

Avaliação do nível de incômodo da população de Itabira/MG à poluição atmosférica

Assessment of the Itabira/MG population discomfort level to atmospheric pollution

Evaluación del nivel de malestar de la población de Itabira/MG a la contaminación atmosférica

Recebido: 19/12/2022 | Revisado: 13/01/2023 | Aceitado: 18/01/2023 | Publicado: 21/01/2023

Carolina Aguiar de Matos

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0199-2008>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: carolaguair_matos@hotmail.com

Ana Carolina Vasques Freitas

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2633-2607>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: ana.freitas@unifei.edu.br

Athos Moises Lopes Silva

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2565-8610>

Universidade Federal de Itajubá, Brasil

E-mail: athos@unifei.edu.br

Resumo

A exposição à poluição atmosférica gera efeitos negativos à saúde humana, afetando a qualidade de vida e bem estar da população. Assim, este estudo teve por objetivo avaliar o nível de incômodo causado pela poluição atmosférica (principalmente por material particulado) à população de Itabira/MG, de modo a identificar o nível de conhecimento sobre o assunto, associado às características socioeconômicas, e as percepções acerca dos riscos à saúde. Para isso, foi realizada uma pesquisa de opinião com amostra da população no período de 29 de agosto a 31 de outubro de 2022 e investigou-se a relação entre o nível de incômodo com as características socioeconômicas, tais como, faixa etária, sexo, nível de escolaridade e local de residência, além de outros indicadores como mudanças no estilo de vida e problemas de saúde. As respostas foram comparadas com os dados medidos da qualidade do ar nas estações de monitoramento mais próximas do bairro de residência dos participantes. Posteriormente, foi realizada uma análise de correlação cruzada considerando todos os parâmetros avaliados e, por fim, empregou-se um modelo de regressão múltipla pelo método *stepwise*, permanecendo, ao final, apenas os preditores mais significativos (ao nível de 95%). Os principais fatores que determinaram o nível de incômodo da população foram: faixa etária, renda familiar, percepção da qualidade do ar no local de residência, presença de poeira e opacidade no ar, a frequência de limpeza da casa para a retirada da poeira, a realização de mudanças no estilo de vida e se o indivíduo é ou não fumante.

Palavras-chave: Material particulado; Correlação; Regressão múltipla; Percepção da qualidade do ar; Saúde humana.

Abstract

Exposure to air pollution has negative effects on human health, affecting the quality of life and well-being of the population. Thus, this study aimed to evaluate the level of discomfort caused by atmospheric pollution (mainly by particulate matter) to the population of Itabira/MG, in order to identify the level of knowledge on the subject, associated with the socio-economic characteristics, and the perceptions about health risks. For this, an opinion survey was carried out with a sample of the population from August 29 to October 31, 2022, and was investigated the relationship, between the level of discomfort with socioeconomic characteristics, such as age group, gender, level of education and place of residence, in addition to other indicators, such as changes in lifestyle and health problems. The responses were compared with measured data on air quality at the monitoring stations closest to the respondents' neighborhood of residence. Subsequently, a cross-correlation analysis was carried out considering all the evaluated parameters and, finally, a multiple regression model was used by the stepwise method, remaining, in the end, only the most significant predictors (at the 95% level). The main factors that determined the population's level of discomfort were: age group, family income, perception of air quality in the place of residence, presence of dust and opacity in the air, frequency of house cleaning to remove dust, making changes in lifestyle and whether or not the individual is a smoker.

Keywords: Particulate matter; Correlation; Multiple regressio; Air quality perception; Human health.

Resumen

La exposición a la contaminación del aire tiene efectos negativos en la salud humana, afectando la calidad de vida y el bienestar de la población. Así, este estudio tuvo como objetivo evaluar el nivel de malestar causado por la contaminación atmosférica (principalmente por material particulado) a la población de Itabira/MG, con el fin de identificar el nivel de conocimiento sobre el tema, asociado a las características socioeconómicas, y las percepciones

sobre los riesgos para la salud. Para ello, se realizó una encuesta de opinión con una muestra de la población de 29 de agosto al 31 de octubre de 2022, y la relación entre el nivel de malestar con características socioeconómicas, como grupo de edad, género, nivel de educación y lugar de residencia. Además de otros indicadores como cambios en el estilo de vida y problemas de salud. Las respuestas se compararon con los datos medidos sobre la calidad del aire en las estaciones de monitoreo más cercanas al vecindario de residencia de los encuestados. Posteriormente, se realizó un análisis de correlación cruzada considerando todos los parámetros evaluados y, finalmente, se utilizó un modelo de regresión múltiple por el método stepwise, quedando, al final, solo los predictores más significativos (al nivel del 95%). Los principales factores que determinaron el nivel de malestar de la población fueron: grupo etario, ingreso familiar, percepción de la calidad del aire en el lugar de residencia, presencia de polvo y opacidad en el aire, frecuencia de limpieza de la casa para quitar el polvo, cambios de estilo de vida y si el individuo es fumador o no.

Palabras clave: Material particulado; Correlación; Regresión múltiple; Percepción de la calidad del aire; Salud humana.

1. Introdução

A poluição atmosférica pode ser definida como a presença no ar de contaminantes tóxicos que, ao serem inalados, podem afetar a saúde humana. Segundo a Resolução nº 491 de 2018 do Conselho Nacional de Meio Ambiente (Brasil, 2018), poluente atmosférico pode ser definido como “qualquer forma de matéria em quantidade, concentração, tempo ou outras características, que tornem ou possam tornar o ar impróprio ou nocivo à saúde, inconveniente ao bem-estar público, danoso aos materiais, à fauna e flora ou prejudicial à segurança, ao uso e gozo da propriedade ou às atividades normais da comunidade”.

Desta forma, um poluente atmosférico é qualquer forma de matéria sólida, líquida ou gasosa e de energia que, presente na atmosfera, poderá torná-la poluída. Os poluentes podem ser classificados, inicialmente, em função do seu estado físico, em dois grupos: os materiais particulados, e os gases e vapores (Brito, 2018).

Nos últimos anos, a poluição do ar tem aumentado consideravelmente, o que tem gerado preocupações nos órgãos ambientais e de saúde, bem como, na comunidade acadêmica. Além disso, vários estudos têm mostrado que, em concentrações elevadas, os poluentes atmosféricos apresentam relações com doenças cardiovasculares (Junior et al., 2019).

Um dos poluentes com maior impacto à saúde humana é o Material Particulado (MP). Este poluente é constituído por partículas sólidas e/ou líquidas de diversos tamanhos que se mantêm suspensas no ar. Na atmosfera, o MP interfere na visibilidade, na quantidade de radiação que chega ao solo e na formação de nuvens, já que pode atuar como núcleo de condensação da água (Rocha & Cardoso, 2004).

O MP é originado tanto por fontes naturais quanto antrópicas e está diretamente relacionado a problemas de saúde em seres humanos, principalmente as partículas de menor tamanho, podendo comprometer o sistema respiratório e, em alguns casos, atingir também o sistema circulatório (Kim, et al., 2015).

Segundo a Organização Mundial de Saúde (OMS), a definição de saúde se baseia em “um estado de completo bem-estar físico, mental e social e não somente ausência de afecções e enfermidades” (World Health Organization [WHO], 1948). Desta forma, pode-se considerar que a relação entre os poluentes atmosféricos e o incômodo da população em relação aos mesmos, é uma questão de saúde pública. Assim, ainda segundo a própria OMS, a estimativa é que a poluição atmosférica cause cerca de 20 mil óbitos/ano, valor cinco vezes superior ao número de óbitos estimado pelo tabagismo ambiental/passivo, por exemplo, e 10,7 mil óbitos/ano decorrentes da poluição do ar em ambientes internos (Santos, et al., 2019).

Além disso, as variáveis meteorológicas, tais como temperatura, umidade, e direção do vento, são importantes na determinação da qualidade do ar, pois podem influenciar nas concentrações dos poluentes na atmosfera (Moraes, et al., 2019) e, portanto, na saúde humana.

A cidade de Itabira em Minas Gerais está localizada na Serra do Espinhaço, onde existem grandes jazidas de minério de ferro, as quais são importantes fontes de poluição do ar por MP, devido às atividades de mineração. Estas atividades, com

lavra mecanizada a céu aberto, provocam grande emissão de poluentes para a atmosfera por meio de escavação; explosão; ressuspensão do material pela movimentação de escavadeiras, tratores e caminhões; perdas nos transportes terrestre e ferroviário; pelas fugas nas plantas de beneficiamento e pela ação dos ventos nos depósitos a céu aberto (Santi, 2000). Além disso, as minas em Itabira estão localizadas dentro do perímetro urbano e, portanto, levando à exposição direta dos habitantes a estes poluentes e a outros, como os advindos da deposição e manuseio incorretos de lixo, práticas agrícolas ilegais, transporte, energia domiciliar, entre outros.

Werneck (1995, apud Santi, 2000) evidenciou um potencial significativo de agravo da saúde da população de Itabira devido à poluição do ar causada pelas atividades mineradoras na cidade. O autor afirma que as enfermidades respiratórias alérgicas têm tido importância crescente na morbidade, especialmente de crianças e adolescentes.

Freitas et al. (2021) encontraram que o MP presente na atmosfera de Itabira é composto de enxofre, ferro e elementos como cobre, selênio, cromo, níquel, vanádio e chumbo; sendo estes últimos elementos carcinogênicos em humanos e animais, mesmo em pequenas concentrações.

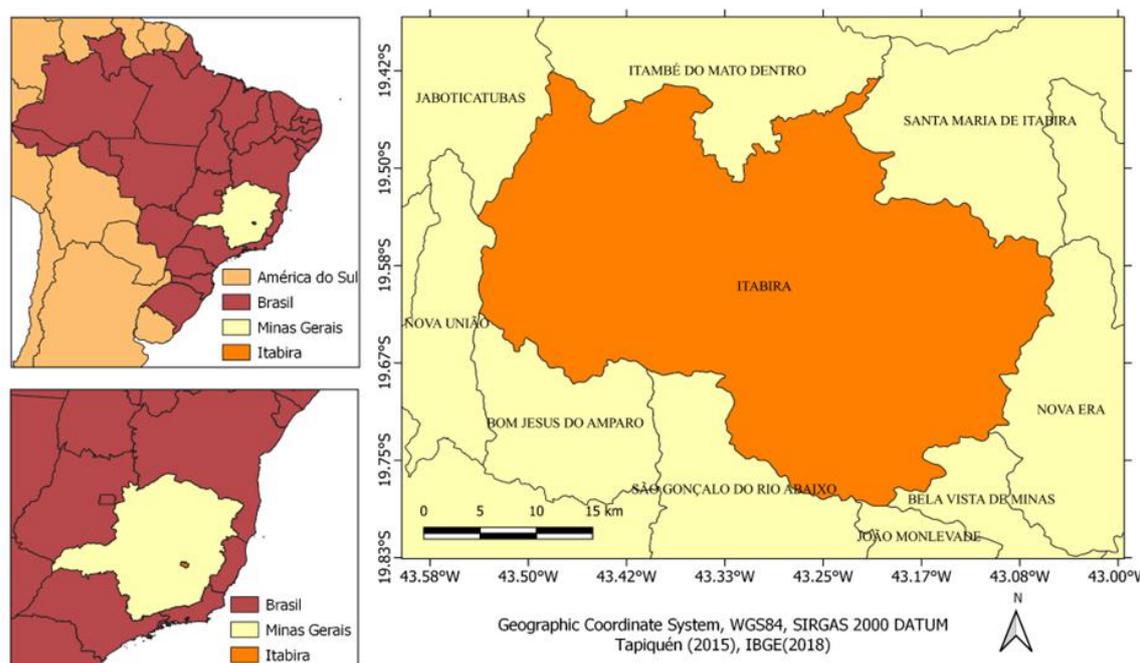
Diante do exposto, estudo teve por objetivo avaliar o nível de incômodo causado pela poluição atmosférica (principalmente por material particulado) à população de Itabira/MG, de modo a identificar o nível de conhecimento sobre o assunto, associado às características socioeconômicas, e as percepções acerca dos riscos à saúde.

