: fator de pico à média (transformação da concentração média de 1h para períodos de tempo menores) e avaliação no questionário do período do ano (estação do ano relacionada) e do dia que os respondentes se sentem incomodados, para enfatizar os horários que os moradores são mais sensíveis ao odor. Para os modelos binomiais, as variáveis de desfecho dos graus de incômodo do odor foram dicotomizadas em dois escores (score = 0, derivado de “não incomodado”, “ligeiramente incomodado”; e pontuação = 1, derivado de “moderadamente incomodado”, “muito incomodado”, e “extremamente irritado”). Os resultados mostraram que cerca de 40% dos respondentes se incomodam com o odor de esgoto em seus domicílios. O verão foi a estação em que foi relatado maior incômodo pelo cheiro de esgoto, e o período do dia de maior incômodo foi o noturno. Todas as variáveis de exposição ao odor foram positivamente associadas ao incômodo com odor. No geral, a qualidade do ajuste e capacidade preditiva mostraram que os valores obtidos pelas séries temporais de concentração para os

períodos de “verão” e “noite de verão” tiveram melhor desempenho preditivo de respostas de incômodo do que “um ano inteiro”, principalmente por “noite de verão”. Os resultados esclarecem que o episódio de odor deve ser ponderado pela hora do dia e pela época do ano ao estudar o incômodo do odor.

Tabela 1 - Resultados resumidos dos estudos comunitários

Estudo	Técnicas estatísticas empregadas	Principais resultados
Luginaah et al. (2002)	Regressão logística para diferentes variáveis de desfecho (freq. percepção de odores, grau incômodo e sintomas de saúde).	Moradores mais jovem e moradores que relataram insatisfação com a refinaria na comunidade ou que acreditavam que a refinaria afetava sua saúde relataram muito incômodo com o odor. Os homens que também estavam insatisfeitos com a refinaria na comunidade eram mais propensos a expressar um grande incômodo. As mulheres que viviam na comunidade por mais tempo também eram mais propensas a relatar serem altamente irritadas.
Pierrette e Moch (2009)	Regressão logística para predição do incômodo com odor	Fatores preditivos na predição do incômodo do odor: sensibilidade olfativa percebida, imprevisibilidade e intensidade dos odores e acreditar que a indústria é poluidora.
Axelsson et al. (2013)	Regressão logística múltipla para estimar o risco de incômodo com odores.	O risco de incômodo por odor aumentou com o sexo feminino, preocupação com efeitos na saúde, incômodo por escapamentos de veículos motorizados e ruído industrial.
Claeson et al. (2013)	<i>Path Analysis</i> para descrever as inter-relações entre poluição do ar odorífera em níveis de exposição não tóxica, poluição percebida, percepção de risco à saúde, incômodo e sintomas de saúde.	O nível de exposição não influencia diretamente o incômodo e os sintomas, e que essas relações são mediadas pela poluição percebida e pela percepção do risco à saúde.
Blanes-Vidal (2015)	Regressão logística binária multivariada para associar a exposição, incômodo e sintomas.	O incômodo com odor estava positivamente associado ao aumento da frequência de quatro sintomas: tontura, dificuldade de concentração, dor de cabeça e fadiga não natural.
Hayes et al. (2017b)	Regressão logística binária para predição do impacto do odor.	Variáveis explicativas da percepção de que o odor causa algum impacto: Avaliação do incômodo com odor, e fatores relacionados a preocupação com a industrial local e percepção de ela causa impacto ambiental.
Eltarkawe e Miller (2018)	Regressão logística ordinal para estabelecer a relação entre o bem-estar com o odor percebido, aceitabilidade do odor e variáveis demográficas.	Os participantes que relataram que o ar é agradável ou o odor é altamente aceitável apresentaram níveis mais altos de felicidade geral e satisfação recente, enquanto os participantes que relataram que o ar tinha odor forte tiveram níveis mais baixos de satisfação.
Wojnarowska et al. (2020)	ACM para apresentar a correlação entre as variáveis categóricas e <i>Path analysis</i> para definir a correlação entre intensidade do odor, fatores de saúde, conforto de vida e	Os odores desagradáveis apresentaram um impacto mais forte em impactos nas atividades cotidianas (fechar janelas,

	arrependimento decorrente da necessidade de se mudar.	atrapalhar atividades de recreação e o descanso. Correlação da intensidade do odor com problemas de saúde (dores de cabeça, irritação nos olhos e dificuldades respiratórias), incômodo e resistência em voltar para casa.
Goshin et al. (2020)	Agrupamento por k-medias dos respondentes de acordo com as respostas da questão sobre a causa dos sintomas de saúde.	Foram identificados dois grupos. O primeiro grupo nota a presença de odores com maior frequência e intensidade e liga as causas de seus sintomas com o estado do meio ambiente, incluindo componentes como a qualidade da água potável, alimentos, poeira, mas acima de tudo - com a poluição do ar e a presença de odores estranhos. O segundo grupo atribui os problemas de saúde principalmente a fatores como estresse cotidiano, problemas no trabalho, problemas na família e doenças em geral.
Wroniszewska e Zwoździak (2020)	Regressão logística binária para a variável de despecho incômodo com odores.	A alta intensidade de odores do secador de lodo e de tanques de decantação primários aumenta em mais de duas vezes a chance de incômodo com o odor. Além disso, para as pessoas que estão focadas em tentar resolver o problema de odores incômodos e para aquelas que descrevem sua saúde como “ruim”, a chance do incômodo aumenta duas vezes.
Zhang et al. (2021)	Regressão logística univariada binomial para investigar a relação dose-resposta entre a exposição ao odor e o incômodo.	Todas as variáveis de exposição ao odor foram positivamente associadas ao incômodo com odor. A qualidade do ajuste e habilidade preditiva dos modelos mostraram que os valores obtidos pelas séries temporais de concentração para os períodos de “verão” e “noite de verão” tiveram melhor desempenho preditivo de respostas de incômodo do que “um ano inteiro”, principalmente por “noite de verão”.

### 3.4 INTENSIDADE OU CONCENTRAÇÃO AMBIENTAL DE GASES ODORANTES E SEUS IMPACTOS: INCÔMODO E EFEITOS DIRETOS À SAÚDE

Schiffman e Williams (2005) apresentaram argumentos e evidências que gases odorantes podem causar efeitos diretos à saúde, dependendo de sua intensidade ou concentração. Os pesquisadores apresentaram em seu estudo conclusões obtidas a partir de um workshop realizado na *Duke University* em 1998 que avaliou os conhecimentos existentes a respeito dos efeitos da poluição atmosférica por gases odorantes na saúde. Os autores apresentaram os diferentes níveis de exposição ao odor de forma a elucidar as intensidades e efeitos potenciais à saúde. Os níveis de exposição determinados foram, de forma sequencial, a detecção do odor

(percepção de um odor), reconhecimento do odor (identificação do tipo de odor), incômodo com odor (sente incômodo, mas ainda não sente reações físicas), intolerância ao odor (percepção de sintomas físicos), irritante percebido (quando o trato respiratório recebe o estímulo das terminações nervosas provocando irritação ou sintomas físicos), irritante somático (sintomas físicos causados por um odorante específico), toxicidade crônica (efeitos à saúde a longo prazo causados por determinado odorante que seja tóxico) e toxicidade aguda (efeitos na saúde a curto prazo). A partir disso, foi possível concluir que existem, pelo menos, três meios pelos quais os odores podem desencadear sintomas de saúde. O primeiro meio aponta o incômodo com odores como responsável pelos efeitos na saúde, o segundo refere-se a aversões inatas (sentimento de repulsa, nojo, desde o nascimento) ou aprendidas a odores, que mesmo em concentrações não irritantes, causam efeitos à saúde, e o terceiro trata dos sintomas de saúde causados por co-poluentes inodoros presentes em uma mistura odorante, como dióxido de nitrogênio ( $\text{NO}_2$ ) e/ou monóxido de carbono (CO), partículas, ou tóxicos de mofo. Schiffman e Williams (2005) também mencionaram alguns estudos empíricos realizados que mostram os impactos diretos do odor à saúde. Um deles, comparou dois grupos distintos, sendo um deles composto por pessoas que estavam expostas a odores ambientais industriais e outro grupo que não estava exposto. A probabilidade de ocorrência de sintomas de saúde, como a dor de cabeça, resultou em uma probabilidade maior de ocorrer no primeiro grupo, com uma razão de chances de 5,0. Os autores enfatizam a magnitude dos impactos causados pela poluição de gases odorantes em comunidades agrícolas, principalmente em operações de confinamentos de animais em larga escala, que emitem gases odorantes como compostos orgânicos voláteis, sulfeto de hidrogênio e amônia.

Sazakli e Leotsinidis (2021) avaliaram o risco de câncer os possíveis efeitos tóxicos ao longo da vida para a população em geral devido à exposição a emissões de COVs (Compostos Orgânicos Voláteis). O estudo foi realizado no sudoeste da Grécia, onde há uma unidade integrada de processamento de animais em conjunto com um matadouro e uma fazenda que cria mais de 500 bezerros, cordeiros e ovelhas em estruturas protegidas. Ao redor e em um raio de cerca de 3 km das instalações, existem cinco pequenos povoados, com população variando de 60 a 300 habitantes. As emissões de odor no ar criam desconforto e medo de possíveis efeitos à saúde e desencadeiam protestos e fortes reclamações dos vizinhos do entorno. Como métodos foram utilizados: 1 – coleta de nove amostras de ar na fonte e arredores durante um período de 9 meses; 2- Os COVs foram absorvidos em solventes sólidos contendo Tenax TA/Sulficarb por amostragem ativa e analisados por dessorção térmica-cromatografia gasosa-espectrometria de

massa (DT-CG-EM). Sessenta e três compostos orgânicos, principalmente ácidos graxos voláteis, aldeídos, compostos aromáticos e sulfurados, foram quantificados, em concentrações variando de  $< 0,01$  a  $210 \mu\text{g m}^{-3}$ . Os compostos que mais contribuíram para o incômodo com odor foram ácidos butanoico, trissulfeto de dimetila e octanal, excedendo seu limiar de odor em até 24, 36 e 117 vezes, respectivamente. Os riscos de câncer e não câncer foram determinados por um método de avaliação de risco probabilístico. Para carcinógenos, foi calculado o risco de câncer ao longo da vida (LCR, adimensional) e para os possíveis efeitos tóxicos de não cancerígenos foi estimado o quociente de perigo (HQ). Para dioxano, benzeno e etilbenzeno, o risco cumulativo de câncer ao longo da vida foram, em média, 10 vezes maiores do que os risco aceitável. Segundo os autores, a exposição ao benzeno apresenta riscos significativamente aumentados de leucemia não linfocítica aguda e crônica e leucemia linfocítica crônica, sendo a medula óssea o principal órgão-alvo. Quanto aos HQs estimados, os autores concluem que não se espera que a maioria dos COVs induzam efeitos tóxicos na população exposta, uma vez que os HQs médios não excederam o valor aceitável de um.

Piccardo et al (2022) realizaram uma revisão sobre poluentes odoríferos e efeitos na saúde. Os autores apresentam uma tabela contendo a descrição do caráter de odor e valores de limiar de odor de diferentes compostos odoríferos que podem ser originários de diferentes fontes, incluindo resíduos, agricultura e fontes industriais. Entre os compostos de sulfeto, foram apresentados o sulfeto de hidrogênio que possui cheiro de ovo podre, e o dióxido de enxofre, que possui odor metálico. Compostos de nitrogênio foram citadas a amônia, com cheiro pungente/irritante e a dimetilamina que possui odor de peixe podre. Nos compostos aromáticos foram citados o benzeno e xileno, que possuem cheiro doce, tolueno com odor azedo ou queimado e etil benzeno que possui odor oleoso (solvente). Os autores discorrem que a exposição aos compostos voláteis seja por meio das vias respiratórias ou cutâneas podem causar diversas patologias, incluindo asma, dermatite atópica e danos neurológicos, e que esses efeitos estão relacionados a concentração e duração dessa exposição, bem como por sua potência irritante e/ou biotransformação em metabólitos perigosos. Segundo os autores, compostos de nitrogênio e compostos de sulfeto são os produtos químicos com o menor limiar de odor e com odor mais incômodo. Por outro lado, os aromáticos e, em particular, os compostos benzenoides apresentam um limiar de odor mais baixo, mas a sua exposição por inalação representa um claro risco para a saúde pública devido às suas propriedades mutagênicas e cancerígenas. Para alguns compostos odorantes, os efeitos a saúde relacionados à exposição são apresentados. Para a amônia, o limiar de percepção está no intervalo de 0,04 a 60 ppm. A partir de 50 ppm e 2h de

exposição, a amônia pode causar irritação imediata nos olhos, nariz e garganta. Acima de 1500 ppm, ela pode causar edema pulmonar, tosse e laringoespasma, e acima de 2500 pode ser fatal em um tempo de exposição superior a 30 min. Para o sulfeto de hidrogênio, o limiar varia de 0,024 a 23 ppm. A exposição entre 2 a 5 ppm pode causar, a partir de uma exposição prolongada, lacrimejamento, dores de cabeça, perda de sono e náuseas, além de constrição brônquica para pacientes asmáticos. Acima de 20 ppm, ele pode causar fadiga, perda de apetite, irritabilidade, falta de memória e tontura. Acima de 500 ppm, o sulfeto de hidrogênio pode causar colapso em 5 min de exposição, e morte no intervalo de 30 minutos a 1 hora de exposição. Os autores também mencionam efeitos a saúde causados por outros odorantes, como o benzeno que afeta o sistema imunológico, pois a contagem de linfócitos diminui, e o tolueno que pode afetar o sistema nervoso. É possível observar que há casos em que os efeitos de toxicidade antecedem o limiar de percepção de odor. Além dos sintomas de saúde apontados também existe o problema do incômodo, que é agravado por meio da percepção negativa do odor e pode também enfatizar queixas de saúde. Os autores enfatizam que os efeitos de compostos químicos individuais são mais conhecidos do que os efeitos combinados de diferentes odorantes, e que esforços devem ser feitos para avaliar os impactos dessa mistura odorante na saúde humana.

### 3.5 CONSIDERAÇÕES PRINCIPAIS SOBRE A REVISÃO DA LITERATURA

Os métodos de avaliação de impacto de odores existentes permitem avaliar diferentes aspectos como a concentração, intensidade, características, composição química nas amostras odorantes, grau de incômodo com odores, extensão da pluma do odor, etc. Entretanto, somente alguns métodos consideram a percepção humana, que é influenciada por fatores qualitativos e subjetivos, como fatores sociodemográficos e relacionado a crenças e preocupações dos indivíduos. O método de pesquisa de opinião realizada com a comunidade abrange todas as sensibilidades olfativas e mostrou ser adequado para a representar a percepção real do impacto causado pela poluição odorífera.

As legislações para regulamentação da poluição odorífera ainda não foram implementadas em várias regiões do mundo, o que dificulta o controle das fontes emissoras de odores e dimensionar o problema dos odores nas comunidades. A padronização dos diferentes métodos de avaliação por meio de normas de referência, como a utilização da norma europeia 13725 para a olfatométrica, parece ser um passo inicial importante para a adesão de outros países que ainda não possuem legislações específicas para odores, como o Brasil.

Os estudos expostos na seção 3.3 identificaram variáveis relevantes na percepção do incômodo relacionadas às condições ambientais, às características dos indivíduos (variáveis sociodemográficas) e também à avaliação da situação ambiental, percepções de impactos na rotina causados pelo odor e percepção negativa ou positiva em relação a fonte emissora de gases odorantes. Os estudos mostraram que os resultados são particulares às comunidades investigadas, por questões sociais, ambientais e econômicas.

O incômodo é altamente prevalente em regiões que possuem fontes de gases odorantes. Os estudos que tiveram como objetivo principal investigar os efeitos nas saúdes causados pela exposição aos odores mostraram que além de sintomas de saúde mais leves como náuseas, bronquite, irritação nasal, exacerbação da asma, etc., eles também podem prejudicar gravemente a saúde do indivíduo afetando o sistema nervoso, sistema imunológico, além do desenvolvimento de câncer.

A revisão de literatura apresentada revela a importância de estudos comunitários que avaliam os impactos na saúde e qualidade de vida dos residentes em comunidades que estão expostas a gases odorantes. A partir dos resultados encontrados é possível fornecer informações relevantes as fontes emissoras, comunidades, órgãos ambientais e órgãos públicos a fim de buscar soluções para minimizar os impactos, e melhorar a qualidade de vida da população.

## 4 METODOLOGIA

### 4.1 CARACTERISTICAS DA REGIÃO DE ESTUDO

O município da Serra, localizado na região metropolitana da Grande Vitória no Estado do Espírito Santo, possui uma população estimada em 536.765 habitantes e área territorial de 547,631 km<sup>2</sup> (IBGE, 2021). A economia da Serra representa a segunda maior economia do Estado (IJSN, 2022). Na composição do Produto Interno Bruto (PIB), a indústria representa a segunda maior atividade econômica e corresponde a 29%, em primeiro lugar se encontra o setor de serviços (59%) (IBGE, 2020).

Segundo dados do INCAPER (2020), o município possui um clima tropical úmido, com temperaturas médias que podem variar de 30,7° C a 34° C e precipitação média anual que varia de 900 a 1200 milímetros. A direção dos ventos predominantes na região apresenta comportamento sazonal, em que no período de outono/inverno há maior frequência de ventos na direção sul e sudoeste, e na primavera/verão predominam os ventos de direção norte e nordeste com maiores velocidades (Santos et al., 2017). As rosas dos ventos para as quatro estações do ano do período de 2019 a 2022 são apresentadas no Apêndice A.

Na região de interesse estão localizadas fontes potenciais de emissão de gases odorantes. A Figura 1 mostra a localização das fontes. As fontes industriais incluem indústrias do ramo da siderurgia, química, alimentícia e cimentícia, fabricação de tintas, fabricação de cerâmica e operação de tratores e máquinas pesadas nas indústrias. As fontes não industriais são ETes (Estações de Tratamento de Esgoto), Estações Elevatórias de Esgoto Bruto (EEEB), estocagem de combustíveis e postos de gasolina. (MONTICELLI et al., 2020).

O estudo de Monticelli et al. (2020) categorizou quimicamente as emissões de COVs e Compostos Reduzidos de Enxofre (TRS) de diferentes fontes na Grande Vitória, a partir da combinação de dados obtidos em documentos da US EPA - AP 42, banco de dados SPECIATE 4.5 e inventário de emissões disponibilizado pelo órgão ambiental do estado (IEMA). Nesse contexto, para as fontes da siderurgia, os compostos odorantes mais relevantes emitidos são os reduzidos de enxofre (sulfeto de hidrogênio, dimetil sulfureto, dentre outros), amônia e benzeno. Para as indústrias químicas e setor de cerâmica os principais compostos emitidos são tolueno e o formaldeído. Para a alimentícia o principal odorante é o formaldeído. As fábricas de tintas emitem predominantemente os xilenos. As operadoras de máquinas emitem de forma mais significativa formaldeído e os xilenos (m-xileno e p-xileno). Para as fontes de esgotamento sanitário doméstico, as principais emissões odorantes são de sulfeto de hidrogênio. Na

estocagem dos combustíveis predominam a emissão de etanol e o tolueno, e para os postos de gasolina predomina o etilbenzeno (MONTICELLI et al., 2020).

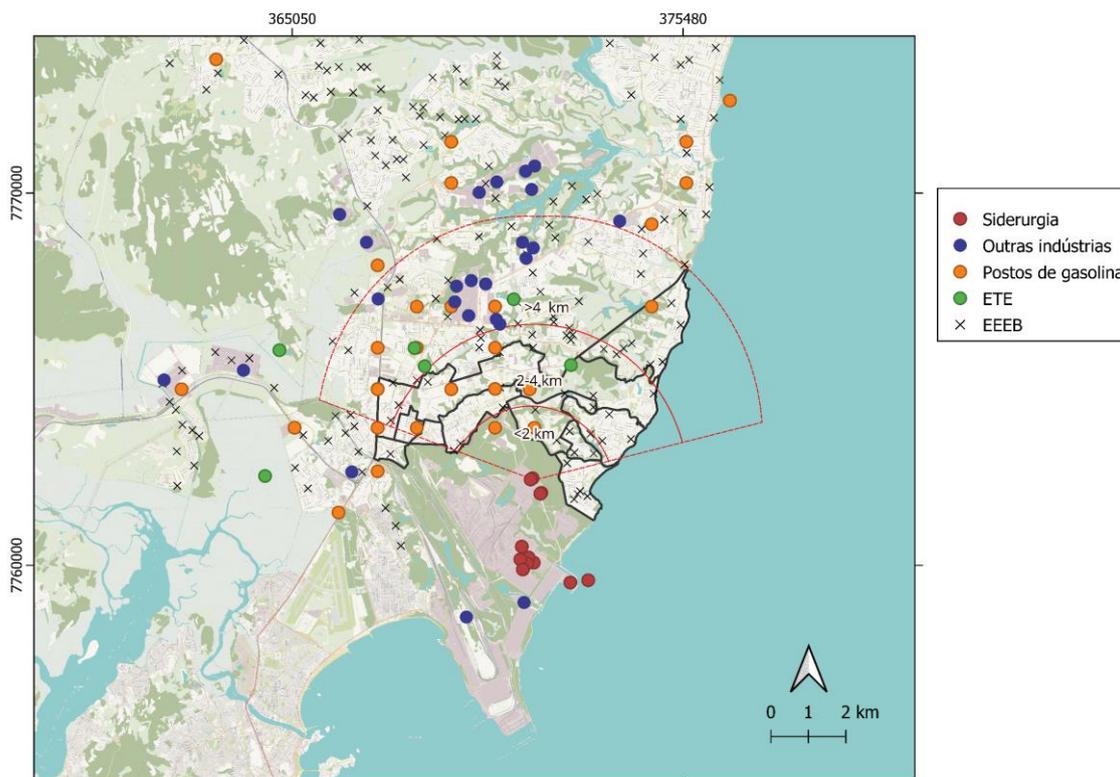


Figura 1 - Localização das fontes de gases odorantes na região de estudo

As fontes do complexo siderúrgico podem potencialmente impactar a região de interesse quando há ocorrência de ventos do quadrante sul-sudoeste. Algumas fontes industriais podem impactar a região quando há ocorrência de ventos do quadrante norte-nordeste. Postos de gasolina e estações elevatória de esgoto bruto, devido à sua proximidade aos respondentes, podem estar associados a eventos de incômodo para quaisquer condições meteorológicas.

A fonte indústria siderúrgica foram as mais citadas na pesquisa de opinião e, portanto, foi escolhida como ponto geográfico de referência para delimitação das áreas residenciais localizadas nas proximidades, também representado na Figura 1. As delimitações das áreas residenciais contribuíram nas análises dos resultados. A região marcada em vermelho foi dividida em 3 distâncias da siderurgia. A primeira representa a distância de até 2 km da planta industrial, a segunda de 2 a 4 km e a terceira acima de 4km. Os bairros do município da Serra que contemplam a região demarcada são: Balneário de Carapebus, Bicanga, Cidade Continental, Jardim Limoeiro, Lagoa de Carapebus, Manguinhos, Novo Horizonte, Praia de Carapebus, São Diogo I, São Diogo II e São Geraldo.

## 4.2 PERÍODO DE ESTUDO

As pesquisas de opinião foram realizadas em dois momentos distintos, a primeira entre os dias 1 e 6 de maio de 2019, e a segunda entre os dias 29 de novembro de 2021 e 25 de fevereiro de 2022. A primeira representa o período do outono e a segunda do verão. A segunda pesquisa foi conduzida após o período de isolamento adotado como medida de prevenção ao contágio e propagação do vírus *SARS-CoV-2*, responsável por causar a Covid-19.

As rosas dos ventos mostram as direções e velocidades dos ventos predominantes nos meses em que foram aplicados os questionários junto às comunidades nas proximidades do complexo siderúrgico (Figura 2). Os dados utilizados são da estação meteorológica localizada no Aeroporto de Vitória-ES.

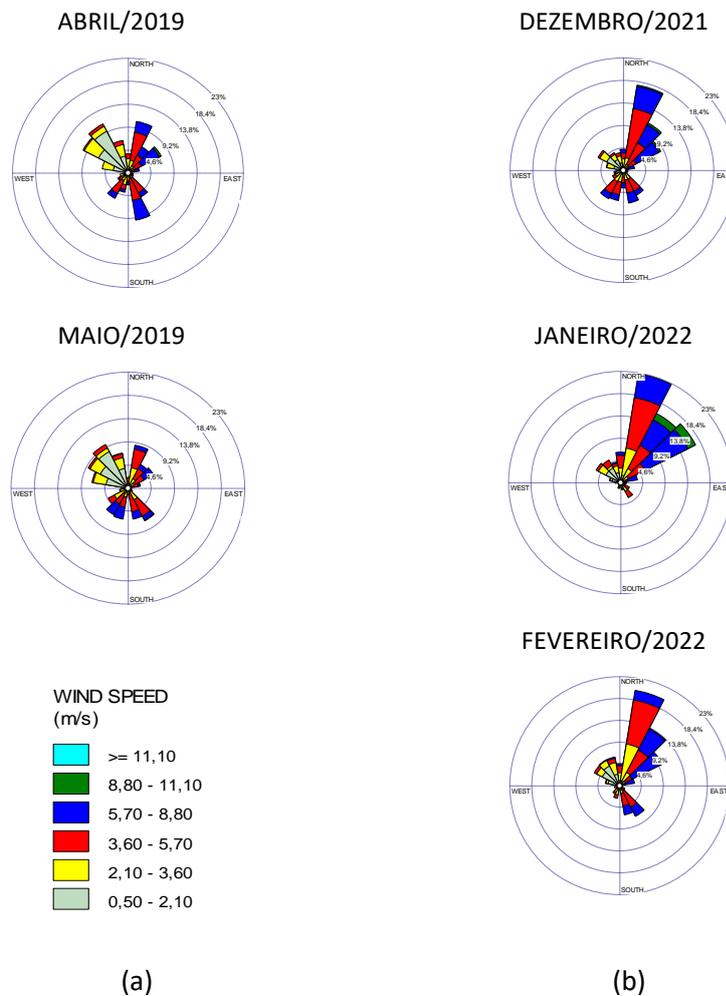


Figura 2 - Rosa dos ventos dos períodos que foram aplicadas as pesquisas (a) abril a maio 2019 e (b) dezembro 2021 a fevereiro 2022

A Figura 3 mostra os histogramas com a frequência das velocidades do vento para o período de estudo. É possível observar que nos meses de abril e maio de 2019 há maior frequência de ventos mais fracos de até 3,6 m/s, desfavoráveis a dispersão dos poluentes atmosféricos (BRANCHER et al., 2020), enquanto nos meses de verão os ventos são mais fortes, com destaque para a faixa de 5,7 a 8,8 m/s.

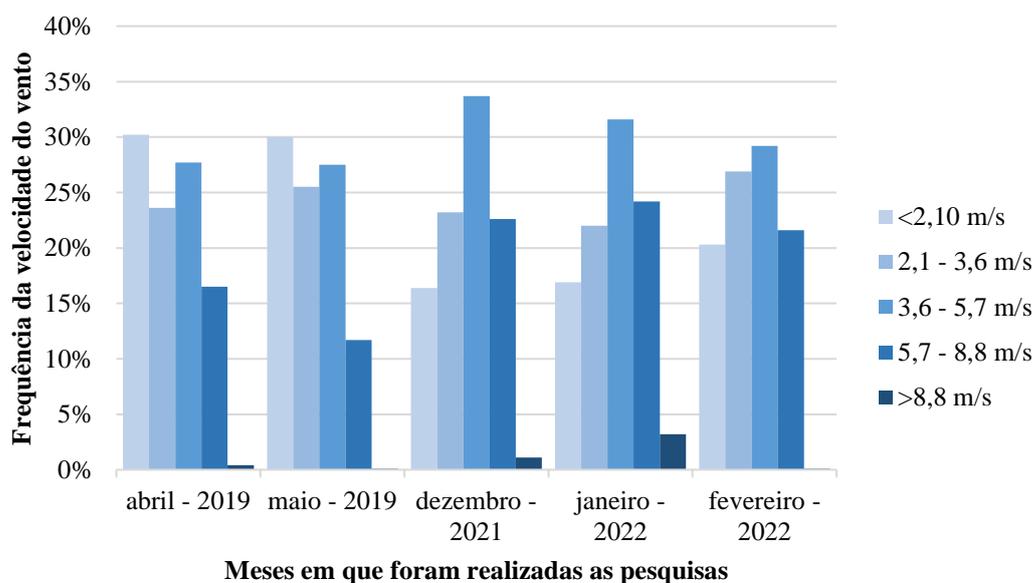


Figura 3 – Histograma das velocidades dos ventos no período de estudo

#### 4.3 PLANEJAMENTO AMOSTRAL E COLETA DE DADOS

A técnica de amostragem adotada é aleatória e estratificada simples com alocação proporcional de forma a selecionar um número representativo de indivíduos de acordo com os tamanhos das populações de cada bairro (MORETTIN; BUSSAB, 2010). Para o cálculo amostral foi adotado como grau de confiança um percentual de 95% e uma margem de erro de 5%. O universo da pesquisa é de 51.743 habitantes, de acordo com dados do último Censo do IBGE (IBGE, 2010). As equações (1) e (2) foram utilizadas para o cálculo da amostra (MORETTIN; BUSSAB, 2010).

Total da amostra

$$n \geq N \left[ 1 + \frac{(N-1)}{P(1-P)} \left( \frac{d}{z_{\alpha}} \right)^2 \right]^{-1} \quad (1)$$

Amostra de cada sub-região

$$n_i = \frac{N_i}{N} \times n \quad (2)$$

onde:

$n$  = tamanho da amostra

$N$  = população

$N_i$  = tamanho da população na sub-região

$n_i$  = tamanho da amostra na sub-região

$z_\alpha$  = variável normal padronizada associada ao grau de confiança de 95%

$P$  = verdadeira probabilidade do evento (0,5)

$d$  = erro amostral (0,05)

Para o total da amostra, o  $n$  mínimo calculado foi de 400 respondentes distribuídos proporcionalmente por cada bairro (sub-regiões). Os tamanhos amostrais proporcionais por sub-região nas duas pesquisas realizadas são apresentados na Tabela 2. Em 2019 a pesquisa contou com um número total de 505 participantes (número superestimado em relação ao tamanho mínimo calculado), uma vez que não se tinha conhecimento da aceitação das comunidades em participar da pesquisa. Em 2022, por já se ter conhecimento prévio das comunidades sobre a variável de interesse (incômodo) optou-se por trabalhar com o tamanho mínimo calculado, ou seja, 400 respondentes.

Tabela 2 – Tamanho da amostra

Região	População (N)	Amostra pesquisa de 2019 (n)	Amostra pesquisa de 2022 (n)
Praia de Carapebus	5.462	51	37
Lagoa de Carapebus	2.500	30	19
Balneário de Carapebus	4.441	43	39
Cidade Continental	10.356	103	102
Bicanga	1.571	15	18
Manguinhos	1.257	12	9
Novo Horizonte	14.146	135	102
Jardim Limoeiro	6.594	63	40
São Diogo I	3.004	29	17
São Diogo II	761	7	7
São Geraldo	1.651	17	10
<b>Total</b>	<b>51.743</b>	<b>505</b>	<b>400</b>

O instrumento de coleta é o questionário estruturado adaptado do estudo de Hayes et al. (2017b), o qual contempla os seguintes tópicos de interesse: 1 - Perfil dos respondentes (gênero, idade, ocupação, escolaridade e tabagismo), 2 - Percepção ambiental (avaliação de aspectos socioambientais, percepção de poluição pela presença de poeira, perda de visibilidade e odores) 3 – Poluição odorífera (grau de incômodo, fontes de odores, característica do odor, frequências de maus cheiros, impactos na qualidade de vida, ocorrência de problemas respiratórios etc.). O questionário completo pode ser consultado no Apêndice B.

Os questionários foram aplicados face a face, e os domicílios selecionados de forma aleatória porem respeitando o critério de um intervalo de 3 residências na mesma rua a fim de maior cobertura espacial. Os requisitos para seleção dos participantes da pesquisa foram: residir nos bairros selecionados e ter idade superior a 16 anos (idade mínima contemplada em pesquisas de opinião).

As Figuras 4 e 5 mostram a distribuição dos respondentes das duas pesquisas de opinião. Os respondentes não incomodados estão representados na cor preta e os incomodados nas cores vermelha, azul e verde. Os respondentes incomodados foram representados em diferentes cores para representar qual fonte foi identificada como a responsável pela emissão dos gases odorantes. Os respondentes em vermelho identificam a siderurgia como a fonte responsável, em azul as ETEs e em verde outras fontes (indústria de produtos químicos, pelotização, postos de gasolina e atividade portuária).