2. Metodologia

2.1 Área de Estudo

O Município de Itabira se localiza no Estado de Minas Gerais (Figura 1), a cerca de 107 km de Belo Horizonte, capital mineira, com população estimada em 121.717 habitantes (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística [IBGE], 2020), estando situado sobre a Serra do Espinhaço, e ocupando área total de 1.253,704 km².

Figura 1 - Mapa de Localização do município de Itabira - MG.



Fonte: Freitas, Belardi & Barbosa (2021).

A região de Itabira é conhecida como o maior complexo de mineração do país, de propriedade da Empresa Vale do Rio Doce, ocupando uma área total de cerca de 2.000 hectares de beneficiamento e exploração de minério de ferro desde 1942 (Santi, 2000). O complexo minerador da empresa compreende a Mina de Conceição, a Mina do Cauê e o Complexo Dois Córregos, com as Minas Chacrinha, Periquito, Esmeril, Onça e Dois Córregos, além das plantas de beneficiamento do Cauê e de Conceição, que atendem a todo o complexo minerário. Sua produção anual é de 18,8 milhões de toneladas de minério de ferro granulado, fino e concentrado (Santi, 2000).

Desta forma, as minas da companhia apresentam a característica de serem todas a céu aberto, com movimentação de grandes quantidades de materiais, que depois de beneficiados, geram grandes quantidades de estéril acomodados em áreas de depósito e de recomposição vegetal. Assim, a proximidade acentuada entre as mesmas e a área urbana possibilita o transporte do material particulado, principal poluente resultante desta atividade, o que provoca uma piora na qualidade do ar, principalmente nos períodos do ano com estiagem prolongada, baixa umidade relativa do ar e ventos de maior intensidade (Santi, 2000).

Portanto, devido ao porte do empreendimento minerário da Vale, a interferência de suas atividades na qualidade do ar do município de Itabira é significativa, notadamente na ocorrência de ventos fortes (Santi et al., 2000). Contudo, deve-se ressaltar que existem outras fontes poluidoras no município que se somam às atividades de mineração.

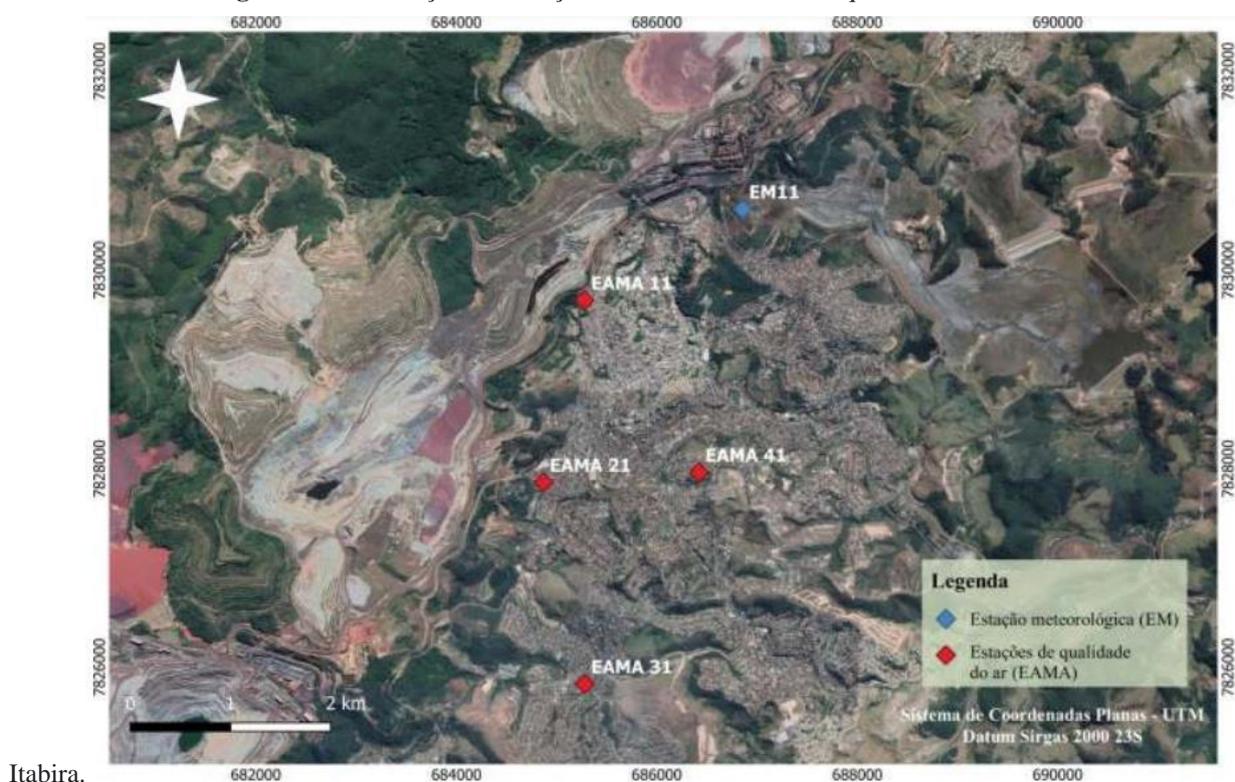
Por isso, uma vez que cada região apresenta fontes particulares de poluição deve-se realizar um levantamento para identificar, caracterizar e quantificar as contribuições dos poluentes emitidos por cada fonte emissora. Este levantamento é denominado inventário de emissões. Contudo, o município de Itabira ainda não possui este inventário e, devido a isto, monitora atualmente só o MP.

2.2 Dados de qualidade do ar

Itabira possui uma Rede Automática de Monitoramento da Qualidade do Ar, implementada e mantida pela companhia Vale S.A. Esta rede é composta de equipamentos complexos e automáticos que estão continuamente analisando a concentração do poluente no ar ambiente, sem necessidade de acompanhamento (Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos [IEMA], 2019). Cinco estações compõem essa rede, sendo uma Estação Meteorológica (EM11) e cada uma das restantes é denominada de Estação Automática de Monitoramento do Ar (EAMA) (ItabirAR, 2022).

A localização das estações é apresentada na Figura 2. O monitoramento é contínuo, com geração de médias horárias durante 24 h por dia, por meio dos amostradores em tempo real da Rupprecht & Patashnick Série 1400a, os quais são aprovados pela Agência de Proteção Ambiental dos Estados Unidos (U.S. Environmental Protection Agency - USEPA) para o monitoramento de material particulado (ItabirAR, 2022).

Figura 2 - Localização das estações de monitoramento da qualidade do ar de



Itabira.

Fonte: ItabirAR (2022).

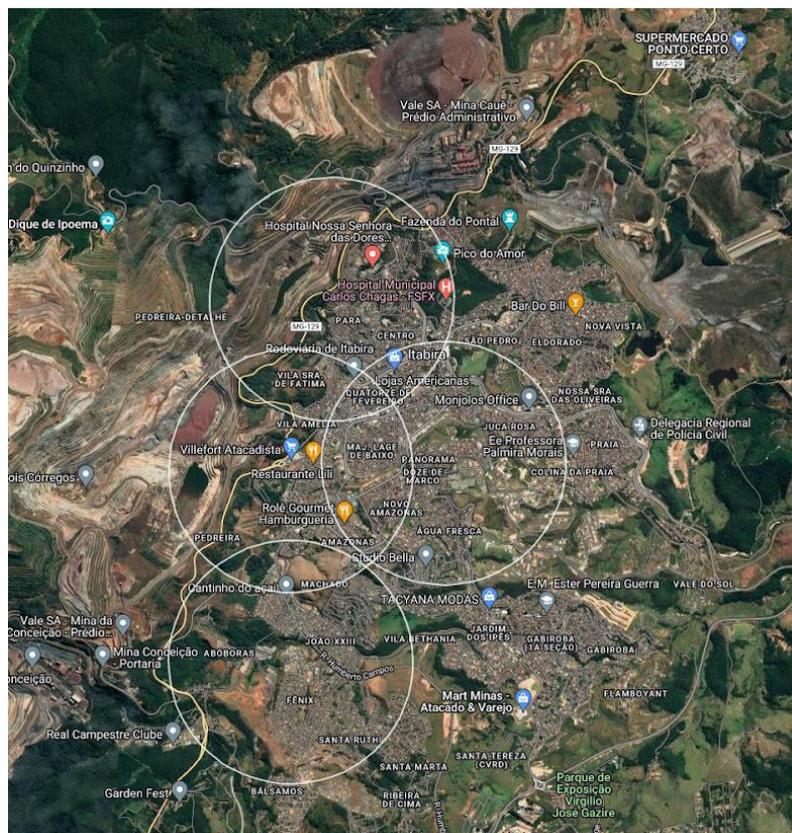
Portanto, em Itabira são monitorados os seguintes poluentes:

- PTS: Partículas totais em suspensão que representam a soma de todo o material particulado com diâmetro inferior a 50 μm ;
- MP_{10} : Partículas inaláveis grossas com diâmetro aerodinâmico médio inferior a 10 μm ;
- $MP_{2,5}$: Partículas respiráveis finas com diâmetro aerodinâmico médio inferior a 2,5 μm .

Os dados da rede de monitoramento foram utilizados para avaliar os resultados da pesquisa de opinião seguindo a mesma metodologia de Mendenhall (2018). A partir destes dados, o índice de qualidade do ar foi calculado para o período de 29 de agosto a 31 de outubro, que foi quando ocorreu a pesquisa de opinião pública (a qual será descrita na seção seguinte).

Dessa forma, as respostas da pesquisa foram comparadas com os índices de qualidade do ar nas estações de monitoramento mais próximas do bairro de residência dos participantes, de modo a determinar um nível de acurácia. Para isso, considerou-se uma área de influência de 1,3 km de raio para cada uma das quatro estações (Figura 3). Nos casos de bairros localizados nas regiões nordeste e sudeste, que não estão em nenhuma área de influência, as duas estações de monitoramento mais próximas foram consideradas (EAMA11 e EAMA41 para bairros na região nordeste e EAMA41 e EAMA31 para bairros na região sudeste). O mesmo ocorreu com os bairros localizados na interseção de duas áreas de influência, ou seja, as duas estações que se interseccionam foram avaliadas.