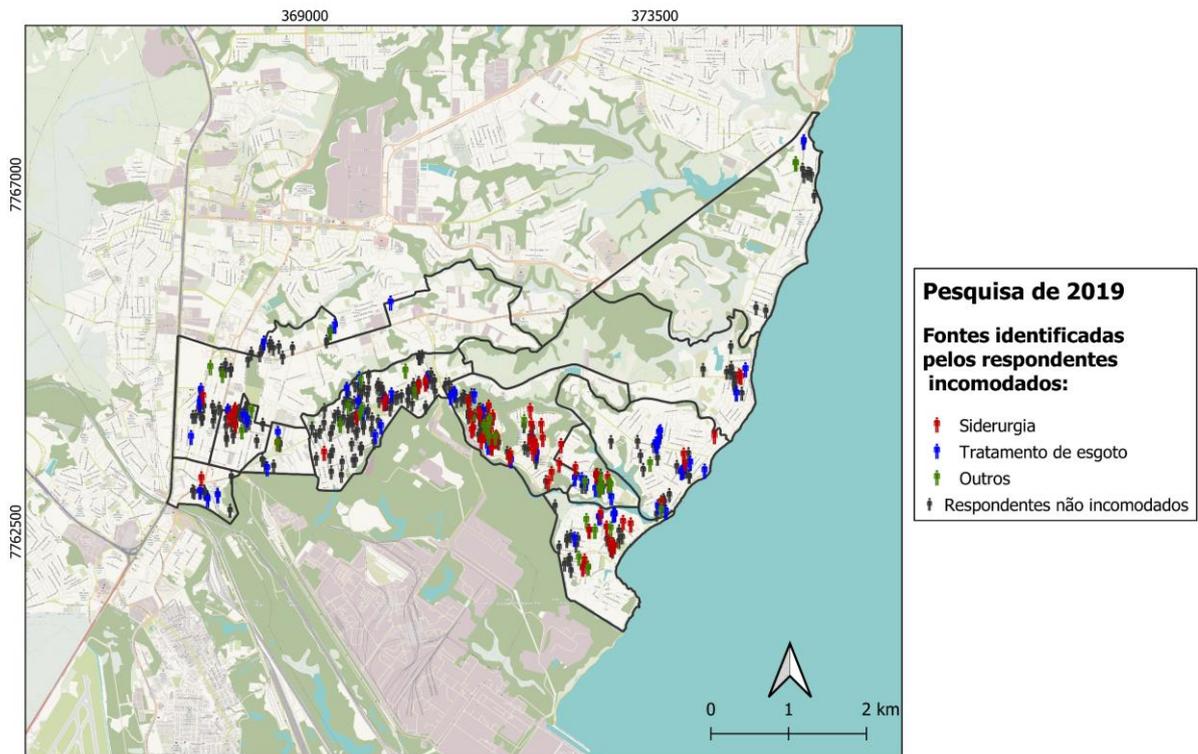


Figura 4 – Respondentes da pesquisa de 2019

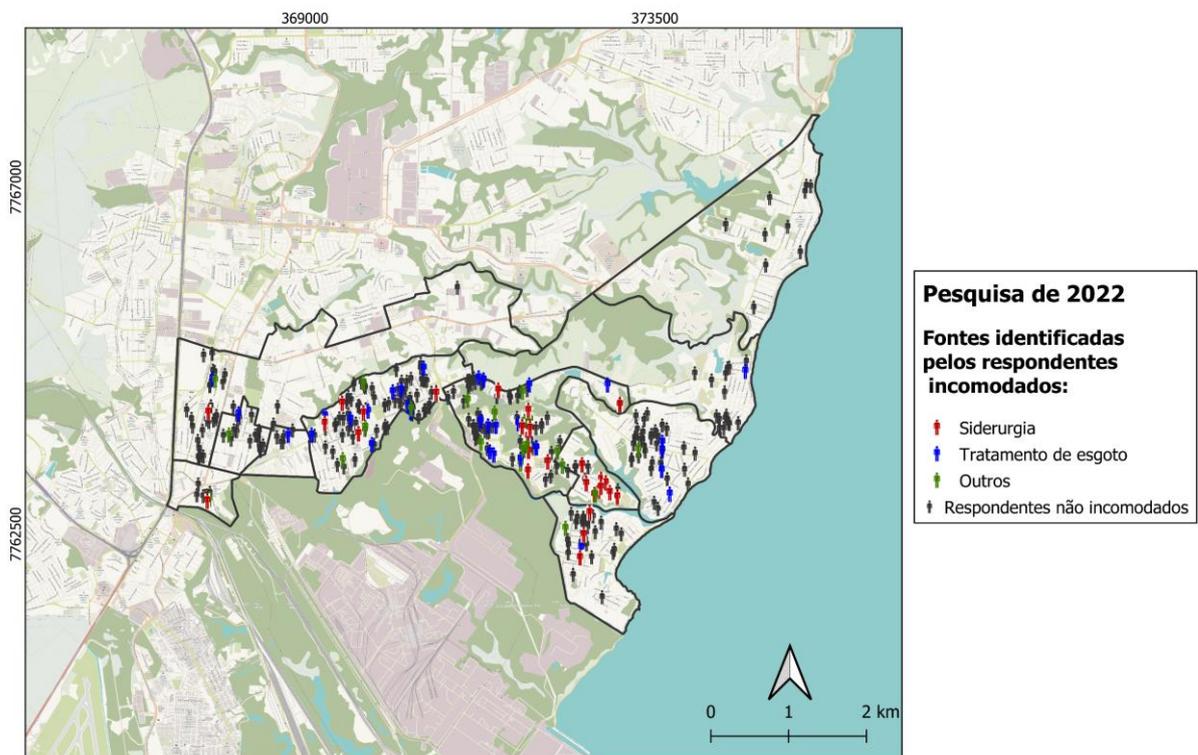


Figura 5 – Respondentes da pesquisa de 2022

## 4.4 TÉCNICAS ESTATÍSTICAS

### 4.4.1 Qui-quadrado de homogeneidade

O teste qui-quadrado de homogeneidade permite determinar se as distribuições de uma variável de interesse diferem em duas ou mais amostras independentes (TURHAN, 2020; MORETTIN; BUSSAB, 2010; FRANKE et al., 2012). Optou-se por realizar o teste de homogeneidade para comparar as respostas das duas pesquisas de opinião e verificar se as diferenças são estatisticamente significativas, a um nível de significância de 5%. As variáveis de interesse são todas as questões que compõem o questionário (variáveis sociodemográficas, percepção ambiental e incômodo com odor). Cada questão possui uma hipótese que corresponde a variável de interesse. Desse modo, para uma melhor compreensão, abaixo são apresentadas as hipóteses que representam a ideia geral do teste de homogeneidade aplicado no presente estudo.

$H_0$ : Não há diferença na distribuição das respostas nas pesquisas de 2019 e 2022.

$H_1$ : Há diferença na distribuição das respostas nas pesquisas de 2019 e 2022.

### 4.4.2 Qui -quadrado de independência

O teste qui-quadrado de independência foi aplicado, pois possibilita determinar se duas variáveis categóricas, que pertencem a uma mesma amostra, são independentes ou associadas entre si (AGRESTI, 2007; MORETTIN; BUSSAB, 2010). Os testes de independência foram feitos entre a variável grau de incômodo causado pelo odor e as demais variáveis qualitativas para verificar a existência de associação, a um nível de significância de 5%. Tem-se como hipóteses do teste de independência:

$H_0$ : As variáveis são independentes.

$H_1$ : As variáveis não são independentes.

Quando as suposições do qui-quadrado não foram atendidas, como por exemplo a existência de células com frequência esperada inferiores a 5, outros dois testes alternativos foram utilizados, que foram o Teste Exato de Fisher e a Teoria Assintótica da normalidade para proporções. Os resultados nos testes alternativos se mostraram similares aos obtidos no qui-quadrado de independência.

### 4.4.3 Regressão logística binária

A regressão logística permite que sejam avaliadas as relações entre uma variável dependente (qualitativa) e uma ou mais variáveis explicativas independentes (qualitativas ou quantitativas) (HOSMER JR et al., 2013), conforme apresentado na Equação (3). No presente estudo a variável dependente (ou variável resposta) é o grau de incômodo causado pelo odor, uma

variável binária (assumindo os valores 0- Pouco incomodado ou 1- Muito incomodado). As variáveis explicativas foram selecionadas a partir do teste qui-quadrado de independência.

A equação de regressão logística para a probabilidade é dada por:

$$P(Y = 1) = \pi(\mathbf{X}) = \frac{e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p}}{1 + e^{\beta_0 + \beta_1 X_1 + \dots + \beta_p X_p}} \quad (1)$$

Em que  $\mathbf{X} = (X_1, X_2, \dots, X_p)$  representa um vetor contendo  $p$  variáveis explicativas;  $Y$  é a variável resposta binária que pode assumir os valores 0 (pouco incomodado) e 1 (muito incomodado);  $\pi(\mathbf{X})$  é a probabilidade de sucesso (probabilidade do indivíduo se sentir muito incomodado), em função do vetor  $\mathbf{X}$ ;  $\boldsymbol{\beta}$  é o vetor de parâmetros de regressão desconhecidos ( $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \dots, \beta_p$ );  $\beta_0$  é a constante da regressão (representa a interceptação da reta com o eixo vertical da função de regressão) e  $p$  é o número de variáveis independentes no modelo.

Os coeficientes  $\beta$ , parâmetros até então desconhecidos, serão estimados pelo método da máxima verossimilhança, que tem o objetivo de maximizar a probabilidade de obter o conjunto de dados observados (HOSMER JR et al., 2013). Para a regressão logística, as equações de máxima verossimilhança são não-lineares, o que requer métodos numéricos de solução, como o algoritmo de *Newton Raphson*, e que podem ser realizados por meio de softwares estatísticos, como o R (foi utilizada a versão 4.2.2). Mais informações a respeito da estimativa desses parâmetros são encontradas em Machado et al. (2020).

Previamente os dados foram tratados a fim de excluir valores faltantes (*missing data*) que poderiam interferir nas análises. Além disso, decidiu-se por realizar uma validação das respostas de incômodo a partir da pergunta sobre percepção de odores (Pergunta 5.3), a fim de selecionar os respondentes que disseram que percebem odores na comunidade e se sentem incomodados. Após o tratamento dos dados, o número de respondentes incomodados das pesquisas de 2019 e 2022 foi igual a 175 e 92, respectivamente.

#### 4.4.3.1 Odds Ratio

A partir de  $\hat{\beta}$  (coeficientes estimados de  $\beta$ ) associado a cada variável preditora, que são apresentados na forma logarítmica, serão estimados o *Odds Ratio* (OR), que corresponde a:

$$\widehat{OR} = \exp(\hat{\beta}) \quad (3)$$

O OR é uma medida de associação que permite entender o quanto a preditora aumenta ou diminui as chances do desfecho (se sentir muito incomodado com odores). Em que  $OR=1$  indica que a variável explicativa não afeta as chances do desfecho;  $OR>1$  a variável explicativa aumenta as chances do desfecho; e para  $OR<1$  a variável explicativa diminui as chances do desfecho (DOMÍNGUEZ-ALMENDROS et al., 2011).

#### 4.4.3.2 Modelo de predição

A regressão logística é aplicada com fins de predição da resposta de incômodo. Desse modo, a qualidade do ajuste dos modelos é representada por meio de tabelas de classificação (também chamada de matriz de confusão), que são tabelas cruzadas das respostas de incômodo observadas e preditas. Na Tabela 3, a classe alvo de interesse é a categoria de respostas “muito incomodado”, considerada como a classe positiva e a categoria “pouco incomodado” considerada como a classe negativa. Os resultados verdadeiros positivos (VP) e verdadeiros negativos (VN) representam as respostas que foram classificadas corretamente pelo modelo. O verdadeiro positivo ocorre quando o modelo classifica uma resposta corretamente na classe de interesse “muito incomodado”, e o verdadeiro negativo classifica corretamente como “pouco incomodado”. Enquanto os falsos positivos (FP) e falsos negativos (FN) indicam que a classificação foi predita incorretamente pelo modelo. O falso positivo ocorre quando uma resposta é classificada incorretamente como “muito incomodado”, e o falso negativo é classificado como “pouco incomodado”. A precisão geral do modelo (acurácia) é dada pelo total de respostas classificadas corretamente (VN+VP) dividida pelo número total de observações (KUHN et al., 2013).

Tabela 3 – Tabela de classificação

Observado		Predição	
		Grau de incômodo	
		Pouco (0)	Muito (1)
Grau de incômodo	Pouco (0)	VN	FP
	Muito (1)	FN	VP

VN=verdadeiros negativos; FN=falsos negativos; FP=falsos positivos; VP=verdadeiros positivos.

## 5 RESULTADOS

### 5.1 ANÁLISE DESCRITIVA DAS PESQUISAS DE OPINIÃO

#### 5.1.1 Perfil dos respondentes

A Tabela 4 apresenta o perfil dos respondentes. A participação de homens e mulheres é semelhante nas duas pesquisas. De modo geral, a maior parte dos respondentes estão nas faixas etárias de 16-34 e 35-54 anos, possuem o ensino médio completo, são pessoas empregadas ou autônomas e que nunca fumaram. Ao comparar as duas amostras, na segunda pesquisa a proporção de respondentes empregados foi menor. Por outro lado, o percentual de respondentes desempregados, com ensino superior e que nunca fumaram foi superior.

Tabela 4 - Perfil dos respondentes

<b>Variável</b>	<b>% em 2019 (n=505)</b>	<b>% em 2022 (n=400)</b>
<b>Gênero</b>		
Masculino	47%	48%
Feminino	53%	52%
<b>Faixa etária</b>		
16-34	35%	36%
35-54	35%	36%
54+	29%	28%
NS/NR	2%	0%
<b>Escolaridade</b>		
Ensino fundamental incompleto	17%	17%
Ensino fundamental completo	23%	25%
Ensino médio completo	49%	43%
Ensino superior completo	10%	15%
NS/NR	2%	1%
<b>Ocupação</b>		
Empregado	39%	31%
Desempregado	7%	13%
Aposentado	16%	14%
Estudante	4%	9%
Autônomo	27%	25%
Dona de casa	8%	8%
NS/NR	0,4%	1%
<b>Fumante</b>		
Sim	13%	16%
Nunca fumou	73%	83%
Parou de fumar	12%	0%
NS/NR	1%	1%

### 5.1.2 Aspectos socioambientais

Na figura 6 são apresentados os aspectos negativos observados na vizinhança que foram indicados pelos participantes das pesquisas. Em 2019, os três principais aspectos foram a falta de segurança (36%), seguido da poluição do ar (29%) e falta de limpeza e saneamento (17%). Em 2022, após o período pandêmico, os 3 principais aspectos citados foram os mesmos de 2019. Algumas diferenças identificadas estão nas proporções dos respondentes que disseram “falta de segurança”, em que foi observado aumento percentual de 7%, e “poluição do ar”, com redução percentual de 7%.

Dados do IJSN (2022) revelam que na RMGV, onde está localizada a região de interesse desse estudo, são encontrados os maiores percentuais de crimes por roubo a pessoa do Estado. Em 2020, 83,6% dos roubos a pessoa do Estado ocorreram na RMGV, enquanto em 2019, esse percentual foi de 82,3%. O município da Serra, em particular, possui maior concentração de roubos de veículos. Desse modo, a percepção da população relacionada ao problema da falta de segurança retrata a realidade da região.

Por outro lado, a poluição do ar também ficou em uma posição de destaque por ser o segundo aspecto negativo mais citado pelos respondentes, mesmo após o período pandêmico. Outros estudos em regiões impactadas pela poluição do ar mostram que a população identifica a poluição do ar como um dos principais problemas socioambientais na região (WRONISZEWSKA; ZWOŹDZIAK, 2020; MACHADO et al., 2022).