Figura 3 - Área de influência de cada uma das quatro estações de monitoramento da qualidade do ar.



Fonte: Elaborado pelos autores com base em MapDevelopers (2022).

2.3 Pesquisa de opinião pública

A pesquisa de opinião pública, também classificada como uma pesquisa de levantamento ou survey (Barnett, 1991), foi aplicada de 29 de agosto a 31 de outubro de 2022 (abrangendo o final do período de inverno e parte da primavera), tendo como base o estudo de Fuzari & Pereira (2012).

Esta pesquisa de sensibilidade ou percepção de incômodo resultante da poluição do ar foi realizada de forma voluntária e online, sem identificação dos participantes e interferência do aplicador, não sendo, assim, necessário aprovação do Comitê de Ética em Pesquisa (conforme Artigo 1º, Inciso I da Resolução nº 510, de 7 de abril de 2016). As perguntas foram divididas em três seções: 1) Perfil do Participante, o qual contemplou perguntas sobre gênero, faixa etária, escolaridade, renda familiar e bairro de residência; 2) Monitoramento da Qualidade do Ar, o qual contemplou perguntas como conhecimento e relevância do monitoramento e percepção da qualidade do ar no local de residência; e 3) Consequências da Poluição do Ar, contemplando perguntas sobre frequência de limpeza da casa, mudanças no estilo de vida, e percepção de problemas de saúde associados à qualidade do ar.

O período escolhido para a realização da pesquisa abrangeu o final da estação seca e o início do período chuvoso. Além disso, foi considerado um número mínimo de participantes necessários para garantir a representatividade da pesquisa.

O tamanho da amostra foi obtido por meio de uma calculadora amostral, considerando-se a população de Itabira estimada pelo IBGE como sendo de 121.717 pessoas (IBGE, 2020). De acordo com a calculadora, uma pesquisa com grau de confiança de 95% e margem de erro igual a 10% precisa de um mínimo de 96 participantes. Como a pesquisa realizada obteve um total de 207 participantes, este critério de confiabilidade foi atendido.

2.4 Análise de dados

Os dados obtidos foram organizados e foram feitas análises representadas em forma de gráficos. As outras análises estatísticas realizadas (correlação e regressão) são descritas a seguir.

2.4.1 Análises de correlação

Este trabalho seguiu uma metodologia similar à de Fuzari & Pereira (2012). Utilizando uma escala quantitativa, a fim de analisar o nível de incômodo resultante da poluição atmosférica, foram considerados os seguintes níveis: extremamente incomodado (0), muito incomodado (1), moderadamente incomodado (2), pouco incomodado (3), e não sabe responder (4). De forma similar, aplicou-se em todas as outras respostas uma escala quantitativa, iniciando com o número zero, conforme exemplificado no Quadro 1.

Quadro 1 - Escala quantitativa utilizada para análise das respostas da pesquisa.

Sexo	Escala
Masculino	0
Feminino	1
Faixa etária	
Abaixo de 18 anos	0
18 a 24 anos	1
25 a 34 anos	2
35 a 44 anos	3
45 a 54 anos	4
55 a 64 anos	5
acima de 65 anos	6
Escolaridade	
Não estudou	0
Ensino fundamental incompleto	1
Ensino fundamental completo	2
Ensino médio incompleto	3
Ensino médio completo	4
Superior incompleto	5
Superior completo	6
Renda familiar	
Até 3 salários mínimos	0
De 3 a 10 salários mínimos	1
De 10 a 20 salários mínimos	2
Acima de 20 salários mínimos	3
Classifique a qualidade do ar do local onde mora:	
Excelente	0
Boa	1
Regular	2
Ruim	3
Péssima	4
Não sabe responder	5

Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Após aplicar a escala a todas as respostas, foi realizada uma análise de correlação considerando um nível de significância de 0,05 ou 95% (probabilidade de erro de 5%). Para isto, foi calculado o valor mínimo de correlação estatisticamente significativo utilizando uma calculadora virtual (*Critical Pearson Correlation Calculator*), onde foram inseridos o tamanho da amostra (n) e o nível de significância ($\alpha = 0,05$), obtendo-se, dessa forma, o coeficiente de correlação crítico.

2.4.2 Regressão linear múltipla

Segundo Montgomery et al. (2001), a regressão linear é uma técnica de previsão que tem a função de modelar e investigar a relação entre diferentes variáveis. Essa ferramenta estatística pode ser classificada em Regressão Linear Simples e Regressão Linear Múltipla, sendo que a principal diferença entre elas é que na regressão linear simples existe apenas uma variável explicativa determinando o comportamento do modelo, enquanto na múltipla, duas (ou mais) variáveis independentes explicam o modelo regressivo (Rodrigues, 2012; Junior, 2015).

Segundo Montgomery & Runger (2009), o modelo de regressão múltipla é dado pela equação 1,

$$Y = \beta_0 + \beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots + \beta_k x_k + \epsilon \quad (1)$$

sendo Y a variável dependente, x_j ($j = 0, 1, \dots, k$) as variáveis independentes, β_j ($j = 0, 1, \dots, k$) os coeficientes parciais de regressão, e ϵ o erro.

De acordo com Neter et al. (2004), o teste de significância da regressão é uma ferramenta importante pois permite verificar a existência de uma relação linear entre o preditando e os preditores. Neste trabalho foi considerado o nível de 95% de significância estatística para o modelo de regressão.

Como, do total de participantes (208), apenas 123 indicaram o bairro de residência, o modelo de regressão linear múltipla foi aplicado duas vezes. Primeiramente, sem considerar o bairro e, posteriormente, considerando-o como variável independente (X).

Desta forma, o modelo de regressão linear múltipla foi utilizado para verificar a influência das seguintes variáveis independentes na variável dependente (Y), que é o nível de incômodo:

- Perfil do participante (gênero, faixa etária, escolaridade, bairro e renda familiar);
- Avaliação da qualidade do ar, bem como os conhecimentos relacionados ao monitoramento da mesma;
- Percepção de poeira;
- Percepção de opacidade;
- Percepção de fumaça;
- Identificação das principais fontes de poluição;
- Frequência de limpeza da casa e mudanças no estilo de vida devido à poluição;

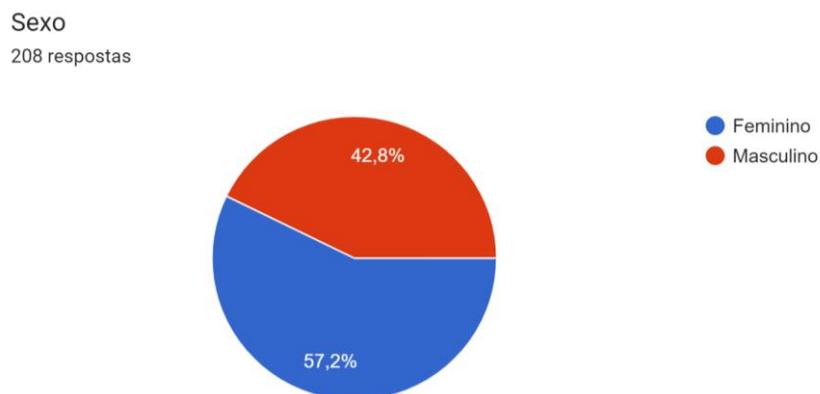
3 Resultados e Discussão

3.1 Perfil dos participantes

Os resultados apresentados a seguir, se referem à pesquisa de opinião pública composta por 27 perguntas e realizada entre os meses de agosto e outubro de 2022, obtendo-se, ao final, 208 respostas.

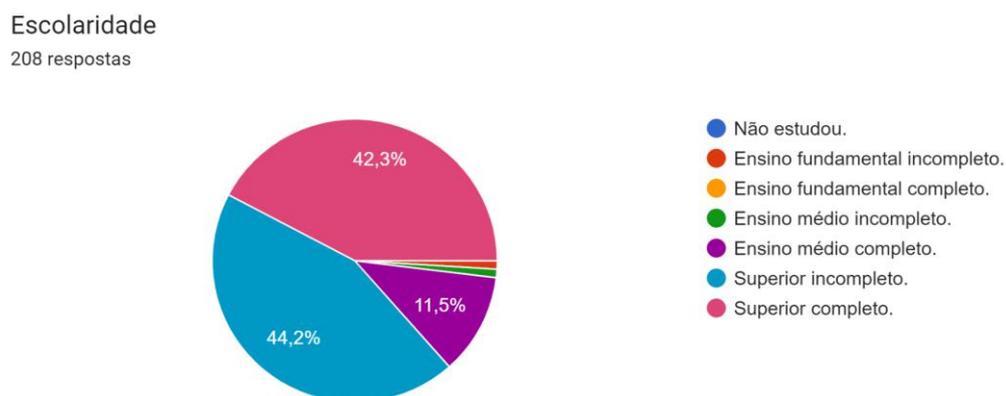
Os Gráficos 1 a 4 apresentam o perfil dos participantes da pesquisa de acordo com gênero, nível de escolaridade, faixa etária e renda familiar.

Gráfico 1 - Perfil dos participantes classificados por gênero.



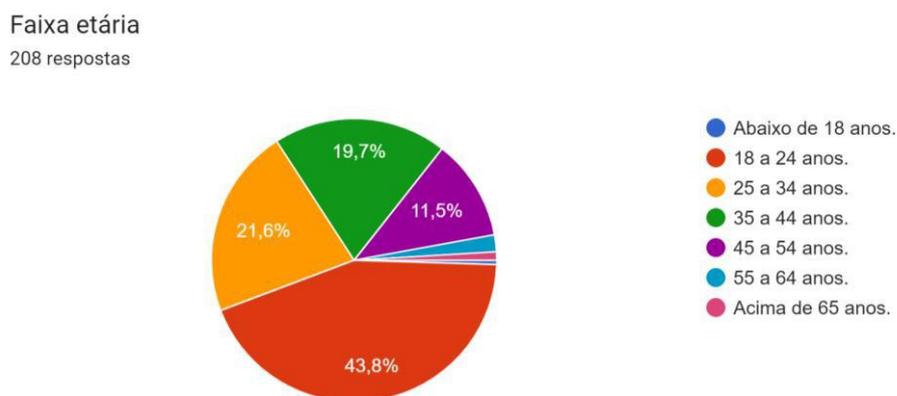
Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Gráfico 2 - Perfil dos participantes classificados por nível de escolaridade.



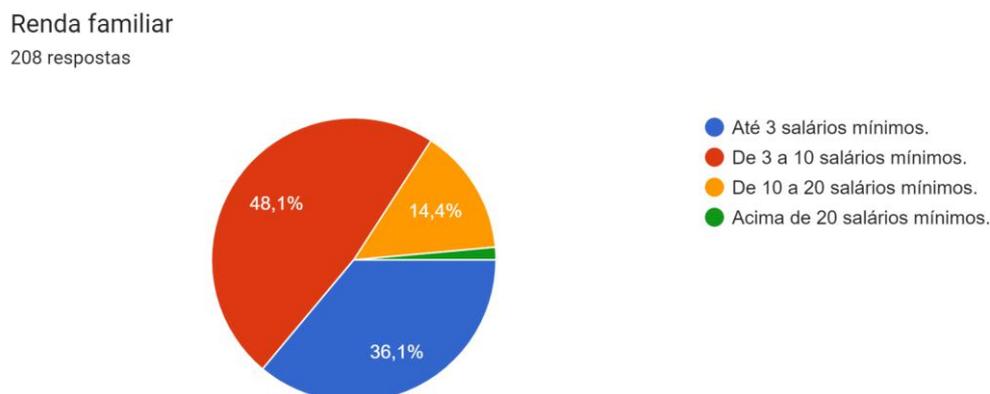
Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Gráfico 3 - Perfil dos participantes classificados por faixa etária.



Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Gráfico 4 - Perfil dos participantes classificados por renda familiar.



Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Conforme os dados apresentados nos gráficos, pode-se observar que, em relação ao gênero dos participantes da pesquisa, 57,2% dos mesmos eram do gênero feminino e 42,8% do gênero masculino, demonstrando assim, uma leve predominância feminina nas respostas, que pode se refletir nos resultados da pesquisa, pelo fato da percepção feminina diferir, usualmente, da percepção masculina.

Quanto ao nível de escolaridade, apresentaram-se em maior número os participantes com nível superior incompleto (44,2%), frente ao superior completo (42,3%). Além disso, deve-se considerar o fato de que 11,5% das respostas eram de estudantes com ensino médio completo. Assim, mais da metade do público participante (98%) apresenta mais de 11 anos de estudo.

Referente a faixa etária dos participantes, depreende-se dos resultados que a maior parte dos participantes são da faixa etária de 18 a 24 anos, com uma participação de 43,8%. Além disso, pode-se acrescentar que a pesquisa apresentou baixa participação de pessoas com idade acima de 54 anos e inferior a 18 anos, o que pode ser evidenciado nos resultados de nível de incômodo dos participantes, pela não homogeneidade da amostra ou público-alvo e pelas condições de saúde distintas entre as idades.

Por fim, tendo em vista os resultados referentes à renda familiar, pode-se observar que há predominância dos participantes com renda de 3 a 10 salários mínimos, correspondendo a 48,3% da amostra. Neste caso, o que se pode observar e apontar é que os participantes, em sua maioria, são indivíduos com maior acesso a saúde e a informação, o que pode se refletir nos resultados de níveis de incômodo à poluição atmosférica no local em que residem.

3.2 Monitoramento da Qualidade do Ar

O Gráfico 5 ilustra a resposta dos entrevistados acerca de seus conhecimentos em relação ao monitoramento da qualidade do ar, bem como, no Gráfico 6, o grau de importância que atribuem a este.

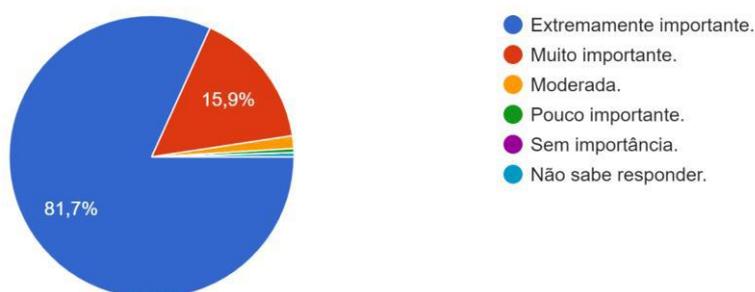
Gráfico 5 - Percentual de entrevistados em relação aos seus conhecimentos em relação ao monitoramento da qualidade do ar.



Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Gráfico 6 - Percentual de entrevistados em relação ao grau de importância atribuído à qualidade do ar.

Qual o nível de importância você considera para o monitoramento da qualidade do ar?
208 respostas



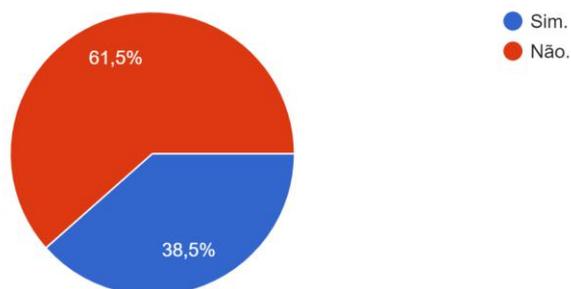
Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Diante do exposto nos Gráficos 5 e 6, pode-se verificar que a maioria dos participantes (88,9%) demonstra saber o que é o monitoramento da qualidade do ar, bem como, avalia este como sendo “muito” ou “extremamente importante”, o que demonstra que a população tem consciência da importância de uma boa qualidade do ar para a sua saúde e qualidade de vida.

Apesar disso, quando questionados sobre o conhecimento em relação às ações de monitoramento da qualidade do ar realizadas no município, 61,5% das respostas foram negativas, como pode-se observar no Gráfico 7. Isto indica a possibilidade de que as ações de monitoramento desenvolvidas no município não estejam sendo amplamente divulgadas para que a população tenha conhecimento disso.

Gráfico 7 - Percentual de entrevistados em relação ao conhecimento das ações de monitoramento da qualidade do ar no município de Itabira.

Você conhece as ações de monitoramento da qualidade do ar realizadas no município de Itabira?
208 respostas

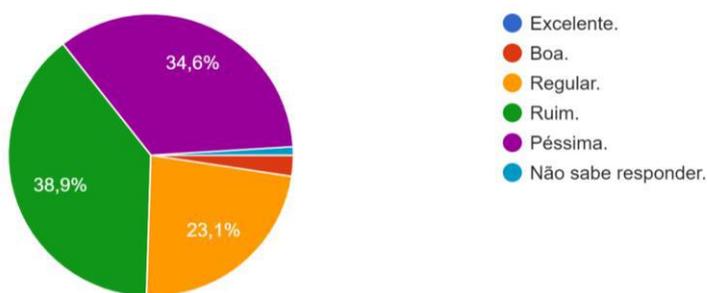


Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Com a finalidade de analisar a avaliação da qualidade do ar pelos participantes no local onde moram, foi solicitado a seguinte classificação, exposta no Gráfico 8.

Gráfico 8 - Percentual de entrevistados em relação à classificação da qualidade do ar onde moram.

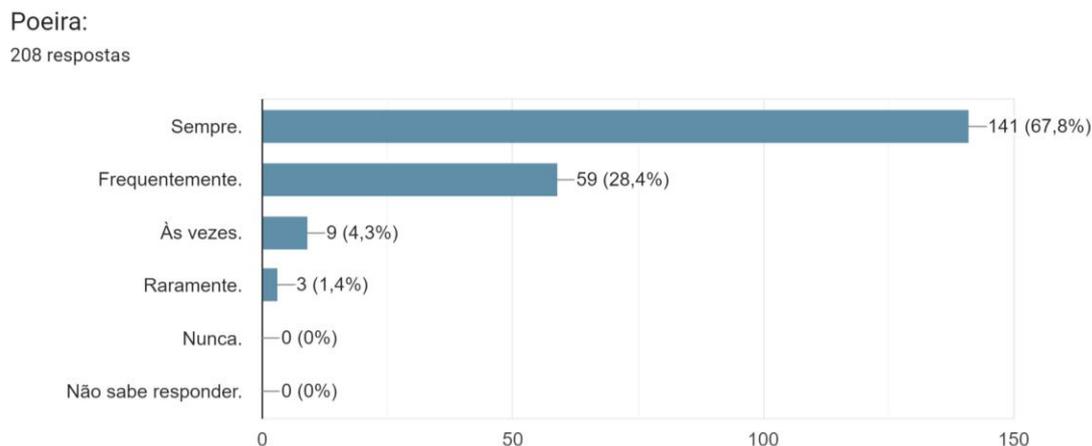
Classifique a qualidade do ar do local onde mora:
208 respostas



Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Diante do exposto no Gráfico 8, 73,5% do total de entrevistados responderam que a qualidade do ar onde moram é “péssima” ou “ruim”. Este resultado demonstra que a poluição do ar é perceptível no local de residência. Isto pode ser verificado nas respostas dos participantes, quando questionados em quais situações eles percebem a poluição do ar no local onde residem e sua frequência, conforme o Gráfico 9.

Gráfico 9 - Percentual da classificação da frequência de poeira percebida pelos entrevistados no local onde residem.



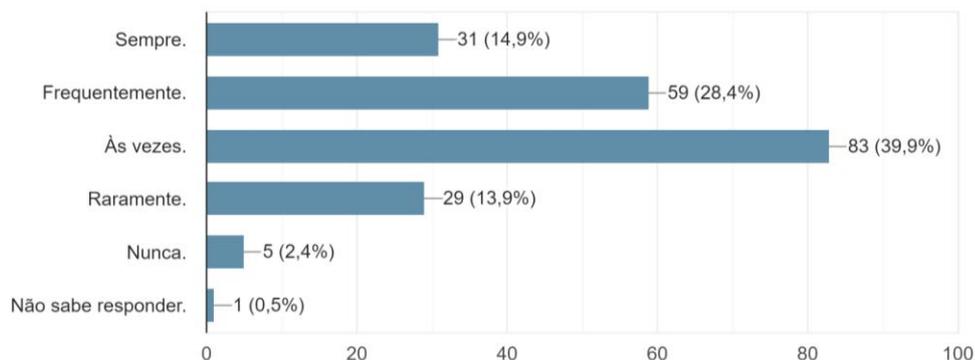
Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Além das percepções da frequente presença de poeira pela maior parte dos entrevistados (96,2%, Gráfico 9), foram também analisados os resultados em relação a opacidade e fumaça, uma vez que a prática de queimadas é comum no município, conforme demonstrado nos Gráficos 10 e 11.

Gráfico 10 - Percentual da classificação da frequência de opacidade percebida pelos entrevistados no local onde

Opacidade (ausência de transparência) do ar:

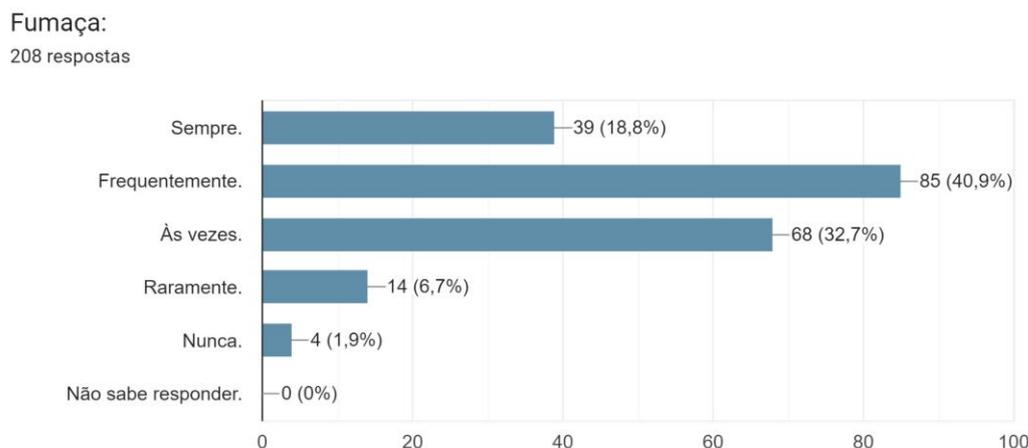
208 respostas



residem.

Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Gráfico 11 - Percentual da classificação da frequência de fumaça percebida pelos entrevistados no local onde residem.



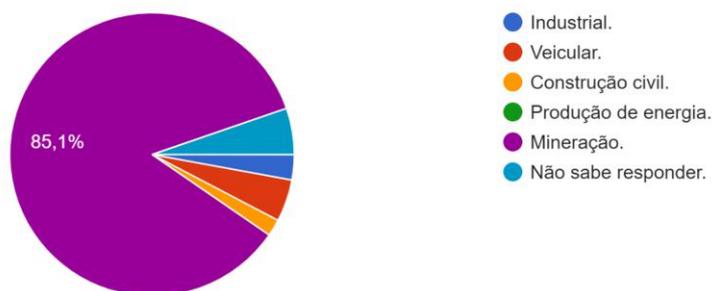
Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Desta forma, pode-se observar, por meio dos Gráficos 10 e 11, que, tanto a opacidade, quanto a fumaça, não apresentam uma frequência de percepção tão constante como no caso da poeira, visto que 39,9% deles responderam "às vezes" para opacidade e 40,9% responderam "frequentemente" para fumaça, o que, comparada a poeira, é consideravelmente menor, já que 67,8% responderam que "sempre" notam a presença desta.

Por fim, para compreender mais sobre as percepções dos participantes em relação à qualidade do ar onde residem, foi perguntado a eles sobre qual seria a principal fonte de poluição, conforme demonstrado no Gráfico 12.

Gráfico 12 - Percentual dos participantes em relação à principal fonte de poluição do ar onde residem.

Na sua opinião, qual é a principal fonte de poluição do ar no local onde você mora?
208 respostas



Fonte: Autores da pesquisa (2022).

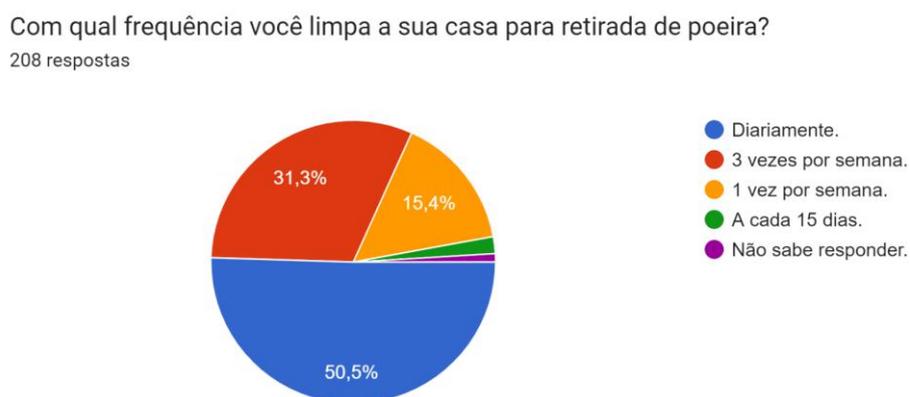
Pode-se observar, por meio do Gráfico 12, que 85,1% dos participantes apontaram a "mineração" como a principal fonte de poluição do ar no local onde residem. Como já comentado anteriormente, a atividade de mineração é muito presente no cotidiano da população itabirana, principalmente pelo fato de jazidas estarem localizadas tão perto da zona urbana, expondo

os habitantes diariamente a poluição atmosférica resultante da extração do minério de ferro, o que explica o grande percentual de percepção dos entrevistados em relação a esta fonte de poluição.

3.3 Consequências da Poluição do Ar

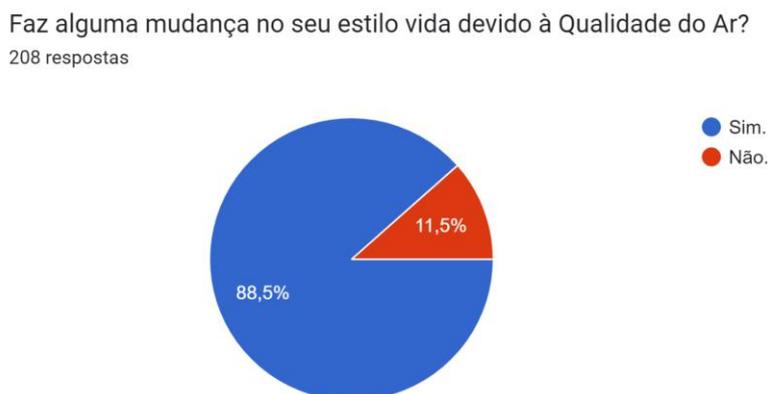
A fim de compreender como a poluição do ar no município de Itabira interfere no estilo de vida de seus habitantes, os participantes foram questionados em relação a frequência com que suas residências eram limpas para a retirada de poeira (Gráfico 13), e se os mesmos fizeram alguma mudança no estilo de vida devido a qualidade do ar na cidade (Gráfico 14). Além disso, os participantes foram questionados sobre o uso de cigarro (Gráfico 15) e se possuíam algum problema crônico de saúde respiratória ou que poderia surgir em certos períodos do ano (Gráfico 16).

Gráfico 13 - Percentual dos participantes quanto a frequência com que limpam suas casas para a retirada de poeira.



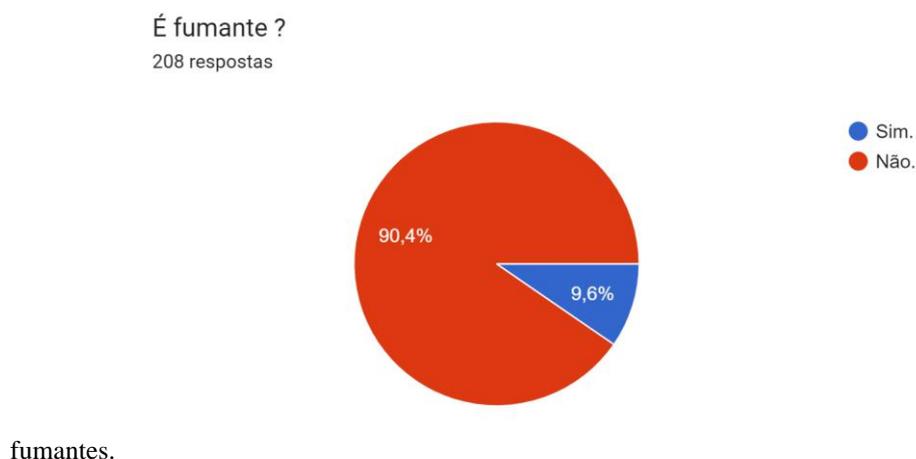
Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Gráfico 14 - Percentual dos participantes que fizeram alguma mudança no estilo de vida devido à qualidade do ar.



Fonte: Autores da pesquisa (2022).

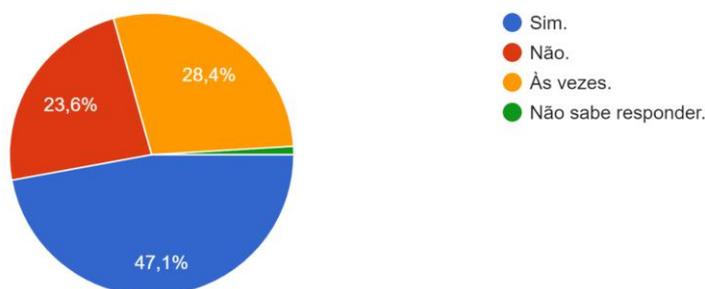
Gráfico 15 - Percentual dos participantes



Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Gráfico 16 - Percentual dos participantes que possuem problemas crônicos de saúde respiratória ou que possam surgir em certos períodos do ano.

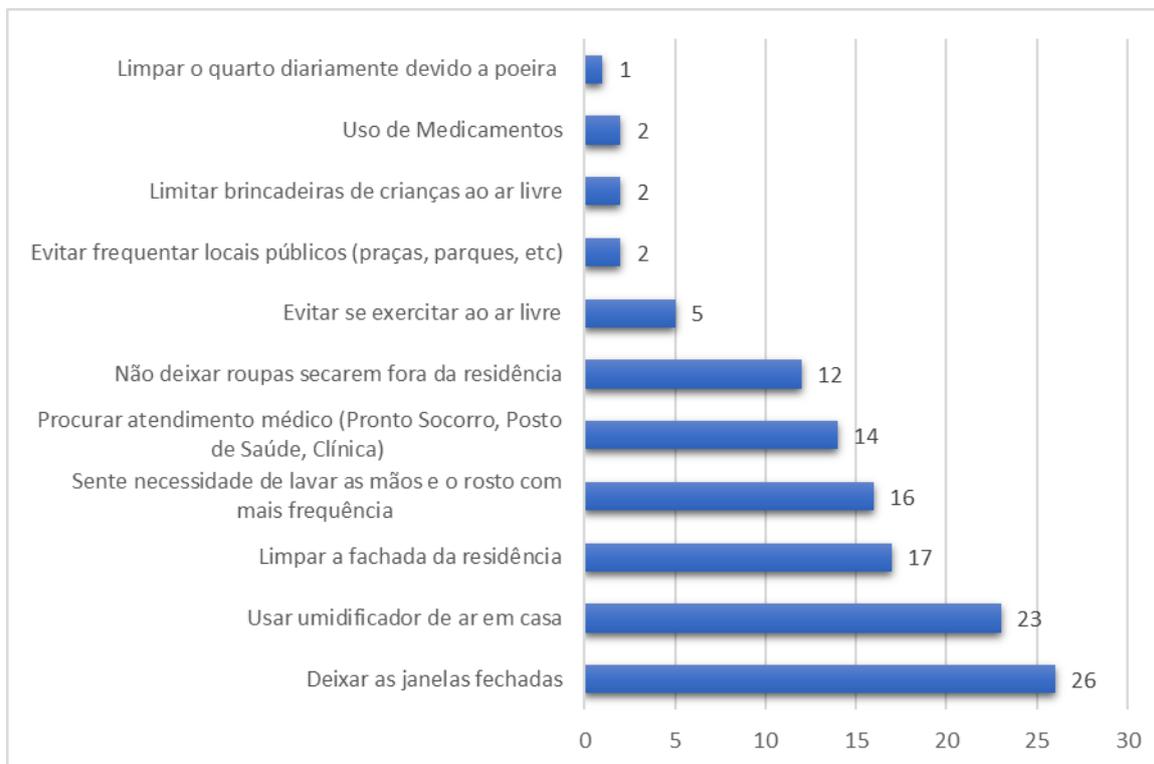
Você possui algum problema crônico de saúde respiratória ou que possa surgir em certos períodos do ano?
208 respostas



Fonte: Autores da pesquisa (2022).