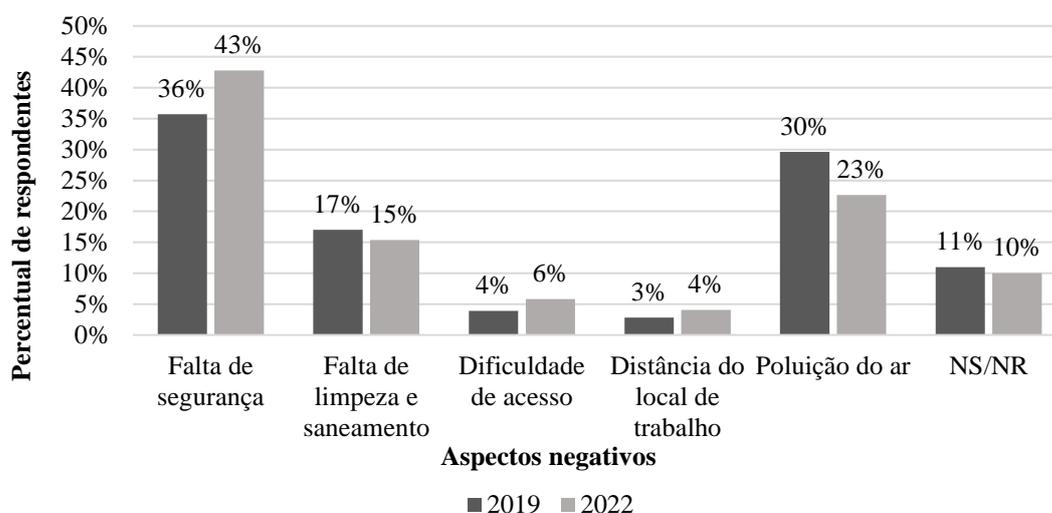


Figura 6 - Aspectos negativos identificados nas comunidades

Na Figura 7 são apresentados os aspectos mais preocupantes relacionados ao meio ambiente. A poluição do ar se apresenta como o aspecto que mais preocupa os respondentes em ambas as pesquisas, e representa 45% das respostas em 2019 e 38% em 2022. O segundo aspecto que mais preocupa a população é o lixo, que corresponde a 24% das respostas em 2019 e 35% em 2022. Desse modo, identificou-se o aumento percentual de respostas “lixo” e redução percentual de respostas “poluição do ar”. Em terceiro lugar ficou a poluição da água e em quarto a poluição sonora, em ambas as pesquisas. A opção de resposta “saneamento básico” só é citada na pesquisa de 2022. O isolamento social causado pela pandemia levou a redução do tráfego de veículos e produção industrial, o que pode ter influenciado nos níveis gerais de poluentes emitidos (particulados e gases), e conseqüentemente impactado a percepção da poluição do ar na região em 2022 (VIEIRA, et al., 2020; DO ESPÍRITO SANTO; PINTO, 2022; PINTO et al., 2022).

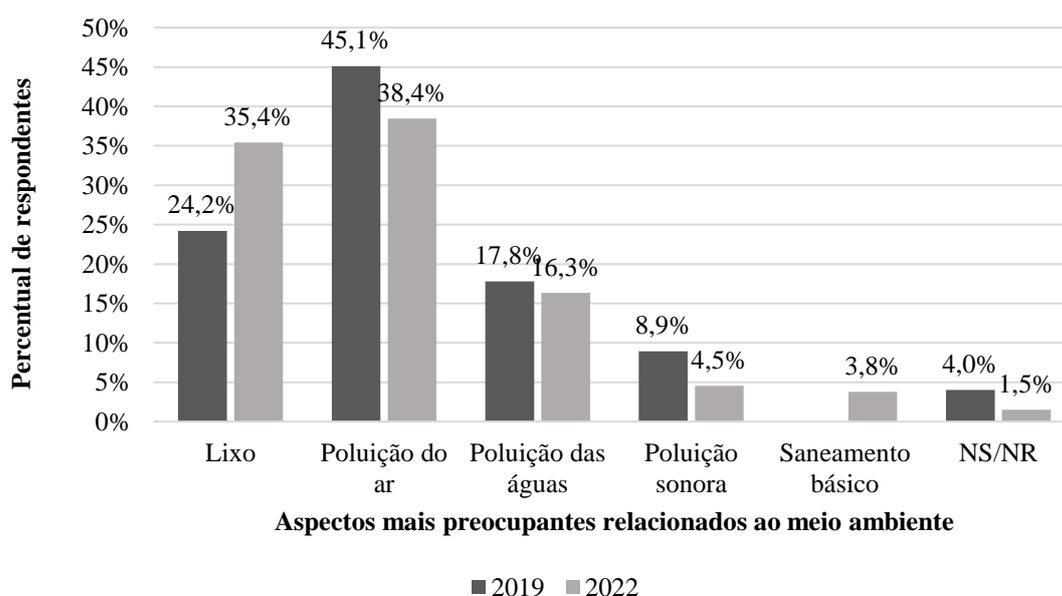


Figura 7 - Opções que considera mais preocupante sobre o meio ambiente

As formas de percepção de poluição do ar identificadas pelos respondentes são apresentadas na Figura 8. A poeira é o principal tipo de poluição do ar observada na região, e é identificada por 86% dos respondentes nas duas pesquisas. A perda de visibilidade é identificada por 44% dos respondentes em 2019 e 38% em 2022. Enquanto os odores são percebidos por 42% dos respondentes nas duas pesquisas. O resultado encontrado para poeira está em conformidade com os resultados de Machado et al. (2018), que estabeleceram a relação entre incômodo com a poluição do ar e taxa de deposição de partículas na Grande Vitória. Os autores identificaram

que 90% dos respondentes se sentiam pelo menos um pouco incomodados pela presença de poeira, principalmente a quantidade de poeira depositada em suas casas.

Machado et al. (2021) estudaram a poluição do ar por material particulado na RGV e identificaram que indivíduos que avaliaram a qualidade do ar como ruim, percebiam com frequência a poluição do ar por poeira, odor ou perda de visibilidade. Diante disso, as respostas obtidas na presente pesquisa em relação a preocupação e identificação da poluição do ar como um aspecto negativo (apresentados nas Figuras 6 e 7) refletem nos resultados de percepção das diferentes de poluição do ar (Figura 8).

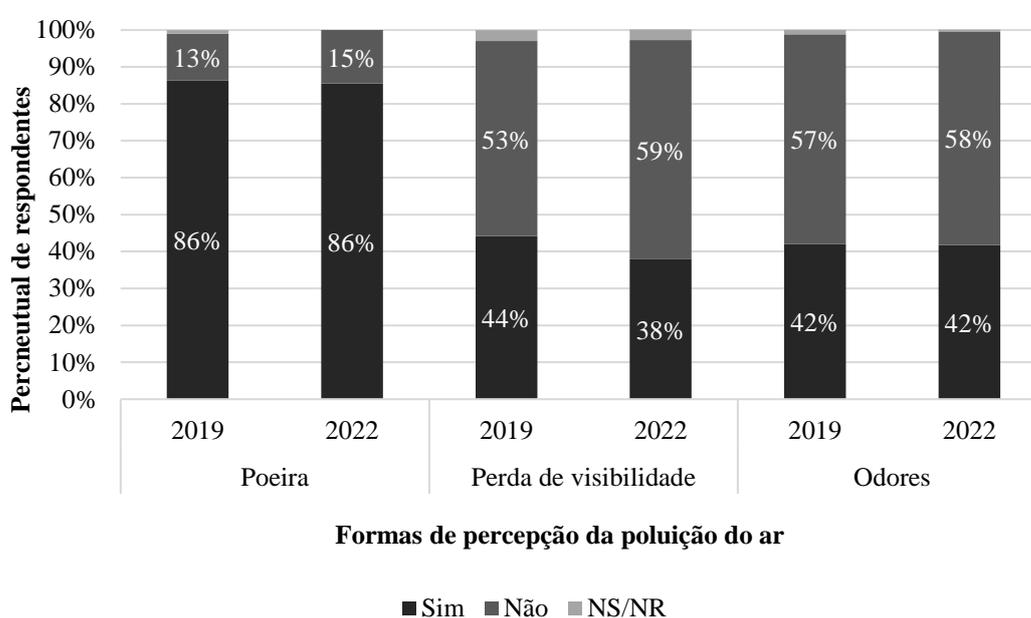


Figura 8 - Percepção da poluição do ar

### 5.1.3 Percepção das fontes potencialmente emissoras e características dos gases odorantes

Na Figura 9 são apresentadas as principais fontes responsáveis pelos odores apontadas pelos participantes das pesquisas. Em 2019 a principal fonte do odor citada foi a siderurgia (40%), seguida da estação de tratamento de esgoto (37%), indústria química (12%), pelotização (4%), atividade portuária (3%) e postos de gasolina (2%). Enquanto em 2022, a principal fonte do odor passou a ser a estação de tratamento de esgoto (37%), seguida da siderurgia (30%), indústria química (11%), pelotização (9%) e postos de gasolina (3%). Na pesquisa realizada em 2022, os ventos predominam na direção norte-nordeste, o que reduz o impacto da fonte siderurgia, além de maior frequência de ventos mais fortes, que contribuem para a dispersão dos gases odorantes.

Outra diferença identificada em 2022 está no percentual de respondentes que não sabiam ou não quiseram indicar a fonte (NS/NR), que representou 11% das respostas, ou seja, foi 9% superior ao da pesquisa anterior.

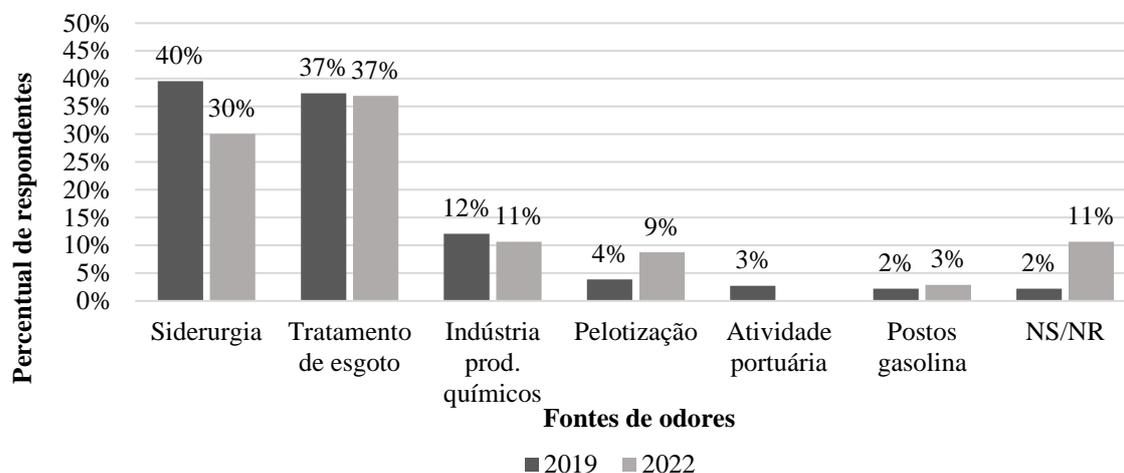


Figura 9 – Fontes de odores

Quanto ao tipo de odor percebido (Figura 10), de acordo com os respondentes da pesquisa de 2019, os odores são similares ao cheiro de esgoto (45%), agressivo (18%), plástico ou asfalto queimado (15%), outro (11%), solvente (7%), urina (1%) e não sabe/não respondeu (4%). Dos 11% correspondente a opção “outro”, mais da metade mencionou que o odor percebido é similar ao cheiro de enxofre. Enquanto na pesquisa de 2022, o maior percentual também foi para o cheiro de esgoto (29%), seguido do cheiro agressivo (24%), solvente (15%), plástico ou asfalto queimado (9%), outro (4%), urina (7%) e não sabe/não respondeu (13%). A Figura 11 mostra a frequência que os respondentes sentem os diferentes tipos de odores. Os tipos de odores que os moradores sentem com maior frequência são esgoto (ovo podre) e cheiro agressivo/irritante. Pierre et al. (2009) identificaram associação entre a sensibilidade olfativa e o incômodo com gases odorantes. Por esse motivo, uma vez que nas comunidades podem ser encontrados indivíduos que possuem sensibilidades olfativas variadas, odores menos frequentes e em baixas concentrações também podem gerar incômodos (ZARRA et al. 2021).

Além do incômodo, a frequência que os odores são sentidos também pode afetar a condição de saúde do respondente. A relação entre o estado do meio ambiente e a saúde dos indivíduos foi explorada por Goshin et al. (2020). Os autores identificaram que respondentes que percebiam odores com frequência relataram sintomas de doenças alérgicas, doenças respiratórias e do sintoma endócrino.

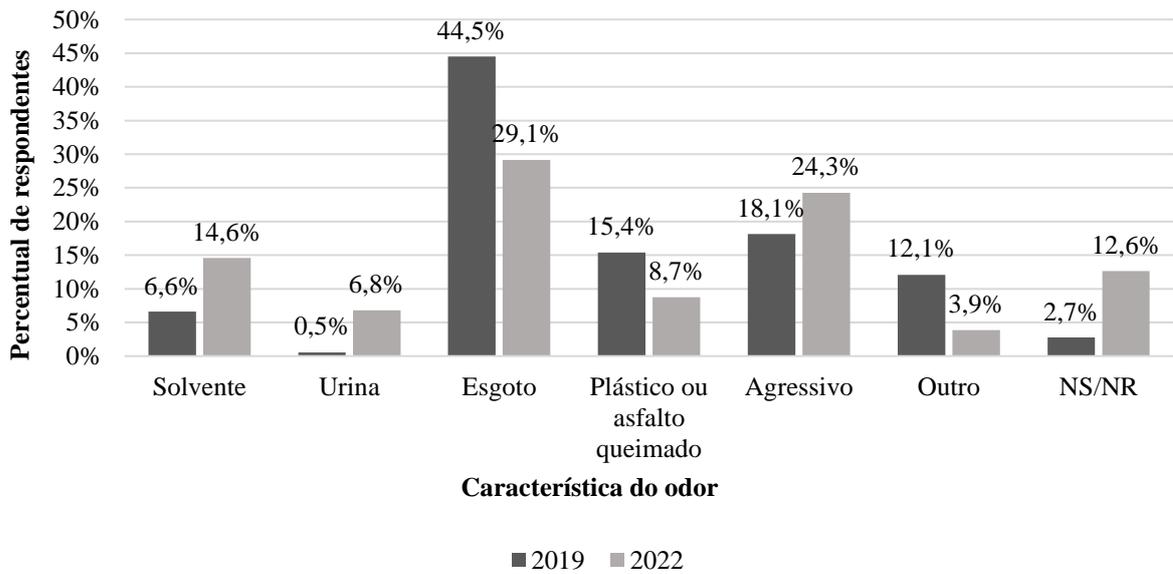


Figura 10 - Tipo de odor percebido

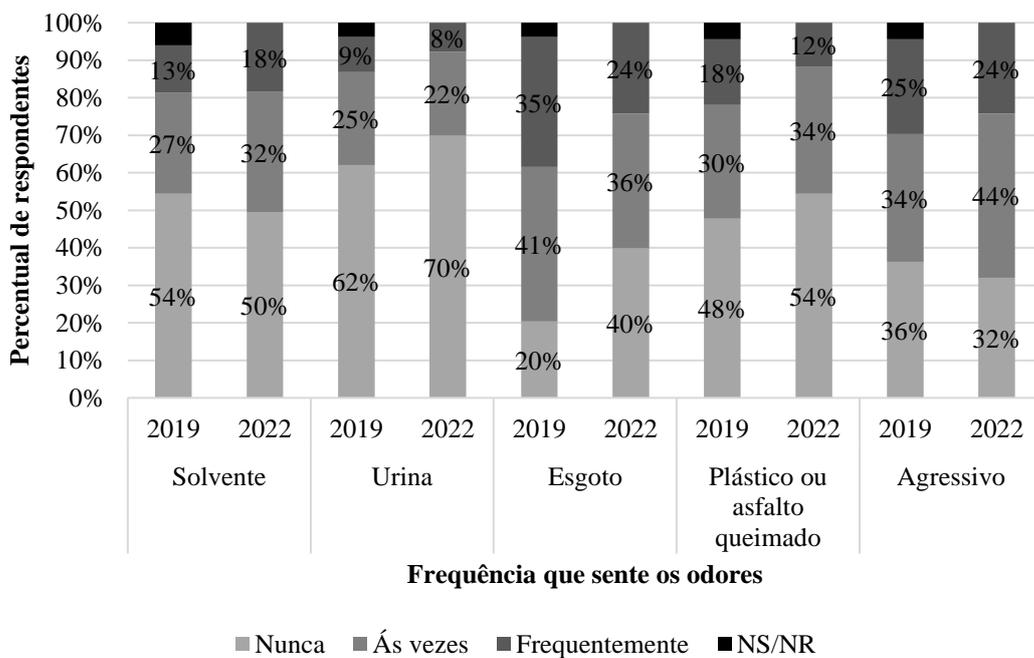


Figura 11 – Frequência que percepção de odores

### 5.1.4 Incômodo causado pelos gases odorantes

Na Figura 12 é apresentada o percentual de respondentes que se sentem incomodados com os odores presentes na comunidade. O incômodo foi reportado por 36% e 26% dos respondentes em 2019 e 2022, respectivamente. Na Figura 13 é apresentado o grau de incômodo causado pelos odores. A maior parte dos respondentes incomodados disseram estar muito incomodados, que representa a escala de incômodo igual ou superior a 7. Dentre os incomodados, os muito

incomodados representam 81% em 2019 e 76% em 2022. Apesar da redução percentual de incômodo entre uma pesquisa e outra, a proporção de respondentes que percebem os odores não mudou (conforme discutido na Figura 8). Em outras pesquisas que avaliaram o incômodo causado por gases odorantes, o percentual de incomodados foi similar ao encontrado no presente estudo. Blanes-Vidal (2015), que realizou um estudo em regiões não urbanas, identificou que o incômodo por odores de resíduos agrícolas foi reportado por 45% dos respondentes. Na pesquisa de Zhang et al. (2021), o odor de esgoto é incômodo para 40% dos respondentes. Entretanto, em contraste com o presente estudo, as pesquisas citadas apresentaram uma prevalência de muito/extremamente incomodados inferior a 25%.