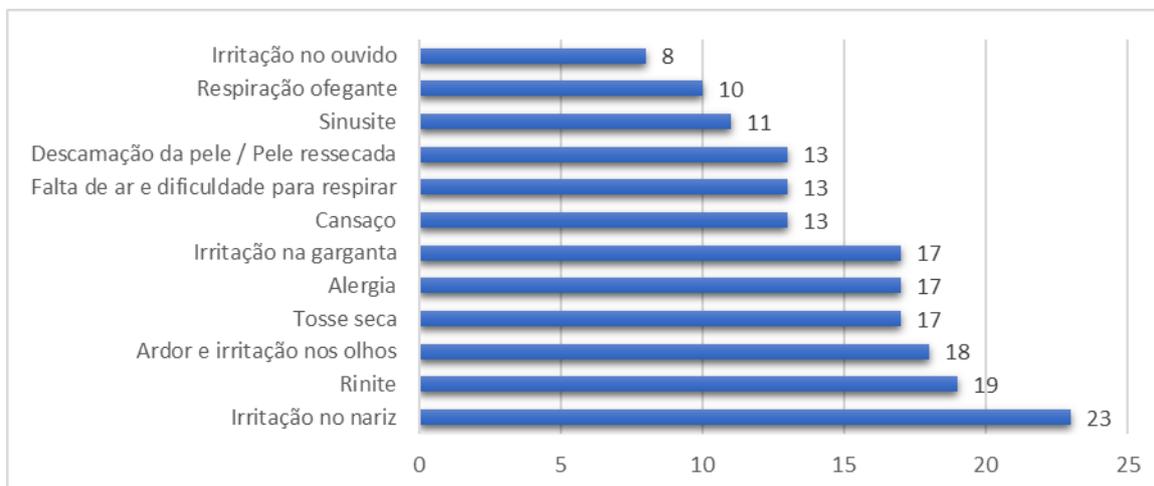
Desta forma, pode-se notar, por meio dos Gráficos 13 a 16, que a poluição do ar impacta a vida dos habitantes de Itabira, já que 50,5% dos entrevistados limpam suas casas diariamente para retirada de poeira, 88,5% dos mesmos já fizeram mudanças em seu estilo de vida por conta da qualidade do ar, 90,4% não são fumantes e 75,5% dos participantes possuem problemas crônicos de saúde respiratórias todos os dias, às vezes, ou apenas em certos períodos do ano. Assim, é possível interpretar que a qualidade do ar no município impacta tanto a saúde, quanto o estilo de vida das pessoas, e isso demonstra fortemente a relação com o nível de incômodo resultante da poluição do ar, conforme pode ser verificado nos Gráficos 17 e 18. Pode-se notar que a ação mais praticada pelos participantes é deixar as janelas fechadas devido a presença de poeira, sendo que a irritação no nariz é o problema de saúde mais apontado pelos participantes da pesquisa.

Gráfico 17 - Ações de mudanças no estilo de vida devido a presença de poeira.



Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Gráfico 18 - Problemas crônicos de saúde relacionados à qualidade do ar apontados pelos participantes.



Fonte: Autores da pesquisa (2022).

3.4 Correlação e regressão múltipla sem considerar o bairro de residência

Para descobrir quais parâmetros da pesquisa de opinião pública estão mais relacionados com o nível de incômodo foi realizada uma análise de correlação cruzada entre todos os fatores que apresentaram relevância na pesquisa. Os resultados das correlações podem ser observados na Tabela 1.

Tabela 1 - Resultado da correlação cruzada entre os parâmetros analisados. Valores em negrito são significativos ao nível de 95%, de acordo com o teste t de Student.

	Nível de Incômodo	Sexo	Faixa etária	Escolaridade	Renda familiar	Você sabe o que é monitoramento da qualidade do ar?	Importância do monitoramento da qualidade do ar?	Ações de monitoramento no município	Classificação da qualidade do ar do local onde mora	Poeira:	Opacidade (ausência de transparência) do ar:	Fumaça:	Principal fonte de poluição do ar no local onde você mora	Frequência de limpeza da casa para retirada de poeira	Mudança no estilo vida devido à qualidade do ar	Fumante	Problema crônico de saúde respiratória
Nível de Incômodo	1																
Sexo	-0,11	1															
Faixa etária	-0,18	0,02	1														
Escolaridade	-0,14	0,01	0,34	1													
Renda familiar	0,15	-0,15	0,30	0,26	1												
Você sabe o que é monitoramento da qualidade do ar?	-0,02	-0,02	-0,01	0,03	0,15	1											
Importância do monitoramento da qualidade do ar?	0,26	-0,05	0,08	-0,01	0,07	0,19	1										
Ações de monitoramento no município	-0,01	0,18	0,02	-0,04	0,03	0,24	0,11	1									
Classificação da qualidade do ar do local onde mora	-0,54	0,18	0,17	0,12	-0,01	0,06	-0,23	0,08	1								
Poeira	0,43	-0,06	-0,10	-0,11	-0,14	-0,07	0,17	-0,03	-0,43	1							
Opacidade (ausência de transparência) do ar	0,46	-0,07	-0,21	-0,15	0,02	-0,06	0,19	-0,05	-0,44	0,34	1						
Fumaça	0,29	-0,28	-0,13	-0,02	0,13	-0,07	0,16	0,03	-0,34	0,13	0,42	1					
Principal fonte de poluição do ar no local onde você mora	-0,13	0,12	0,00	0,06	-0,10	-0,10	-0,05	0,00	0,12	-0,06	-0,11	0,01	1				
Frequência de limpeza da casa para retirada de poeira	0,34	-0,14	-0,15	-0,04	0,06	0,02	0,20	-0,05	-0,37	0,29	0,24	0,17	-0,18	1			
Mudança no estilo vida devido à qualidade do ar	0,21	-0,05	0,06	0,04	0,05	-0,03	0,07	-0,08	-0,20	0,26	0,20	0,23	0,01	0,31	1		
Fumante	0,06	0,25	0,17	0,04	0,01	0,11	0,04	0,14	0,09	-0,05	-0,08	-0,06	0,03	-0,03	-0,03	1	
Problema crônico de saúde respiratória	0,05	-0,08	0,05	0,11	0,03	-0,17	-0,02	-0,15	-0,15	0,00	0,04	0,05	-0,03	0,04	-0,03	-0,08	1

Fonte: Autores desta pesquisa (2022).

Conforme explicado na metodologia, as respostas às perguntas do questionário foram convertidas em uma escala quantitativa (Quadro 1). No caso do nível de incômodo a escala variou de 0 a 4, sendo 0 igual ao nível de “extremamente incomodado”.

De acordo com a Tabela 1, interpretando os resultados em relação aos níveis de incômodo dos participantes, pode-se observar, primeiramente, que o mesmo é inversamente proporcional (correlação igual a -0,54) à classificação da qualidade do ar, visto que a escala quantitativa para esta pergunta variou de 0 a 5, sendo 0 igual a qualidade do ar “excelente”. Assim, como as escalas apresentam ordem inversa, a correlação demonstra que o indivíduo com maior nível de incômodo, também é o mesmo que classifica a qualidade do ar como péssima, conforme era esperado. Assim, o nível de incômodo está associado de forma estatisticamente significativa a como o indivíduo classifica a qualidade do ar.

Diante disso, é possível observar, também, que os parâmetros de poeira, opacidade, fumaça e frequência com que o indivíduo limpa sua casa, são diretamente proporcionais aos níveis de incômodo (correlações iguais a 0,43, 0,46, 0,29 e 0,34, respectivamente), ou seja, o indivíduo com maior nível de incômodo, é, também, o entrevistado com maior percepção da presença de poeira, opacidade e fumaça, bem como aquele que limpa sua casa com maior frequência para a retirada de poeira.

Ademais, pode-se ressaltar as relações inversamente proporcionais de poeira, opacidade e fumaça em relação a classificação do ar onde o participante mora (correlações iguais a -0,43, -0,44, -0,34). Isso se explica pelo fato de que o entrevistado que classificou a qualidade do ar como péssima é o mesmo que apresentou maior percepção da presença de poeira, fumaça e opacidade no ar.

Além disso, estes mesmos parâmetros se correlacionam entre si, já que como mostra a Tabela 2, a poeira apresenta correlação de 0,34 com a opacidade, indicando que, quanto maior a presença de poeira no ar, maior a opacidade; e a fumaça apresenta correlação de 0,42 com a opacidade, indicando que quanto maior a presença de fumaça no ar, maior a opacidade. Finalmente, o nível de incômodo também apresenta correlações estatisticamente significativas com a faixa etária (-0,18), renda familiar (0,15), o quão importante o respondente considera o monitoramento do ar (0,26), e se o mesmo faz mudanças no seu estilo de vida (0,21).

A análise de regressão linear múltipla foi feita para analisar as variáveis independentes que determinam o nível de incômodo da população em relação à poluição do ar. Assim, para realizar esta análise, primeiramente verificou-se a presença de multicolinearidade, quando se tem uma forte correlação entre uma das variáveis independentes com as demais. Neste caso, não foi detectada a presença de multicolinearidade, pois a maior correlação encontrada foi de 0,54 (Tabela 1). Após isso, foi realizada a regressão múltipla pelo método de *stepwise*, sendo necessário, assim, verificar quais parâmetros possuíam p-valor superior a 0,05 (nível de significância de 95%) a cada passo da regressão. Neste método, logo após encontrar qual a variável possui p-valor superior a 0,05, deve-se retirá-la da análise e realizar novamente a regressão sem esse parâmetro. O ciclo deve ser repetido quantas vezes forem necessárias, sempre retirando o parâmetro com o maior p-valor encontrado, até que restem apenas variáveis com p-valor menor que 0,05.

Os parâmetros restantes na regressão *stepwise*, com p-valor menor que 0,05, são os preditores mais significativos ao nível de 95%. Desta forma, as variáveis que restaram no modelo foram: faixa etária, renda familiar, classificação da qualidade do ar em que mora, poeira, opacidade e se o indivíduo é fumante, conforme consta na Tabela 2.

Tabela 2 - Resultado da regressão múltipla para os níveis de incômodo da população em relação a poluição do ar.

	<i>Coefficiente</i>	<i>Valor-P</i>
Interseção	1,51	0,00006483
Faixa etária	-0,13	0,01126532
Renda familiar	0,33	0,00010229
Classificação da qualidade do ar onde mora	-0,43	0,00000020
Poeira	0,39	0,00014373
Opacidade	0,22	0,00087972
Fumante	0,53	0,00819256

Fonte: Autores da pesquisa (2022).