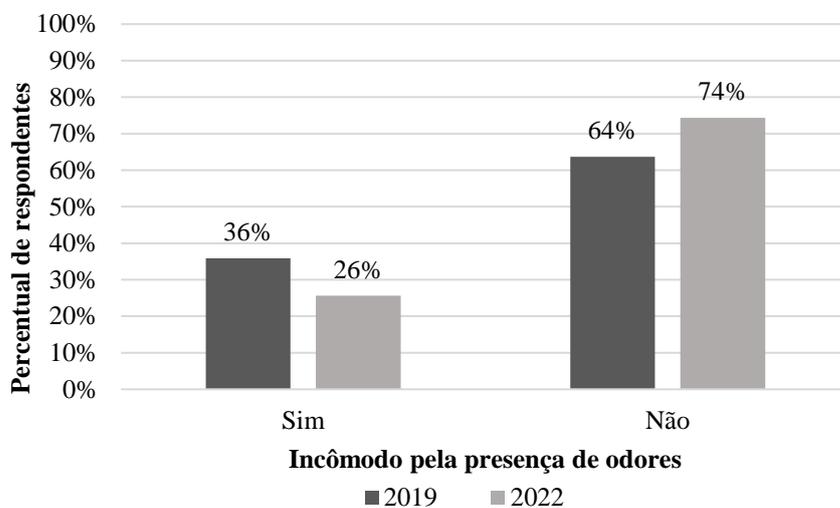


Figura 12 – Incômodo causado pela presença de odores

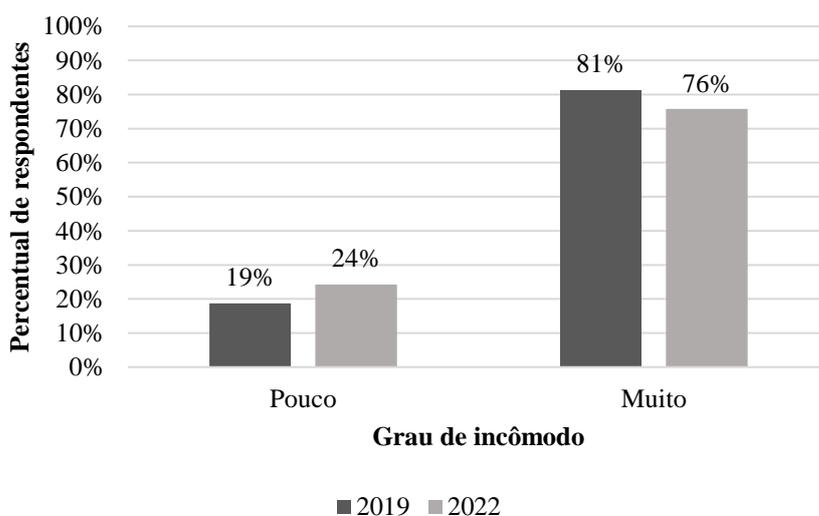


Figura 13 – Grau de incômodo com os odores percebidos

### 5.1.5 Impactos devidos à percepção do odor

Na Tabela 5 são apresentados alguns impactos causados aos moradores na presença de odores que incomodam. É possível observar que a resposta predominante é a de fechar as janelas, que corresponde a 53% das respostas na pesquisa de 2019 e 45% em 2022. Diferente de 2019, em que 18% dos respondentes disseram que o incômodo com odores não afeta a rotina, em 2022 o percentual para essa mesma opção de resposta foi igual a 42%. Em 2019, a resposta “outros”, que corresponde a 9%, está relacionada, em sua maioria, a respostas como ligar o ventilador, limpar a casa e usar produtos de limpeza. Problemas ao abrirem as janelas por causa do mau cheiro também é o principal inconveniente relatado por residentes no estudo de Wojnarowska et al. (2020). Nesse estudo, problemas ao abrir as janelas corresponde a 83% das respostas, seguido de dificuldades para passar o tempo na varanda (76%), atividades de recreação (74%) e pendurar roupas fora de casa (73%). Machado et al. (2022) também identificaram como consequências da poluição por poeira na qualidade de vida: manter as janelas fechadas e evitar frequentar locais públicos.

Tabela 5 - Impacto do odor nas atividades diárias

Impactos do odor	% em	% em
	2019	2022
Fecha as janelas	53%	45%
Não caminha pela vizinhança	8%	6%
Deixa de fazer atividades sociais fora de casa, como churrascos	5%	1%
Não deixa as crianças brincarem do lado de fora de casa	3%	4%
Não vai até a padaria	1%	0%
Não faz atividades no quintal, como jardinagem	2%	0%
Outros (ligar o ventilador, limpar a casa, usar produtos de limpeza, etc.)	9%	3%
Não altera a rotina	18%	42%

### 5.1.6 Relação entre problemas de saúde pré-existent e percepção do odor

Luginnah et al. (2002) indicam que há associação entre frequência de sintomas de saúde e a percepção e/ou incômodo com gases odorantes. Os autores sugerem que a condição de saúde pode tornar os indivíduos mais sensíveis aos odores. A Figura 14 mostra a relação da ocorrência de problemas de saúde nos últimos 6 meses de acordo com as respostas dadas pelos participantes das pesquisas. O principal problema de saúde citado é a rinite, que corresponde a 20% em 2019 e 30% em 2022. Outros problemas de saúde citados foram tosses e espirro, sinusite, irritação no ouvido ou garganta, falta de ar e pele seca.

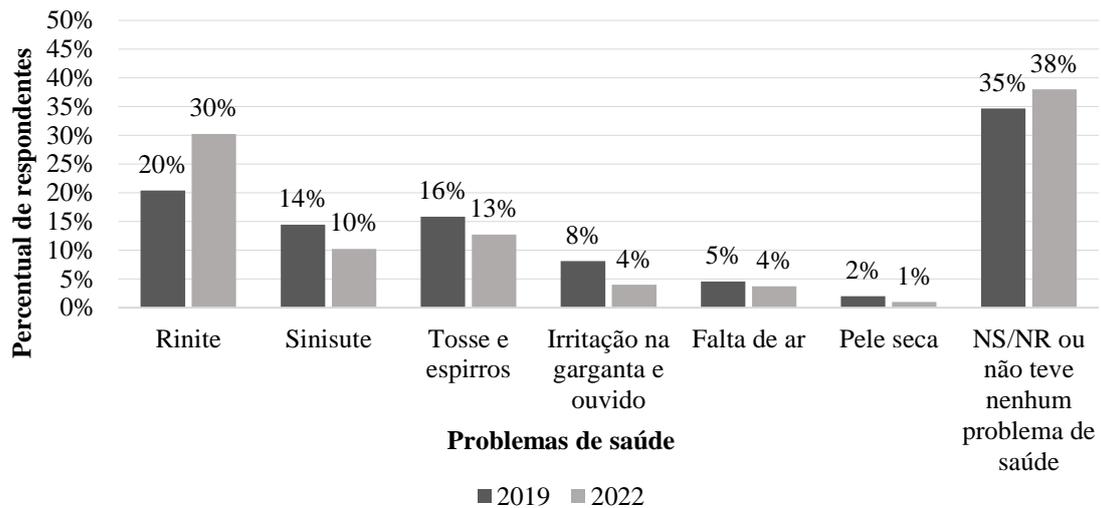


Figura 14 - Problemas de saúde pré-existent nos últimos 6 meses

## 5.2 DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DA PERCEPÇÃO DA FONTE EMISSORA DE GASES ODORANTES E DE SEUS IMPACTOS

A Figura 15 apresenta a distribuição espacial da identificação da fonte responsável pelos odores pelos respondentes em relação a três faixas de distância da fonte mais frequentemente citada na pesquisa de opinião. Na pesquisa realizada em 2019, a siderurgia é a mais citada na primeira faixa de distância de “até 2km”, que corresponde a 57%. Com o aumento das distâncias a siderurgia é menos citada em ambas as pesquisas. Foi aplicado o teste de qui-quadrado de independência, que confirmou que as respostas da fonte e a distância estavam associadas em ambas as pesquisas ( $p=0,00$  e  $p=0,03$ ).

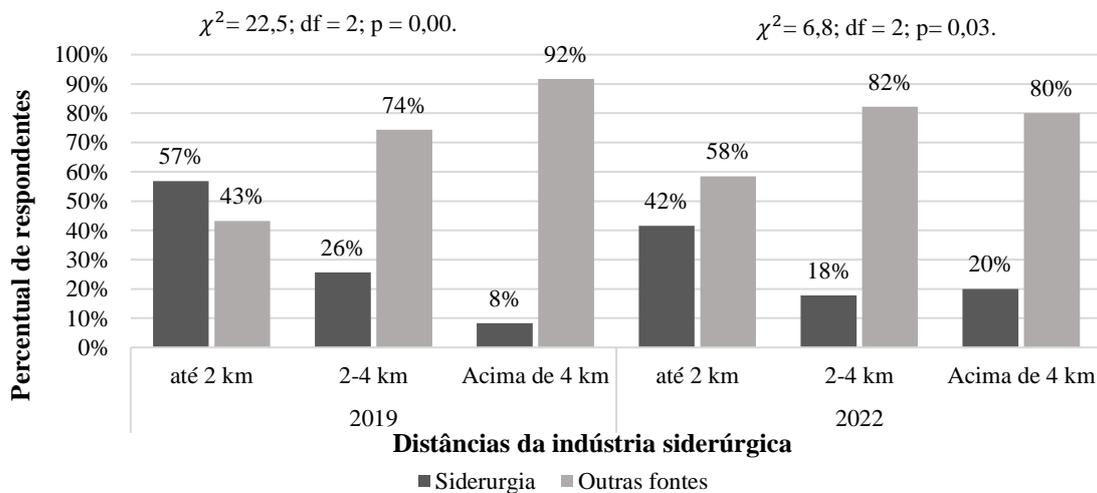


Figura 15 - Fontes de odores identificadas pelos respondentes distribuídos em distância diferentes da unidade de siderurgia

A Figura 16 apresenta os valores médios para a escala de incômodo para cada zona de distância da siderurgia. É possível observar que o maior valor médio é igual 8,6 na área mais próxima da siderurgia na primeira pesquisa, e a menor média foi igual a 5 na área mais distante na segunda pesquisa. Em ambas as pesquisas as maiores médias se encontram nas faixas de distâncias de “até 2 km” e “2-4 km”, entretanto na última faixa de distância a barra do desvio padrão indica uma maior variabilidade nas respostas do grau de incômodo. Em conformidade com os achados da presente pesquisa, nos estudos de Luginnah et al. (2002), Goshin et al. (2020) e Zarra et al. (2021) foram constatados níveis mais altos de incômodo nas proximidades da fonte de odor (fontes variadas: refinaria de petróleo, fábrica alimentícia, aterro e ETE). Machado et al. (2022) também encontraram maiores índices de incômodo com a poluição do ar (poeira) próximo às fontes (pelotização e siderurgia). Por outro lado, Wroniszewska e Zwoździak (2020) não encontraram diferenças nos graus de incômodo com odores em relação as distâncias da fonte (ETE).

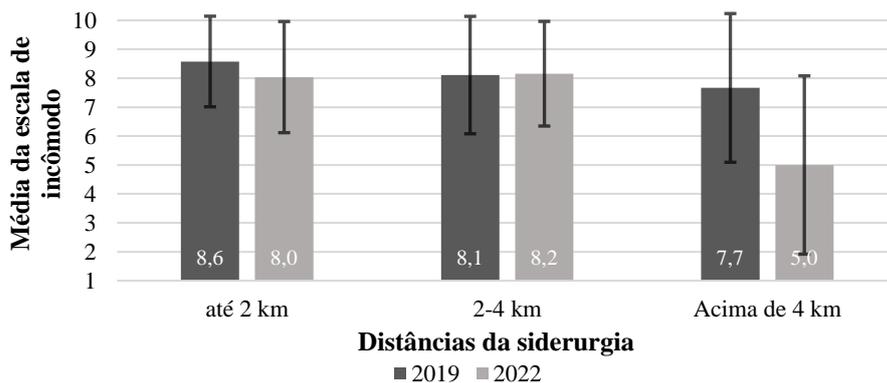


Figura 16 - Valores médios para a escala de incômodo em relação à distância da fonte siderúrgica.

A Figura 17 mostra o impacto do odor nas atividades diárias dos respondentes em relação as distâncias do ponto geográfico de referência. É possível observar uma possível relação entre as respostas e as faixas de distância da siderurgia. Nas duas primeiras faixas, o impacto de fechar as janelas é o mais representativo em ambas as pesquisas. Na pesquisa de 2022 a resposta “não altera a rotina” está presente em maior proporção em todas as faixas de distância, principalmente na faixa mais distante “Acima de 4km”. Os resultados mostram que poluição do ar gera inconvenientes a saúde e ao bem estar dos indivíduos, principalmente nas proximidades das fontes. Resultados semelhantes foram encontrados em Machado et al. (2022), em que os efeitos da poluição do ar na qualidade de vida relatado pelos respondentes também variaram com as distâncias de fontes industriais de material particulado.

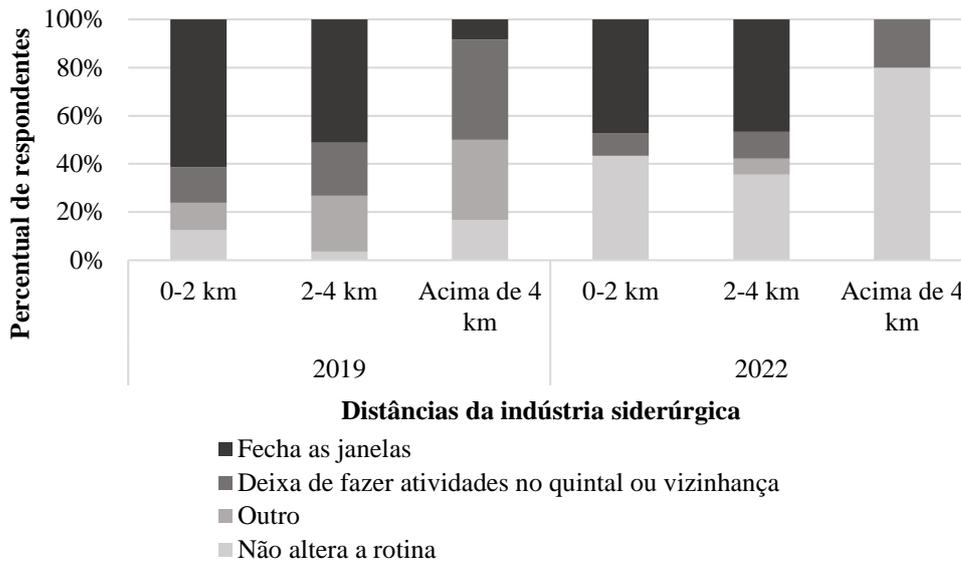


Figura 17 - Impacto da percepção do odor nas atividades diárias

### 5.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Nesta sessão serão apresentados os resultados das análises estatísticas. Vale mencionar que para o teste de homogeneidade foram consideradas todas as respostas obtidas nas duas pesquisas. Enquanto no qui-quadrado de independência e regressão logística binária foram selecionadas somente as respostas dos participantes que relataram que percebem e se sentem incomodados com o odor. Em atendimento aos pressupostos de tamanho  $n$  mínimo necessário para as análises estatísticas fez-se alguns agrupamentos e ajustes nas variáveis. Lembrando que o incômodo causado por odores é a variável principal de interesse, portanto a questão sobre grau de incômodo foi selecionada, pergunta originalmente de escala numérica (1 a 10) que foi transformada em variável binária. Assim como nos estudos de Rotko et al., (2002) e Wroniszewska e Zwoździak (2020) que aplicaram a mesma técnica, as respostas da escala de 1 a 6 foram classificadas como “pouco incomodado” e codificadas como 0, e respostas de 7 a 10 representam “muito incomodado” foram codificadas como 1.

Na tabela 6 são apresentadas todas as variáveis, classificadas quanto ao tipo (respostas binárias, de escala ordinal ou categóricas com mais de 2 opções de respostas) e suas respectivas codificações. As opções de respostas que foram agrupadas em função do tamanho de  $n$  ter sido insuficiente foram as questões 7 e 8. Na questão 7, o agrupamento foi feito em fontes industriais (siderurgia, pelotização e indústria química) e outras (postos de gasolina e atividades portuárias). Na questão 8, o agrupamento se deu em função da similaridade e possíveis fontes dos maus cheiros (1=solvente, plástico ou asfalto queimado e agressivo; 2=urina e esgoto; 3=outros, por exemplo: amônia, enxofre, etc).

Tabela 6 – Variáveis, tipo e codificação

Variável	Tipo	Codificação
Pergunta 6.1 – Grau de incômodo	Binária	0=pouco incomodado; 1=muito incomodado
Pergunta 1 - Reside mais 2 anos		0=não;1=sim
Pergunta 2 - Poluição do ar é o aspecto que o respondente menos gosta na vizinhança		
Pergunta 4 - Preocupação com a poluição do ar		
Pergunta 5.1 - Percepção da poluição do ar pela presença de pó/poeira		
Pergunta 5.2 - Percepção da poluição do ar pela perda de visibilidade/esfumaçamento do ar		
Pergunta 6 – Incômodo		
Pergunta 10 - O odor causa algum impacto na rotina		
Pergunta E6 - Ocorrência de algum problema respiratório nos últimos 6 meses		
Pergunta E3 - Gênero feminino		
Pergunta E2 - Fumante		
Pergunta 9.1 - Frequência de cheiro de solvente	Escala ordinal	
Pergunta 9.2 - Frequência de cheiro de urina		
Pergunta 9.3 - Frequência de cheiro de esgoto		
Pergunta 9.4 - Frequência de cheiro de plástico ou asfalto queimado		
Pergunta 9.5 - Frequência de cheiro irritante/ardente		
Pergunta 7 - Fonte do odor	Categórica	1= pelletização, siderurgia e produtos químicos; 2=tratamento de esgoto; 3=outras
Pergunta 8 - Característica do odor		1=solvente, plástico queimado e agressivo; 2=urina e esgoto; 3=outras
Pergunta E1 - Ocupação		1=empregado; 2=desempregado; 3=aposentado; 4=estudante; 5= autônomo; 6= dona de casa
Pergunta E4 - Idade		1=16 a 24 anos; 2=25 a 44 anos;3=45 a 64 anos; 4=acima de 65 anos
Pergunta E5 - Escolaridade		1=nunca estudou; 2=ensino fundamental; 3=ensino médio; 4=ensino superior

Tendo como referência as variáveis apresentadas na Tabela 6, a seguir apresenta-se os resultados dos testes estatísticos e da regressão logística binária, bem como as respectivas discussões à luz da literatura.

### 5.3.1 Teste de homogeneidade para as duas pesquisas de opinião

Os resultados dos testes qui-quadrado de homogeneidade são apresentados na Tabela 7. A hipótese testada é se há diferença significativa entre as respostas das pesquisas de 2019 e 2022 (hipótese alternativa). No primeiro grupo de variáveis “Perfil dos respondentes e saúde”, a

distribuição das respostas diferiu nas duas pesquisas para: “ocupação”, “fumante” e “se reside há mais de 2 anos”.

Os resultados do teste de homogeneidade para as variáveis sociodemográficas foram determinantes para a decisão de análise e aplicação do modelo de regressão para cada uma das pesquisas separadamente. Em relação ao tabagismo, Jacquemin et al. (2007) constaram maiores índices de incômodo com a poluição do ar entre os não fumantes, e Vennemann et al. (2008) verificaram que o tabagismo causa o comprometimento da capacidade olfativa.

Já Machado et al. (2021) identificaram que a ocupação do indivíduo pode afetar o nível de incômodo com a poluição do ar, e isso pode variar de acordo com o contexto social, cultural e econômico no qual as pessoas estão inseridas. De modo geral, o estudo de Machado et al. (2021) analisou variáveis associadas ao incômodo causado pela poluição do ar (poeira) em duas áreas urbanas industrializadas (Vitória no Brasil e Dunquerque na França). Os autores identificaram que aposentados e desempregados residentes na região de Vitória apresentaram níveis mais altos de incômodo com a poluição do ar, enquanto estudantes e desempregados residentes em Dunquerque apresentaram pouco ou nenhum incômodo.

Nas questões sobre percepção da poluição do ar as diferenças nas respostas foram significativas em “A poluição do ar é um aspecto negativo na região”, “Estou preocupado com a poluição do ar” e “Percebe a poluição do ar pela perda de visibilidade”. No grupo de questões específicas sobre poluição odorífera as diferenças nas respostas foram significativas nas variáveis “Incômodo”, “Característica do odor”, “Frequência de cheiro de esgoto” e “Se o odor causa algum impacto na rotina”. Desse modo, o teste validou as diferenças observadas na seção 5.1, principalmente relacionado ao incômodo e relatar que o odor causa impacto na rotina, que de fato foi menor em 2022. Por outro lado, não houve alterações na prevalência de respondentes que se sentem muito incomodados com os odores.

Tabela 7 - Testes de homogeneidade entre as duas pesquisas (2019-2022)

Teste de homogeneidade				
Variável	<i>n</i>	$\chi^2$	gl	p-valor
<b>Perfil dos respondentes e saúde</b>				
Ocupação	900	25,56	5	0,00
Fumante	898	12,41	1	0,00
Gênero	905	0,21	1	0,65
Idade	897	3,04	3	0,39
Escolaridade	892	5,02	3	0,17
Reside há mais de 2 anos na região	902	6,65	1	0,01
Ocorrência de problema respiratório nos últimos 6 meses	905	0,53	1	0,47

<b>Questões sobre percepção de poluição do ar</b>				
A poluição do ar é um aspecto negativo identificado na região	809	6,43	1	0,01
Estou preocupado com a poluição do ar	879	5,56	1	0,02
Percebe a poluição do ar pela presença de pó/poeira	900	0,55	1	0,46
Percebe a poluição do ar pela perda de visibilidade	879	3,67	1	0,06
Percebe a poluição do ar pela presença de odores	897	0,03	1	0,87
<b>Questões específicas sobre poluição odorífera</b>				
Incômodo	905	10,95	1	0,00
Grau de incômodo	285	1,25	1	0,26
Fonte do odor	271	0,22	2	0,93
Característica do odor	268	6,64	2	0,04
Frequência cheiro de solvente	274	2,65	4	0,62
Frequência cheiro de urina	278	1,10	4	0,89
Frequência cheiro de esgoto	278	12,59	4	0,01
Frequência cheiro de plástico ou asfalto queimado	277	3,33	4	0,50
Frequência cheiro irritante/ardente	277	5,46	4	0,24
Se o odor causa algum impacto na rotina	2,85	43,52	1	0,00

### 5.3.2 Análise das variáveis qualitativas associadas ao incômodo

Na Tabela 8 são apresentadas as variáveis associadas ao incômodo causado por gases odorantes a partir do teste qui-quadrado de independência. Na primeira pesquisa, as variáveis significativas foram: percepção da poluição do ar na região pela presença de pó/poeira, percepção da poluição do ar pela perda de visibilidade/esfumaçamento do ar, gênero feminino e se o respondente teve algum problema respiratório nos últimos 6 meses. Na segunda pesquisa, as variáveis que apresentaram associação com o incômodo por odor foram: frequência que sente cheiro de esgoto dentro de casa, idade e se o respondente teve algum problema respiratório nos últimos 6 meses.

Tabela 8 – Variáveis associadas ao incômodo nas duas pesquisas

<b>Pesquisa</b>	<b>Variáveis</b>	<b><math>\chi^2</math></b>	<b>p-valor</b>
<b>2019 - Outono</b>	Percebe a poluição do ar pela presença de pó/poeira	3,35	0,07
	Percebe a poluição do ar pela perda de visibilidade	4,33	0,04
	Gênero feminino	9,27	0,01
	Ocorrência de problemas respiratórios nos últimos 6 meses	3,69	0,05
<b>2022 - Verão</b>	Frequência de cheiro de esgoto	12,22	0,02
	Idade	6,09	0,11
	Ocorrência de problemas respiratórios nos últimos 6 meses	6,45	0,01

A Tabela 9 apresenta os OR estimados para as variáveis explicativas dos modelos de regressão, e os respectivos Intervalos de Confianças (IC) para cada variável com 95% de confiança. Observa-se que todas as variáveis explicativas apresentaram OR significativo com exceção da

variável idade na segunda pesquisa. As variáveis explicativas apresentadas aumentam as chances do desfecho, sendo a percepção de poeira, gênero feminino e ocorrência de problemas respiratórios as que mais impactam na resposta de incômodo.

Tabela 9 – OR e IC das variáveis explicativas dos modelos

Modelos	Variáveis explicativas	OR	IC
<b>Pesquisa 2019</b>	Percebe a poluição do ar pela presença de pó/poeira	2,78	1,0;11,3
	Percebe a poluição do ar pela perda de visibilidade	1,73	1,0;4,0
	Gênero feminino	2,88	1,3;6,9
	Ocorrência de problemas respiratórios nos últimos 6 meses	1,82	1,0;4,5
<b>Pesquisa 2022</b>	Frequência de cheiro de esgoto	1,32	1,0;2,0
	Idade	0,84	0,4;1,7
	Ocorrência de problemas respiratórios nos últimos 6 meses	3,37	1,2;9,8

Os resultados apontam para uma relação entre o incômodo com odores e a percepção de outras formas de poluição do ar, que são a presença de pó/poeira e perda de visibilidade. Claeson et al. (2013) também identificaram a percepção da poluição do ar como um fator relevante para o incômodo com odores.

Algumas fontes industriais de gases odorantes identificadas no presente estudo também foram avaliadas em relação a poluição por material particulado por Machado et al. (2018). Os autores identificaram altos níveis de incômodo com a poluição do ar em regiões próximas ao complexo industrial (pelotização e siderurgia). Esse resultado justifica a associação entre as variáveis relacionadas a poeira e perda de visibilidade com o incômodo causado pelo odor em 2019. Por outro lado, na pesquisa de 2022, conduzida após o período pandêmico, não foram encontradas essas associações. Durante a pandemia, as fontes industriais tiveram suas operações afetadas, e por consequência, reduziram as emissões de material particulado (VIEIRA et al., 2020; RUDKE et al. 2021; DO ESPÍRITO SANTO et al., 2022; PINTO et al., 2022), o que pode ter influenciado os resultados obtidos.

O gênero feminino apresentou OR significativo na primeira pesquisa. A associação do gênero feminino com a percepção ou incômodo com odores foi encontrada em alguns estudos. Axelsson et al. (2013) estimaram o OR e indicaram que residentes do gênero feminino têm 1,44 vezes mais chances de sentirem incômodo. Além disso, eles identificaram que ter filhos em casa aumentava as chances de incômodo (OR=1,46). Wojnarowska et al. (2020) também identificaram o gênero feminino como o mais sensível para o incômodo com odores.

Machado et al. (2021, 2022) também encontraram associações entre gênero feminino e maiores níveis de incômodo com a poluição por poeira. Os autores fundamentam que por viver em uma sociedade patriarcal, as mulheres ficam mais tempo em casa e são responsáveis pela limpeza e retirada da poeira. Para o odor, os impactos podem diferir, entretanto o tempo de permanência em casa também pode intensificar o incômodo sentido.

Estudos que avaliaram as diferenças na sensibilidade olfativas de homens e mulheres a partir de testes com amostras odoríferas apresentam resultados contrastantes. Para Chao et al. (2022) e Dalton et al. (2022) mulheres foram mais sensíveis e classificaram os odores com maiores intensidades, enquanto para Xu et al. (2020) e a Hummel et al. (2003) os resultados foram indiferentes em relação ao gênero. Em 2022, período de menor incômodo com odores, não foram encontradas distinções significativas nas respostas dadas entre os dois gêneros.

A variação na sensibilidade olfativa de acordo com a idade do indivíduo também foi avaliada por Hummel et al. (2003) e Larsson et al. (2000). Hummel et al. (2003) identificaram que a sensibilidade olfativa é menor em indivíduos com mais de 35 anos. Enquanto Larsson et al. (2000). constataram menor capacidade para detecção e identificação de odores em pessoas com mais de 65 anos. Apesar de faixa etária do respondente apresentar associação com o incômodo na pesquisa realizada em 2022, o OR não foi significativo. O OR encontrado, inferior a 1, indica, na verdade, uma relação entre o aumento da faixa etária do indivíduo e redução das chances de se sentir muito incomodado. Entretanto, esse resultado não foi significativo para a variável idade, pois essa relação foi encontrada somente para uma faixa etária específica (maior proporção de pouco incomodados na faixa etária de 45-54 anos). Relacionado a poeira, Machado et al. (2021) encontraram associações significativas entre o incômodo com a poluição do ar e idade do respondente, em que respondentes com mais de 34 anos se sentiam mais incomodados do que indivíduos mais jovens.

Perceber cheiro de esgoto com frequência está relacionada ao aumento das chances de se sentir altamente incomodado com odores em 2022. Ao analisar os dados, foi constatado que os respondentes que reportaram que o cheiro de esgoto era muito frequente relataram maiores níveis de incômodo do que respondentes que disserem que sentem o cheiro de esgoto às vezes e raramente. Esse mesmo resultado não foi encontrado em 2019, o que pode ser explicado pela principal fonte de odores identificada na primeira pesquisa ter sido a siderurgia. Machado et al. (2022) identificaram que as fontes de emissão percebidas na Grande Vitória estavam associadas ao incômodo causado pela poluição do ar (material particulado).

A ocorrência de problemas respiratórios foi a variável significativa em comum nas duas pesquisas. Desse modo, a condição de saúde mostrou ser um fator relevante para explicar as respostas de incômodo com odores. Em 2022 o OR indicou maior impacto no desfecho, o que pode estar relacionado ao período pandêmico. Luginaah et al. (2002) identificaram que a frequência de sintomas como problemas respiratórios e náuseas aumentavam em 1,26 vezes as chances do incômodo com odores. Enquanto para Wroniszewska e Zwoździak (2020) a chance do incômodo com odores era duas vezes maior em indivíduos que avaliavam a sua saúde como “ruim”. Axelsson et al. (2013) também encontraram relação entre preocupação com a saúde e o nível de incômodo causado pelo odor. Os autores identificaram que se sentir preocupado com os efeitos que a poluição odorífera tem na saúde pode intensificar o incômodo percebido.

### 5.3.3 Avaliação da acurácia do modelo para predição do incômodo

Na Tabela 10 são apresentados os resultados de predição e acurácia dos modelos por meio de tabelas de classificação. Ambos os modelos classificaram corretamente as respostas de incômodo em mais de 90% dos casos.