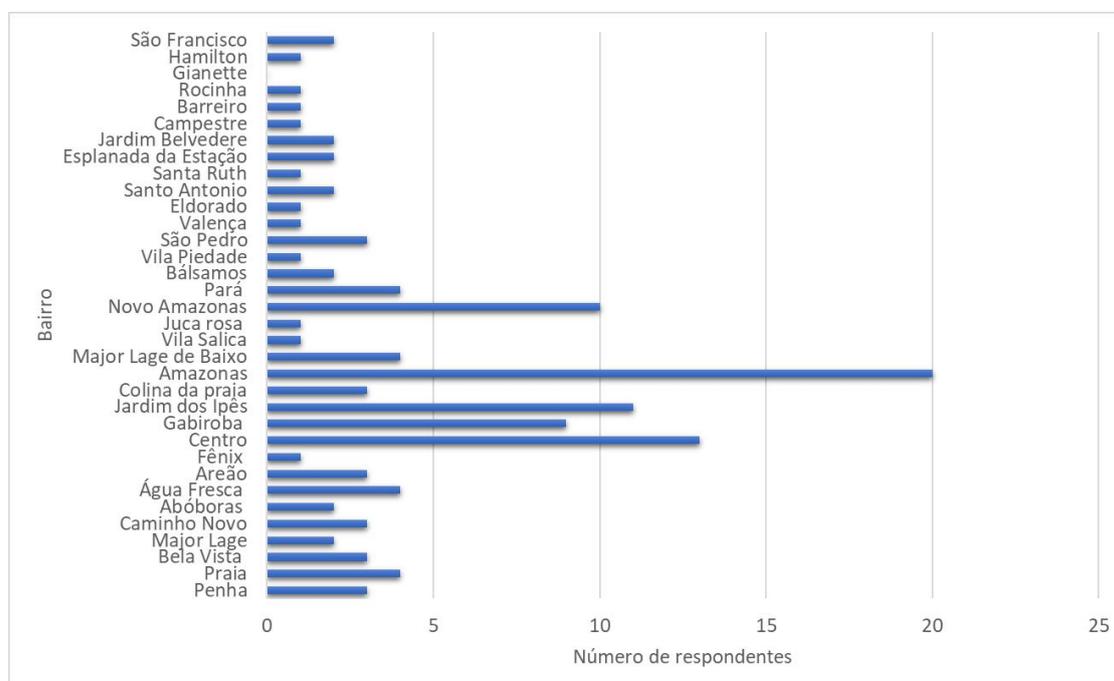
Diante disso, chegou-se a seguinte equação para o modelo de regressão da análise:

$$\text{Nível de incômodo} = 1,51 - 0,13 \times \text{faixa etária} + 0,34 \times \text{renda familiar} - 0,44 \times \text{classificação de qualidade do ar} + 0,4 \times \text{poeira} + 0,22 \times \text{opacidade} + 0,53 \times \text{uso de cigarro}$$

3.5 Análises considerando o bairro de residência

Como já exposto anteriormente na Seção 2.4.2, alguns participantes não indicaram o bairro onde residem; devido a isto, nesta seção será apresentada a análise considerando somente a amostra de participantes que indicaram o bairro que residem. No Gráfico 19 pode-se verificar os bairros contemplados na pesquisa e o respectivo número de participantes.

Gráfico 19 - Relação entre os participantes da pesquisa e seus respectivos bairros de residência.



Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Pode-se notar no Gráfico 19 que, grande parte dos entrevistados residem no bairro Amazonas, que corresponde a um bairro bem localizado, com uma maior segurança, onde a maioria dos universitários moram e um bairro com um padrão de

renda melhor que diversos outros da cidade, assim como o Centro, Jardim dos Ipês e Novo Amazonas, bairros que também atingiram números maiores de participantes.

Além disso, para uma análise mais detalhada, levando em consideração os locais das residências dos participantes, foi realizada uma análise quantitativa da faixa etária dos mesmos em relação a sua percepção da qualidade do ar onde residem, conforme a Tabela 3.

Tabela 3 - Relação entre percepção da qualidade do ar no local de residência e faixa etária.

Classificação da Qualidade do Ar	Faixa Etária				Total
	18 a 24 anos	25 a 34 anos	35 a 44 anos	Acima de 45 anos	
Boa	2	1	0	0	3
Regular	14	1	9	3	27
Ruim	27	7	12	7	53
Péssima	14	8	5	10	37
Sem responder	1	0	0	0	1

Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Assim, pode-se verificar que a maior parte dos participantes com faixas etárias de 18 a 24 anos e de 35 a 44 anos, classificaram a qualidade do ar em Itabira como “Ruim”. Já os participantes com faixa etária de 25 a 34 anos e acima de 45 anos, classificaram, em sua maior parte, a qualidade do ar como “Péssima”.

Semelhante a Seção 3.4, agora, considerando as respostas com o bairro dos participantes, foi realizada uma análise da correlação de todos os fatores que apresentaram relevância na pesquisa. Para isso, também foi aplicada uma escala quantitativa para os bairros, variando de 0 a 36. Os resultados das correlações podem ser observados na Tabela 4.

Tabela 4 - Correlação cruzada entre os parâmetros analisados. Valores em negrito são significativos ao nível de 95% de acordo com o teste t de Student.

Nível de Incômodo	Sexo	Faixa etária	Escolaridade	Renda familiar	Você sabe o que é monitoramento da qualidade do ar?	Importância do monitoramento da qualidade do ar?	Ações de monitoramento no município	Classificação da qualidade do ar do local	Poeira	Opacidade (ausência de transparência) do ar	Fumaça	Principal fonte de poluição do ar no local	Frequência de limpeza da casa para retirada de poeira	Mudança no estilo vida devido à qualidade do ar	É fumante?	Problema crônico de saúde respiratória	Qual bairro de Itabira você mora?	
Nível de Incômodo	1																	
Sexo	-0,09	1																
Faixa etária	-0,17	-0,03	1															
Escolaridade	-0,16	0,01	0,51	1														
Renda familiar	0,07	-0,25	0,34	0,35	1													
Você sabe o que é monitoramento da qualidade do ar?	-0,16	-0,06	0,04	0,17	0,16	1												
Importância do monitoramento da qualidade do ar?	0,23	-0,07	0,10	-0,01	-0,01	0,14	1											
Ações de monitoramento no município	-0,09	0,16	0,14	0,13	0,06	0,29	0,17	1										
Classificação da qualidade do ar do local onde mora	-0,56	0,17	0,12	0,13	-0,14	0,17	-0,23	0,17	1									
Poeira	0,41	-0,04	-0,13	-0,10	-0,15	-0,10	0,11	-0,11	-0,44	1								
Opacidade (ausência de transparência) do ar	0,45	-0,09	-0,25	-0,29	0,01	-0,16	0,19	-0,10	-0,45	0,40	1							
Fumaça	0,30	-0,17	-0,09	-0,11	0,17	-0,12	0,22	0,06	-0,31	0,14	0,43	1						
Principal fonte de poluição do ar no local onde você mora	-0,07	0,04	-0,09	0,00	-0,14	-0,06	-0,06	-0,03	0,08	-0,03	-0,15	0,04	1					
Frequência de limpeza da casa para retirada de poeira	0,40	-0,25	-0,15	0,00	0,09	-0,04	0,10	-0,11	-0,35	0,34	0,28	0,19	-0,10	1				
Mudança no estilo vida devido à qualidade do ar	0,34	-0,08	0,01	0,03	0,06	-0,06	0,04	-0,16	-0,21	0,31	0,22	0,31	0,04	0,24	1			
Fumante	0,08	0,17	0,21	0,14	-0,05	0,11	0,08	0,19	0,09	-0,10	0,02	0,07	0,02	-0,09	0,02	1		
Problema crônico de saúde respiratória	-0,02	-0,09	0,11	0,16	0,13	-0,20	-0,01	-0,11	-0,13	-0,06	-0,01	0,10	-0,02	0,05	0,02	-0,04	1	
Qual bairro de Itabira você mora?	0,13	-0,10	0,04	0,09	0,06	0,00	0,26	0,14	-0,21	0,20	0,09	0,20	0,00	0,04	-0,02	-0,03	0,16	1

Fonte: Autores desta pesquisa (2022).

De acordo com a Tabela 4, o bairro de residência apresenta correlação estatisticamente significativa com o quanto o participante considera importante o monitoramento do ar (correlação igual a 0,26), a classificação do mesmo em relação a qualidade do ar no local de residência (-0,21), e a percepção da presença de poeira e fumaça (correlações iguais a 0,2).

Interpretando os resultados em relação aos níveis de incômodo dos participantes, pode-se observar várias similaridades ao que foi encontrado na análise sem considerar o bairro. O nível de incômodo é inversamente proporcional à classificação da qualidade do ar, visto que o nível de incômodo selecionado pelo participante foi de maior número na escala quantitativa, referente a extremamente incomodado e na classificação da qualidade do ar, o menor número, referente a péssima. Concluindo-se que o indivíduo com maior incômodo, também é o indivíduo que classificou a qualidade do ar como péssima.

Além disso, pode-se ressaltar que as variáveis: poeira, opacidade, fumaça, frequência com que o entrevistado limpa sua casa e a mudança no estilo de vida do mesmo, são diretamente proporcionais ao seu nível de incômodo, já que o indivíduo que está mais incomodado com a qualidade do ar do município representa o mesmo que apresenta percepções altas de poeira e opacidade, além de limpar mais vezes sua casa e por ter mudado seu estilo de vida devido ao impacto destes fatores.

Diante disso, é possível observar, também, que a classificação que o indivíduo selecionou em relação à qualidade do ar onde mora é inversamente proporcional às variáveis poeira, opacidade, fumaça, frequência de limpeza da casa para a retirada de poeira, mudanças no estilo de vida e bairro de residência. Isso se deve ao fato de que o entrevistado que selecionou a classificação da qualidade do ar como péssima, ser o mesmo que colocou percepções mais altas nas variáveis citadas, ou é morador de bairros com menor valor na escala quantitativa.

Por fim, outro ponto a se destacar, é o fato de que o participante que selecionou os mais altos níveis de percepção de poeira, é o mesmo que selecionou uma maior percepção em opacidade, que limpa mais vezes sua residência e que mudou seu estilo de vida devido a estes fatores, tudo isso pelo fato de as variáveis serem diretamente proporcionais, segundo a Tabela 4.

Além disso, a análise de regressão linear múltipla, também, foi feita para analisar as variáveis independentes que impactam no nível de incômodo da população em relação à poluição do ar, porém desta vez, analisando os bairros em que os participantes residem, conforme exposto na Tabela 5.

Tabela 5 - Resultado da regressão múltipla para os níveis de incômodo da população em relação a poluição do ar.

	<i>Coefficiente</i>	<i>Valor-P</i>
Interseção	2,08	0,00000254
Classificação da qualidade do ar onde mora	-0,48	0,00001254
Opacidade	0,19	0,01786783
Frequência com que limpa a casa	0,22	0,02324818
Mudança no estilo de vida	0,56	0,01780795

Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Diante disso, chegou-se a seguinte equação com o modelo de regressão da análise:

$$\text{Nível de incômodo} = 2,08 - 0,5 \times \text{classificação de qualidade do ar} + 0,2 \times \text{Opacidade} + 0,2 \times \text{frequência que limpa a casa} + 0,6 \times \text{Mudança de estilo de vida}$$

Finalmente, foi feita uma análise de acurácia da percepção dos participantes em relação aos níveis de qualidade do ar observados nas estações de monitoramento seguindo a mesma metodologia de Mendenhall (2018), conforme explicado na Seção 2.2. O Quadro 2 mostra a pior classificação observada da qualidade do ar no período de aplicação da pesquisa considerando o MP₁₀ e MP_{2,5} em cada uma das quatro estações de monitoramento.

Quadro 2 - Classificação observada da qualidade do ar no período de aplicação da pesquisa em cada uma das quatro estações de monitoramento.