Tabela 10 - Modelo de regressão logística binária

Observado			Predição		
			Grau de incômodo		Percentual de acertos
			Pouco (0)	Muito (1)	
<b>Pesquisa de 2019</b>	Grau de incômodo	Pouco (0)	29	2	93,5%
		Muito (1)	3	135	97,8%
		Percentual geral			97%
<b>Pesquisa de 2022</b>	Grau de incômodo	Pouco (0)	20	2	90,9%
		Muito (1)	4	66	94,3%
		Percentual geral			93,5%

Valor de corte: 0,5

Em suma, os dois modelos ajustados conseguiram representar as particularidades das pesquisas realizadas nas diferentes estações do ano (outono e verão) e distinguir bem os dois grupos (pouco e muito incomodado). A acurácia dos modelos ajustados também foi satisfatória em comparação a outros estudos que aplicaram a regressão logística para predição, como por exemplo Luginaah et al (2002) e Hayes et al. (2017b). No estudo de Luginaah et al. (2002), o modelo de regressão para a previsão do incômodo com odores apresentou um percentual de acerto de 84,7% dos casos. Enquanto no modelo proposto por Hayes et al. (2017b) a acurácia

estimada foi de 87%, com 96% de previsões corretas para a resposta “não” e 56,7% para respostas “sim”.

## 6 CONCLUSÕES E RECOMENDAÇÕES PARA TRABALHOS FUTUROS

Este estudo teve como objetivo geral identificar fatores qualitativos que interferem na percepção e no incômodo causado por gases odorantes em ambiente urbano industrializado. Pesquisas de opinião foram realizadas em dois períodos distintos que marcam o comportamento sazonal da direção e velocidade dos ventos predominantes e do índice pluviométrico na região de estudo. Os participantes da pesquisa foram distribuídos de forma equivalente entre homens e mulheres, compreendendo todas as faixas etárias acima de 16 anos, em que a maior parte possui o ensino médio, estão empregados ou são autônomos, e que não possuem o hábito de fumar.

Esta pesquisa mostrou que a poluição do ar é um problema ambiental relevante na região, e que é percebida pelos residentes nas formas de poeira, perda de visibilidade e odor. Sobre as características dos maus cheiros percebidos e com maior frequência, destacam-se os cheiros de esgoto (ovo podre) e agressivo.

As fontes potenciais de gases odorantes identificadas pelos respondentes na região são as industriais e as estações de tratamento de esgoto. Vale ressaltar que a influência da direção e velocidade do vento predominante na região tem relação com identificação da fonte, isto é, quando há predominância do vento sul a principal fonte de odor citada é a indústria siderúrgica e quando há predominância de vento norte/nordeste as fontes siderurgia e tratamento de esgoto são as mais citadas.

Embora, a distância da fonte influencie a intensidade do incômodo causado por odor, a grande maioria reporta sentir-se muito ou extremamente incomodado com o odor, o que foi também constatado pelo teste qui-quadrado de homogeneidade. A principal consequência do incômodo por odor na vida cotidiana dos respondentes é a necessidade de fechar as janelas.

O teste qui-quadrado de independência indicou diferentes variáveis qualitativas associadas ao grau de incômodo causado por odor para cada uma das pesquisas. Na pesquisa realizada em 2019, as variáveis associadas ao grau de incômodo foram: percepção da poluição do ar pela presença de poeira, percepção da poluição do ar pela perda de visibilidade, gênero feminino e ocorrência de problemas respiratórios. Enquanto na pesquisa realizada em 2022 as variáveis encontradas foram: frequência de cheiro de esgoto, idade e ocorrência de problemas respiratórios. A diferença nas variáveis encontradas é justificada pelas condições

meteorológicas de cada um dos períodos investigados. Foi constatado que a ocorrência de problemas respiratórios está significativamente associada ao incômodo causado pelo odor.

A partir do modelo de regressão e pelo cálculo do odds ratio OR, a chance de se sentir altamente incomodado pelo odor é aumentada por todas as outras variáveis qualitativas anteriormente mencionadas. A qualidade do ajuste dos modelos, avaliada pela acurácia, mostrou que os modelos foram capazes de classificar corretamente as respostas de muito e pouco incômodo na maior parte dos casos.

Conclui-se que as pesquisas comunitárias podem ser utilizadas como uma ferramenta de avaliação de qualidade ambiental percebida e também auxiliar a gestão do impacto da poluição do ar percebido pela população como forma de implementação de regulamentações pelos órgãos ambientais bem como o investimento em tecnologias pelas indústrias potencialmente emissoras.

Para pesquisas futuras sugere-se estudar a relação entre os impactos causados por odores e a frequência de ocorrência de diferentes problemas de saúde relacionados às propriedades irritantes do odor.

## REFERÊNCIAS

ABRAHAM, B.; LEDOLTER, J. **Introduction to regression modeling**. Thomson Brooks/Cole, 2006. ISBN 0534420753.

AGRESTI, A. **An introduction to categorical data analysis**. 2 ed. Hoboken: Wiley, 2007.

AMERICAN INDUSTRIAL HYGIENE ASSOCIATION - AIHA. Odor thresholds for chemicals with established health standards. **Virginia: American Industrial Hygiene Association**, 2013.

ATARI, D. O.; LUGINAAH, I. N.; FUNG, K. The relationship between odour annoyance scores and modelled ambient air pollution in Sarnia, "Chemical Valley", Ontario. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 6, n. 10, p. 2655-2675, 2009.

AXELSSON, G.; STOCKFELT, L.; ANDERSSON, E.; GIDLOF-GUNNARSSON, A.; SALLSTEN, G.; BARREGARD, L. Annoyance and worry in a petrochemical industrial area - Prevalence, time trends and risk indicators. **International journal of environmental research and public health**, v. 10, n. 4, p. 1418-1438, 2013.

BARNETT, V. **Sample survey principles and methods**. 3.ed. London: Arnold. 1991.

BERGLUND, B.; BERGLUND, U.; LINDVALL, T. A study of response criteria in populations exposed to aircraft noise. **Journal of Sound and Vibration**, 41, 33-39, 1987.

BLANES-VIDAL, V.; SUH, H.; NADIMI, E. S.; LOFSTROM, P.; ELLERMANN, T.; ANDERSEN, H. V.; SCHWARTZ, J. Residential exposure to outdoor air pollution from livestock operations and perceived annoyance among citizens. **Environment international**, v. 40, p. 44-50, 2012.

BLANES-VIDAL, V. Air pollution from biodegradable wastes and non-specific health symptoms among residents: direct or annoyance-mediated associations?. **Chemosphere**, v. 120, p. 371-377, 2015.

BLUMBERG, D. G.; SASSON, A. Municipal hotlines and automated weather stations as a tool for monitoring bad odour dispersion: The northern Negev case. **Journal of environmental management**, v. 63, n. 1, p. 103-111, 2001.

BOKOWA, A.; DIAZ, C.; KOZIEL, A. J.; MCGINLEY, M.; BARCLAY, J.; SCHAUBERGER, G.; GUILLOT, J.; SNEATH, R.; CAPELLI, L.; ZORICH, V.; IZQUIERDO, C.; BILSEN, I.; ROMAIN, A.; CABEZA, M.; LIU, D.; BOTH, R.; BELOIS, V. H.; HIGUCHI,

T.; WAHE, L. Summary and overview of the odour regulations worldwide. **Atmosphere**, v. 12, n. 2, p. 206, 2021.

BONTEMPI, C.; JACQUOT, L.; BRAND, G.. Sex Differences in Odor Hedonic Perception: An Overview. **Frontiers in Neuroscience**, p. 1384, 2021.

BRANCHER, M.; GRIFFITHS, K. D.; FRACO, D.; LISBOA, H. M. A review of odour impact criteria in selected countries around the world. **Chemosphere**, v. 168, p. 1531–1570, fev. 2017.

BRANCHER, M.; KNAUDER, W.; PIRINGER, M.; SCHAUBERGER, G. Temporal variability in odour emissions: to what extent this matters for the assessment of annoyance using dispersion modelling. **Atmospheric Environment**, v. 5, p. 100054, 2020.

CHAO, Y.T.; WOOSCH, D.; PIENIAK, M.; HUMMEL, T. Gender difference in ratings of odor intensity during olfactory training. **Journal of Sensory Studies**, v. 37, n. 6, 2022.

CLAESON, A. S.; LIDÉN, E.; NORDIN, M.; NORDIN, S. The role of perceived pollution and health risk perception in annoyance and health symptoms: a population-based study of odorous air pollution. **International archives of occupational and environmental health**, v. 86, n. 3, p. 367-374, 2013.

CONTI, C.; GUARINO, M.; BACENETTI, J. Measurements techniques and models to assess odor annoyance: A review. **Environment international**, v. 134, p. 105-261, 2020.

DALTON, P.; DOOLITTLE, N.; BRESLIN, P.A.S. Gender-specific induction of enhanced sensitivity to odors. **Nature neuroscience**, v. 5, n. 3, p. 199-200, 2002.

DO ESPÍRITO SANTO, G.; PINTO, W. P. Análise espectral de séries temporais: uma aplicação para a poluição do ar, na cidade de Vitória, Espírito Santo, Brasil. **The Journal of Engineering and Exact Sciences**, v. 8, n. 2, 2022.

DOMÍNGUEZ-ALMENDROS, S.; BENÍTEZ-PAREJO, N.; GONZALEZ-RAMIREZ, A. R. Logistic regression models. **Allergologia et immunopathologia**, v. 39, n. 5, p. 295-305, 2011.

ELTARKAWI, M A.; MILLER, S. L. The impact of industrial odors on the subjective well-being of communities in Colorado. **International Journal of Environmental Research and Public Health**, v. 15, n. 6, p. 1091, 2018.

FRANKE, T. M.; HO, T.; CHRISTIE, C. A. The chi-square test: Often used and more often misinterpreted. **American Journal of Evaluation**, v. 33, n. 3, p. 448-458, 2012.

GREENBERG, M. I.; CURTIS, J. A.; VEARRIER, D. The perception of odor is not a surrogate marker for chemical exposure: a review of factors influencing human odor perception. **Clinical Toxicology**, v. 51, n. 2, p. 70-76, 2013.

GUADALUPE-FERNANDEZ, V.; DE SARIO, M.; VECCHI, S; BAULEO, L. Industrial odour pollution and human health: a systematic review and meta-analysis. **Environmental Health**, v. 20, n. 1, p. 1-21, 2021.

HAYES, J. E.; FISHER, R. M.; STEVENSON, R. J.; MANNEBECK, C.; STUETZ, R. M. Unrepresented community odour impact: Improving engagement strategies. **Science of The Total Environment**, v. 609, p. 1650-1658, 2017a.

HAYES, J. E.; STEVENSON, R. J.; STUETZ, R. M. Survey of the effect of odour impact on communities. **Journal of Environmental Management**, v. 204, p. 349–354, 2017b.

HAYES, J. E.; STEVENSON, R. J.; STUETZ, R. M. The impact of malodour on communities: A review of assessment techniques. **Science of the Total Environment**, v. 500, p. 395-407, 2014.

HOSMER JR, D. W.; LEMESHOW, S.; STURDIVANT, R. X. **Applied logistic regression**. John Wiley & Sons, 2013.

HU, R.; LIU, G.; ZHANG, H.; XUE, H.; WANG, X.; KWAN, P.; LAM, S. Odor pollution due to industrial emission of volatile organic compounds: A case study in Hefei, China. **Journal of Cleaner Production**, v. 246, p. 119075, 2020.

HUMMEL, T; FUTSCHIK, T.; FRASNELLI, J.; HÜTTENBRINK, K.B. Effects of olfactory function, age, and gender on trigeminally mediated sensations: a study based on the lateralization of chemosensory stimuli. **Toxicology letters**, v. 140, p. 273-280, 2003.

IBGE. **Censo demográfico**. 2010. Disponível em: <<https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>>. Acesso em: 19 maio 2022.

IBGE. **Cidades e Estados – Município da Serra/ES**. 2021. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/es/serra.html>>. Acesso em: 02 fev. 2022.

IBGE. **Produto Interno Bruto do Município da Serra/ES**. 2020. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/es/serra/pesquisa/38/46996>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

INSTITUTO CAPIXABA DE PESQUISA, ASSISTÊNCIA TÉCNICA E EXTENSÃO RURAL - INCAPER. **Programa de Assistência Técnica e Extensão Rural Proater 2020-2023 do município da Serra**. 2020. Disponível em:

<<https://incaper.es.gov.br/media/incaper/proater/municipios/Serra.pdf>>. Acesso em: 18 maio 2022.

INSTITUTO JONES DOS SANTOS NEVES – IJSN. **Onde o crime acontece no ES?** 2022. Disponível em: <[http://ijsn.es.gov.br/attachments/article/6346/IJSN\\_2022-TD\\_63.pdf](http://ijsn.es.gov.br/attachments/article/6346/IJSN_2022-TD_63.pdf)>. Acesso em: 10 mar. 2022.

\_\_\_\_. **PIB dos municípios capixabas.** 2022. Disponível em: <<http://www.ijsn.es.gov.br/artigos/6379-instituto-jones-divulga-pib-oficial-dos-municipios-capixabas?highlight=WyJwaWiXQ==>>. Acesso em: 10 fev. 2022.

INVERNIZZI, M.; CAPELLI, L.; SIRONI, S. Proposal of odor nuisance index as urban planning tool. **Chemical Senses**, v. 42, n. 2, p. 105-110, 2017.

JACQUEMIN, B.; SUNYER, J.; FORSBERG, B.; GÖTSCHI, T.; BAYER-OGLESBY, L.; ACKERMANN-LIEBRICH, U.; MARCO, R.; HEINRICH, J.; JARVIS, D.; TORÉN, K.; KÜNZLI, N. Annoyance due to air pollution in Europe. **International Journal of Epidemiology**, v. 36, n. 4, p. 809-820, 2007.

LARSSON, M.; FINKEL, D.; PEDERSEN, N. L. Odor identification: influences of age, gender, cognition, and personality. **The Journals of Gerontology Series B: Psychological Sciences and Social Sciences**, v. 55, n. 5, p. 304-310, 2000.

LINDVALL, T.; RADFORD, E. P. Measurement of annoyance due to exposure to environmental factors: The fourth Karolinska institute symposium on environmental health. **Environmental research**, v. 6, n. 1, p. 1-36, 1973.

LUGINAAH, I. N.; TAYLOR, S. M.; ELLIOTT, S. J.; EYLES, J. D. Community reappraisal of the perceived health effects of a petroleum refinery. **Social science & medicine**, v. 55, n. 1, p. 47-61, 2002.

MACHADO, M.; SANTOS, J. M.; REISEN, V. A.; REIS JR, N. C.; MAVROIDIS, I.; LIMA, A. T. A new methodology to derive settleable particulate matter guidelines to assist policy-makers on reducing public nuisance. **Atmospheric Environment**, v. 182, p. 242-251, 2018.

MACHADO, M.; REISEN, V. A.; SANTOS, J. M.; REIS JR, N. C. R.; FRÈRE, S.; BONDON, P.; ISPÁNY, P.; COTTA, H. H. A. Use of multivariate time series techniques to estimate the impact of particulate matter on the perceived annoyance. **Atmospheric Environment**, v. 222, p. 117080, 2020.

MACHADO, M.; SANTOS, J. M.; FRERE, S.; CHAGNON, P.; REISEN, V. A.; BONDON, P.; ISPÁNY, M.; MAVROIDIS, I.; REIS JR, N. C. Deconstruction of annoyance due to air

pollution by multiple correspondence analyses. **Environmental Science and Pollution Research**, v. 28, n. 35, p. 47904-47920, 2021.

MACHADO, M. ; SANTOS, J. M.; REISEN, V. A.; PEGO E SILVA, A. F.; REIS JUNIOR, N. C.; BONDON, P.; MAVROIDIS, I.; PREZOTTI FILHO, P. R.; FRERE, S.; LIMA, A. T. Parameters influencing population annoyance pertaining to air pollution. **Journal of Environmental Management**, v. 323, p. 115955, 2022.

MONTICELLI, D. F.; FURIERI, B; LAVOR, V. F; GOULART, E. V.; SANTOS, J.M; REIS JR, N. C.; GALVÃO, E. S.; LOPES, E.; MELO, M. M.. Odorous compounds emissions in an urban and industrialized area, **OLORES19 Conference**, Santiago, Chile. 2020.

MORETTIN, P. A.; BUSSAB, W. O. **Estatística básica**. 6. ed. São Paulo: Saraiva, 2010.

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

PIERRETTE, M.; MOCH, A. Study of olfactive annoyance predictors around a factory site. **Psychologie Francaise**, v. 54, n. 3, p. 259-270, 2009.