Data	Estação de Monitoramento			
	EAMA11	EAMA21	EAMA31	EAMA41
Ago/21	Boa	Boa	Boa	Boa
Set/21	Muito ruim (dia 16)	Ruim (dias 15 e 16)	Ruim (dias 15 e 16)	Ruim (dias 15 e 16)
Out/21	Ruim (dia 15)	Ruim (dia 15)	Ruim (dia 15)	Ruim (dia 15)
Nov/21	Moderada	Moderada	Moderada	Moderada
Dez/21	Boa	Boa	Boa	Boa
Jan/22	Boa	Boa	Boa	Boa
Fev/22	Boa	Boa	Boa	Boa
Mar/22	Boa	Boa	Boa	Boa
Abr/22	Boa	Boa	Boa	Boa
Mai/22	Moderada	Boa	Moderada	Boa
Jun/22	Moderada	Moderada	Moderada	Boa
Jul/22	Boa	Péssima (dias 21 e 22)	Moderada	Moderada
Ago/22	Boa	Ruim (dias 10 e 11)	Moderada	Moderada
Set/22	Boa	Moderada	Moderada	Moderada
Out/22	Boa	Boa	Boa	Boa
Pior classificação no período	Muito ruim	Péssima	Ruim	Ruim

Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Pode-se verificar que no período analisado a pior classificação observada da qualidade do ar variou entre muito ruim, ruim e péssima. Para realizar o comparativo com as percepções dos participantes, foi contabilizado por bairro a classificação da qualidade do ar considerando o maior número de respostas ou duas classificações diferentes no caso de empate, além da área de influência de cada estação de monitoramento. A partir disso, calculou-se um índice de acurácia por meio da diferença entre as respostas dos participantes e a qualidade do ar medida nas estações, sendo que o valor 0 equivale a 100% de acurácia, conforme ilustrado na Tabela 6.

Tabela 6 – Comparativo entre a classificação da qualidade do ar pelos participantes e o índice de qualidade do Ar (IQAr) observado nas quatro estações de monitoramento (EAMA11 a EAMA41).

<i>Bairro</i>	<i>Número de respostas</i>	<i>Classificação</i>	<i>Pior IQAr</i>	<i>Diferença (resposta- medido)</i>	<i>EAMA</i>
Penha	3	Ruim	Ruim	0	11
Praia	4	Ruim	Ruim	0	41
Bela Vista	3	Péssima	Ruim	1	11 e 41
Major Laje	2	Ruim	Péssimo	-1	21 e 41
Caminho Novo	3	Regular	Ruim	-1	41
Abóboras	2	Péssima	Ruim	1	31
Água Fresca	4	Ruim	Ruim	0	41
Areão	3	Ruim	Péssimo	-1	21
Fênix	1	Regular	Ruim	-1	31
Centro	13	Ruim	Ruim	0	11
Gabiroba	9	Ruim	Ruim	0	31 e 41
Jardim dos Ipês	11	Ruim	Ruim	0	31 e 41
Colina da Praia	3	Ruim	Ruim	0	41
Amazonas	20	Ruim	Péssimo	-1	21 e 41
Major Laje de Baixo	4	Ruim	Péssimo	-1	21 e 41
Vila Salica	1	Boa	Ruim	-2	41
Juca Rosa	1	Péssima	Ruim	1	41
Novo Amazonas	10	Ruim	Péssimo	-1	21 e 41
Pará	4	Ruim	Ruim	0	11
Bálsamo	2	Ruim	Ruim	0	31
Vila Piedade	1	Ruim	Ruim	0	11 e 41
São Pedro	3	Ruim	Ruim	0	11 e 41
Valença	1	Regular	Ruim	-1	31
Eldorado	1	Péssima	Ruim	1	11 e 41
Santo Antônio	2	Ruim	Ruim	0	11 e 41
Santa Ruth	1	Ruim	Ruim	0	31
Esplanada da Estação	2	Ruim	Ruim	0	11 e 41
Jardim Belvedere	2	Regular	Ruim	-1	31
Campestre	1	Ruim	Ruim	0	11
Barreiro	1	Péssima	Ruim	1	31
Rocinha	1	Ruim	Ruim	0	11
Gianetti	0	Ruim	Péssimo	-1	21
Hamilton	1	Ruim	Péssimo	-1	21
São Francisco	2	Ruim	Ruim	0	41

Fonte: Autores da pesquisa (2022).

Portanto, pode-se verificar que 50% das respostas tiveram 100% de acurácia, 14,71% superestimaram a qualidade do ar em relação ao que foi medido e 35,29% subestimaram a qualidade do ar em relação ao que foi medido na estação de referência.

4. Considerações Finais

Os resultados desta pesquisa demonstraram que a população de Itabira apresenta incômodo resultante da poluição do ar pela poeira, opacidade e fumaça e que as características socioeconômicas (gênero, faixa etária, escolaridade e renda familiar) são aspectos importantes na determinação do grau de incômodo.

Há uma correlação expressiva entre o nível de incômodo e a qualidade do ar, uma vez que 73,5% dos participantes responderam que a qualidade do ar onde residem é “péssima” ou “ruim”. Além disso, existe uma percepção de poeira, opacidade e fumaça no local de residência, a qual foi consideravelmente alta, sendo a primeira a mais percebida pelo fato de ser visível. Por meio da análise de acurácia, verificou-se que a percepção de 50% dos participantes é confirmada por meio das medições nas estações de monitoramento.

O modelo de regressão múltipla permitiu verificar que os preditores do nível de incômodo sem considerar o bairro aonde os participantes residem foram faixa etária, renda familiar, classificação de qualidade do ar onde reside, poeira, opacidade e uso de cigarro. Quando se considera o bairro de residência, o modelo de regressão apresenta os seguintes preditores para o nível de incômodo: classificação de qualidade do ar onde reside, opacidade, frequência que limpa a casa e mudanças no estilo de vida.

Assim, foi possível verificar as consequências da poluição atmosférica nas mudanças do estilo de vida dos habitantes de Itabira, como limpeza diária de suas residências para a retirada de poeira e problemas crônicos respiratórios em certos períodos do ano.

Portanto, o presente estudo demonstrou a necessidade de maior divulgação das ações de monitoramento, bem como um maior controle da poluição do ar no município de Itabira pelos órgãos responsáveis na definição de políticas públicas, a fim de proteger sua população e respeitar o meio em que todos vivem.

Referências

- Barnett, V. (1991). *Sample Survey: Principles & Methods*. (2nd ed.). London: Edward Arnold. 173 pp. ISBN 0-340-54553-4.
- Brasil. (2018). Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA). Resolução nº 491 de 19 de novembro de 2018. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar. Diário Oficial da República Federativa do Brasil, Brasília.
- Brito, P. H. F. de, Araújo, R. D. S., & Marinho, G. (2018). Composição química do material particulado atmosférico: uma revisão de literatura. *Holos*, 4, 62–74. <https://doi.org/10.15628/holos.2018.4648>
- Freitas, A. C. V., Belardi, R.-M., & Barbosa, H. de M. J. (2022). Characterization of particulate matter in the iron ore mining region of Itabira, Minas Gerais, Brazil. *Atmosfera*, 35(4), 781–802. <https://doi.org/10.20937/ATM.52987>
- Fuzari, S., & Pereira, T. L. (2012). Avaliação do incômodo à população da região da grande Vitória por partículas sedimentáveis: um estudo de inter-relações entre níveis de incômodo e seus fatores determinantes. TCC (Graduação em Engenharia Ambiental). Centro Tecnológico. Universidade Federal do Espírito Santo, Vitória.
- Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (2020). <https://www.ibge.gov.br>.
- Instituto de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (IEMA) (2019). Qualidade do Ar. Redes de Monitoramento. <https://iema.es.gov.br/qualidadedoar/redesmonitoramento#:~:text=As%20redes%20autom%C3%A1ticas%20de%20monitoramento,ambiente%2C%20sem%20necessidade%20de%20acompanhamento>.
- ItabirAR. (2022). Boletim Mensal do Monitoramento da Qualidade do Ar, 2(4), 1-29. https://meioambiente.itabira.mg.gov.br/abrir_arquivo.aspx/Boletim_Interpretativo_da_Qualidade_do_Ar_ItabirAR_Abril_de_2022?cdLocal=2&arquivo={BA0EACEA-3EDB-1C1C-50EA-C6EBC5EC8D08}.pdf#search=boletim%20interpretativo%20da%20qualidade%20do%20ar%20itabirar%20abril%20de%202022.
- Junior, P. P. L. (2015). Previsão de demanda de veículos automotores através do modelo de regressão linear múltipla. TCC (Graduação em Engenharia Mecânica). Faculdade de Engenharia do Campus de Guaratinguetá. Universidade Estadual Paulista, Guaratinguetá.
- Junior, M. L., Coelho, G., & Pozza, S. (2019). Utilização de dados de concentração de poluentes atmosféricos para previsão de internações hospitalares provocadas por doenças respiratórias. *Revista dos Trabalhos de Iniciação Científica da UNICAMP*, 27, 1–1 <https://doi.org/10.20396/revpibic2720192822>.
- Kim, K.-H., Kabir, E., & Kabir, S. (2015). A review on the human health impact of airborne particulate matter. *Environment International*, 74, 136.

- Mapdevelopers. (2022). Draw a circle - Create a circle on a google map using a point and a radius. <https://www.mapdevelopers.com/draw-circle-tool.php>.
- Mendenhall, K. (2018). Assessing Variation in Air Quality Perception: A Case Study in Utah. All Graduate Plan B and Other Reports. <https://doi.org/10.26076/8539-6621>
- Montgomery, D. C., Peck, E. A., & Vining, G. G. (2001). Introduction to Linear Regression Analysis. (3rd ed.) New York: Wiley-Interscience.
- Montgomery, D. C., & Runger, G. C. (2009). Estatística Aplicada e Probabilidade para Engenheiros. (4ª. ed.) Rio de Janeiro: LTC.
- Moraes, S. L. de, Almendra, R., Santana, P., & Galvani, E. (2019). Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com interações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil. *Cadernos de Saúde Pública*, 35(7). <https://doi.org/10.1590/0102-311x00101418>.
- Neter, J., Kutner, M., Nachtsheim, C., & Li, W. (2004). Applied Linear Statistical Models. (5nd ed) New York: Mc Graw-Hill/Irwin.
- Rocha, J. C., Rosa, A. H., & Cardoso, A. A. (2004). Introdução à química Ambiental. (1ª ed.) Bookman: Porto Alegre.
- Rodrigues, S. C. A. (2012). Modelo de Regressão Linear e suas Aplicações. TCC (Graduação em Matemática). Universidade da Beira Interior, Covilhã.
- Santi, A. M. M., Suzuki, R. Y., & Oliveira, R. G. (2000). Monitoramento da qualidade do ar no município de Itabira, MG: avaliação dos resultados em anos recentes (1997/99) e das perspectivas de modernização da rede de monitoramento no contexto do licenciamento ambiental corretivo da CVRD. In: Anais do 27º Congresso Interamericano de Engenharia Sanitária e Ambiental. Porto Alegre: Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental, 1-12.
- Santos, H., Lima, Fialho, M., Lopes, Reis, K., Franco, M., Oliveira, R., & Bezerra. (2019). Relação entre poluentes atmosféricos e suas consequências para a saúde. https://uniesp.edu.br/sites/_biblioteca/revistas/20190312105045.pdf
- Taconelli, C. A. (2010). Análise de Regressão Múltipla. <http://people.ufpr.br/~niveam/ce071/Apostila.pdf>
- World Health Organization (WHO) (1948). <https://www.who.int/es/about/frequently-asked-questions>.