PINTO, W. P.; SCHMIDT, I.M.; DO ESPÍRITO SANTO, G.; SEIBERT, O. .; LIMA, . B.; ROSSI, D. A.; RODRIGUES, A. P.; BRAUM, E. D. Impacto do isolamento social nos níveis de pm10 na região da Grande Vitória, ES, Brasil. **Revista Ibero-Americana de Ciências Ambientais**, v. 13, n. 4, 2022.

RUDKE, A. P; ALMEIDA, D.; ALVES, R. A; BEAL, A.; MARTINS, L. D.; MARTINS, J. A.; HALLAK, R.; ALBUQUERQUE, T. T. A. Impacts of strategic mobility restrictions policies during 2020 COVID-19 outbreak on Brazil's regional air quality. **Aerosol and Air Quality Research**, v. 22, n. 4, p. 210351, 2022.

SAZAKLI, E.; LEOTSINIDIS, M. Odor nuisance and health risk assessment of VOC emissions from a rendering plant. **Air Quality, Atmosphere & Health**, v. 14, n. 3, p. 301-312, 2021.

SCHIFFMAN, S. S.; WALKER, J. M.; DALTON, P.; LORIG, T. S.; RAYMER, J. H.; SHUSTERMAN, D.; WILLIAMS, C. M. 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.

SCHIFFMAN, S. S; WILLIAMS, C M. Science of odor as a potential health issue. **Journal of environmental quality**, v. 34, n. 1, p. 129–38, 2005.

STUETZ, R. M.; FRECHEN, F. (Ed.). **Odours in wastewater treatment**. IWA publishing, 2001.

SUCKER, K.; BERRESHEIM, H; RAMEKE-KRÜLL, H; SCHULZE, P; BRÜNING, T; BÜNGER, J. Approach to characterize a sub-group susceptible to odour annoyance. **Chemical Engineering Transactions**, v. 23, p. 99-104, 2010.

SUCKER, K.; BOTH, R.; WINNEKE, G. Adverse effects of environmental odours: reviewing studies on annoyance responses and symptom reporting. **Water Science and Technology**, v. 44, n. 9, p. 43-51, 2001.

TRAN, L, H.; MURAYAMA, T.; ENOMOTO, C.; NISHIKIZAWA, S. Impact of odor from a landfill site on surrounding areas: A case study in ho chi minh city, Vietnam. **Environment and Natural Resources Journal**, v. 18, n. 4, p. 322-332, 2020.

TURHAN, N. S. Karl Pearsons chi-square tests. **Educational Research and Reviews**, v. 15, n. 9, p. 575-580, 2020.

VENNEMANN, M. M.; HUMMEL, T.; BERGER, K.. The association between smoking and smell and taste impairment in the general population. **Journal of neurology**, v. 255, p. 1121-1126, 2008.

VIEIRA, A.B.; COLA, I. T. B.; LOUON, D.R.; RONCHI, P. Efeitos das medidas de afastamento social sobre a qualidade do ar na Região Grande Vitória (Espírito Santo). **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 4, 2020.

WOJNAROWSKA, M.; PLICHTA, G.; SAGAN, A.; PLICHTA, J.; STOBIECKA, J.; SOLTYSIK, M. Odour nuisance and urban residents' quality of life: A case study in Krakow's in Plaszow district. **Urban Climate**, v. 34, p. 100704, 2020.

WORLD HEALTH ORGANIZATION –WHO. **Life in the 21st century**: A Vision for all. The World Health report, 1998. Disponível em: <[www.who.int/whr/1998/en/whr98\\_en.pdf](http://www.who.int/whr/1998/en/whr98_en.pdf)>. Acesso em: 31 mai. 2022.

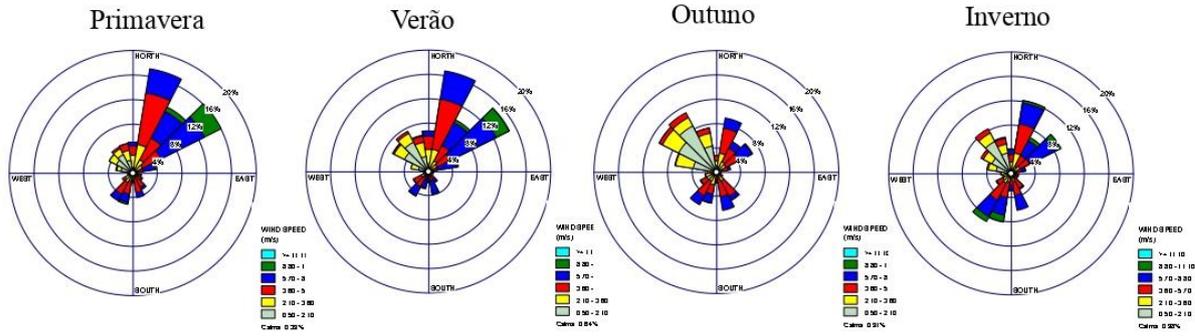
XU, L.; LIU, J.; WROBLEWSKI, K. E.; MCCLINTOCK, M.K.; PINTO, J.M. Odor sensitivity versus odor identification in older US adults: associations with cognition, age, gender, and race. **Chemical Senses**, v. 45, n. 4, p. 321-330, 2020.

YUWONO, A. S.; LAMMERS, P. S. Odor pollution in the environment and the detection instrumentation. **Agricultural Engineering International: CIGR Journal**, 2004.

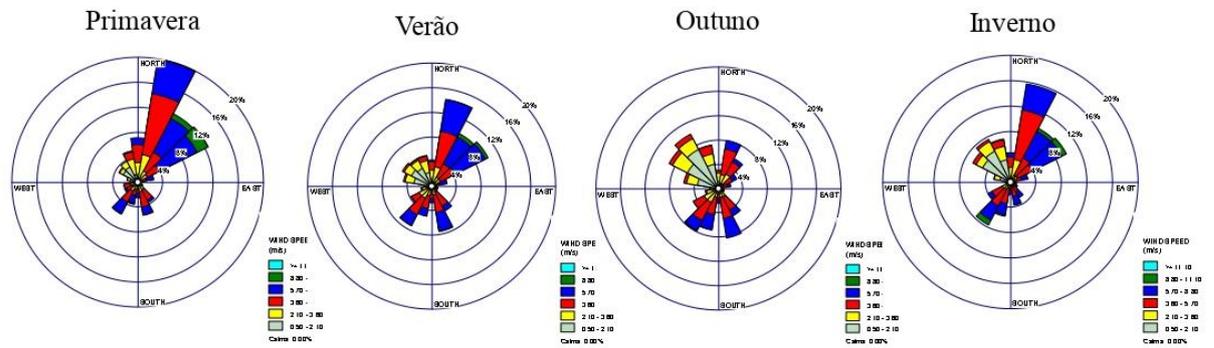
ZARRA, T.; BELGIORNO, V.; NADDEO, V. Environmental odour nuisance assessment in urbanized area: Analysis and comparison of different and integrated approaches. **Atmosphere**, v. 12, n. 6, p. 690, 2021.

APÊNDICE A – Rosa dos ventos para os anos de 2019 a 2022

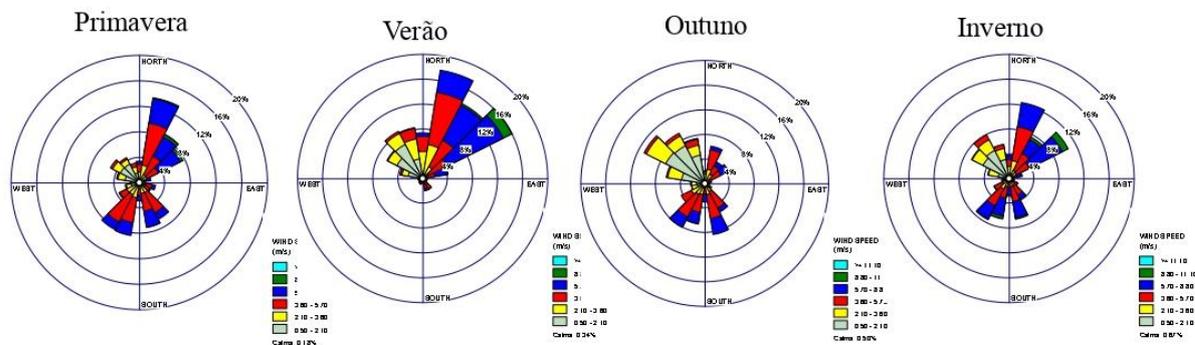
2019



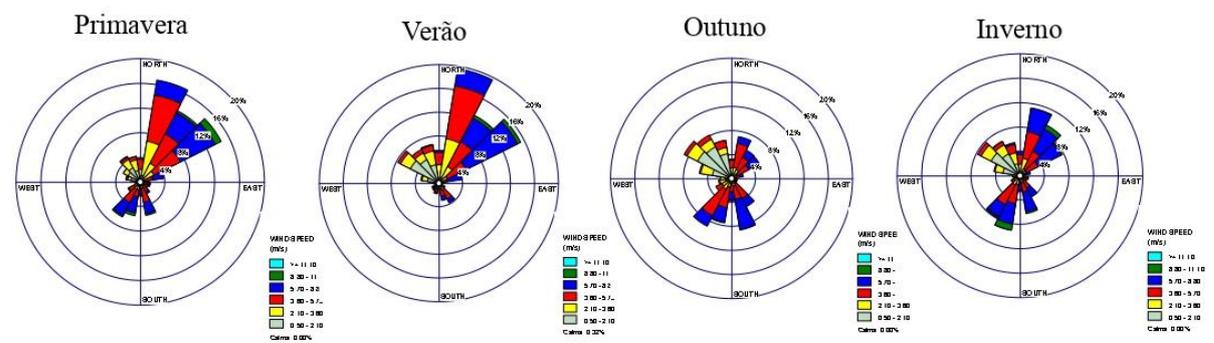
2020



2021



2022



## APÊNDICE B - Questionário da pesquisa face a face

1. Ha quanto tempo o(a) Sr.(a) reside na região?

1. ( ) Menos de 6 meses  
 2. ( ) De 6 meses a 1 ano  
 3. ( ) De 1 a 2 anos  
 4. ( ) Acima de 2 anos  
 99. ( ) NS/NR

2. Qual aspecto o(a) Sr.(a) gosta em relação à sua vizinhança?

1. ( ) Segurança do bairro  
 2. ( ) Limpeza da região  
 3. ( ) Facilidade de acesso  
 4. ( ) Proximidade com o local de trabalho  
 5. ( ) Qualidade do ar  
 99. ( ) NS/NR

3. Qual aspecto o(a) Sr.(a) menos gosta em relação à sua vizinhança?

1. ( ) Ausência segurança do bairro  
 2. ( ) Falta de limpeza e saneamento básico da região  
 3. ( ) Dificuldade de acesso  
 4. ( ) Distância do local de trabalho  
 5. ( ) Poluição do ar  
 99. ( ) NS/NR

4. Sobre o meio ambiente, qual opção o(a) Sr.(a) considera ser mais preocupante?

1. ( ) Lixo  
 2. ( ) Poluição do ar  
 3. ( ) Poluição das águas (mar e rios)  
 4. ( ) Poluição sonora  
 5. ( ) Saneamento básico (água e esgoto)  
 99. NS/NR

5. O(A) Sr. (a) percebe a poluição do ar em sua região por alguma dessas situações:

5.1. Depósitos de pó, poeira, partículas, flocos, etc.  
 1. ( ) Sim 2. ( ) Não 99. ( ) NS/NR

5.2. Perda de visibilidade, esfumaçamento do ar.  
 1. ( ) Sim 2. ( ) Não 99. ( ) NS/NR

5.3. Presença de odores / mau cheiro.

1. ( ) Sim 2. ( ) Não 99. ( ) NS/NR

6. O(A) Sr. (a) percebe algum tipo de mau cheiro/odor em sua comunidade vindo do ar externo que o (a) incomoda?

1. ( ) Sim 2. ( ) Não 99. ( ) NS/SR

**Obs. Se selecionou 'Não' à pergunta 6, por favor, pule para a pergunta E1. Caso contrário, continue.**

6.1. Em relação a pergunta anterior, numa escala de 1 a 10, o quanto o (a) Sr. (a) se sente incomodado com o mau cheiro/odor?

1 2 3 4 5 6 7 8 9 10  
 99.NS/NR

7. O(A) Sr. (a) consegue identificar a fonte do mau cheiro/odor?

1. ( ) Postos de gasolina  
 2. ( ) Tratamento de esgoto  
 3. ( ) Pelotização  
 4. ( ) Siderurgia

5. ( ) Indústria de produtos químicos

6. ( ) Indústria alimentícia (café, chocolate, pão, etc)

7. ( ) Atividade portuária

8. ( ) Outro (s), Qual(s) \_\_\_\_\_

99. NS/NR

8. Qual das opções abaixo se assemelha aos maus cheiros/odores provenientes do ar externo que o(a) Sr.(a) percebe na sua residência?

1. ( ) Cheiro de solvente  
 2. ( ) Cheiro de urina  
 3. ( ) Cheiro de esgoto (ovo podre)  
 4. ( ) Cheiro de plástico ou asfalto queimado  
 5. ( ) Cheiro agressivo (ardente/irritante)  
 6. ( ) Outro. Qual? \_\_\_\_\_

9. Dentro de casa, com que frequência o(a) Sr. (a) sente mau cheiros e odores?

9.1. Cheiro de solvente

Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Sempre

\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ |  
 1 2 3 4 5

9.2. Cheiro de urina

Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Sempre

\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ |  
 1 2 3 4 5

9.3. Cheiro de esgoto (ovo podre)

Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Sempre

\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ |  
 1 2 3 4 5

9.4. Cheiro de plástico ou asfalto queimado

Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Sempre

\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ |  
 1 2 3 4 5

9.5. Cheiro agressivo (ardente/irritante)

Nunca Raramente Às vezes Frequentemente Sempre

\_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ | \_\_\_\_\_ |  
 1 2 3 4 5

10. O que o(a) Sr. (a) faz quando os odores/mau cheiro te incomodam dentro de sua casa?

1. ( ) Não deixo as crianças brincarem do lado de fora de casa  
 2. ( ) Fecho as janelas  
 3. ( ) Deixo de fazer atividades sociais fora de casa, como churrascos  
 4. ( ) Não caminho pela vizinhança  
 5. ( ) Não vou até a padaria  
 6. ( ) Não faço atividades no quintal, como jardinagem  
 7. ( ) Não altero minha rotina. Não deixo de fazer algo.  
 8. ( ) Outro. \_\_\_\_\_

E1. Qual a sua ocupação?

1. ( ) Empregado 2. ( ) Desempregado  
 3. ( ) Aposentado 4. ( ) Estudante  
 5. ( ) Autônomo 6. ( ) Dona de Casa 99. ( ) NS/NR.

**E2. O(A) Sr. (a) é fumante?**

1. ( ) Sim      2. ( ) Nunca fumei      3. ( ) Fumei e parei      99. NS/NR

**E3. Gênero do entrevistado:**

1. ( ) Masculino      2. ( ) Feminino

**E4. Qual a sua faixa etária?**

1. ( ) De 16 a 18 anos      2. ( ) De 19 a 24 anos      3. ( ) De 25 a 34 anos  
4. ( ) De 35 a 44 anos      5. ( ) De 45 a 54 anos      6. ( ) De 55 a 64 anos  
7. ( ) Acima de 65 anos      99. ( ) NS/NR

**E5. Escolaridade do entrevistado?**

1. ( ) Não estudou  
2. ( ) Ensino Fundamental Incompleto.  
3. ( ) Ensino Fundamental Completo.  
4. ( ) Ensino Médio/ Técnico Incompleto.  
5. ( ) Ensino Médio/ Técnico Completo.  
6. ( ) Ensino Superior Incompleto.  
7. ( ) Ensino Superior Completo.  
99. ( ) NS/NR

**E6. Nos últimos 6 meses, o(a) Sr.(a) teve algum dos problemas abaixo relacionados:**

1. ( ) Rinite  
2. ( ) Sinusite  
3. ( ) Tosse e espirros  
4. ( ) Irritação na Garganta e ouvido  
5. ( ) Falta de ar, dificuldade respiratória  
6. ( ) Descamação da pele, pele ressecada  
7. ( ) Outro (s), Qual(s) \_\_\_\_\_

**Dados do entrevistado:**

Nome do Entrevistado: \_\_\_\_\_

Telefone para Contato: \_\_\_\_\_

Endereço: \_\_\_\_\_

Entrevistador: \_\_\_\_\_

**Data:** \_\_\_\_\_ **Hora:** \_\_\_\_\_