



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Instituto de Ciência e Tecnologia
Câmpus de Sorocaba

THAYLA NÉSPOLA DE OLIVEIRA

ANÁLISE DE DANOS AMBIENTAIS NA QUALIDADE DO AR
PROVENIENTES DA EXTRAÇÃO DE ARGILA COMO MATÉRIA PRIMA
NO POLO CERÂMICO DE SANTA GERTRUDES

SOROCABA / SP

2022

THAYLA NÉSPOLA DE OLIVEIRA

ANÁLISE DE DANOS AMBIENTAIS NA QUALIDADE DO AR
PROVENIENTES DA EXTRAÇÃO DE ARGILA COMO MATÉRIA PRIMA
NO POLO CERÂMICO DE SANTA GERTRUDES

Trabalho de Conclusão de Curso de
Graduação apresentado como parte dos pré-
requisitos para a obtenção do título de
Engenheiro Ambiental, à Universidade
Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”,

Orientador: Prof. Dr. Admilson Irio Ribeiro

SOROCABA / SP

2022

O48a	<p>Oliveira, Thayla Néspola de</p> <p>Análise de danos ambientais na qualidade do ar provenientes da extração de argila como matéria prima no Polo Cerâmico de Santa Gertrudes / Thayla Néspola de Oliveira. -- Sorocaba, 2022</p> <p>57 p. : il., tabs., fotos</p> <p>Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista (Unesp), Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba</p> <p>Orientador: Admilson Irio Ribeiro</p> <p>1. Engenharia ambiental. 2. Poluição atmosférica. 3. Qualidade do ar. 4. Setor industrial cerâmico. I. Título.</p>
------	---

Sistema de geração automática de fichas catalográficas da Unesp. Biblioteca do Instituto de Ciência e Tecnologia, Sorocaba. Dados fornecidos pelo autor(a).

Essa ficha não pode ser modificada.

RESUMO

O setor industrial cerâmico localizado no Polo Cerâmico de Santa Gertrudes e composto pelos municípios Santa Gertrudes, Rio Claro, Cordeirópolis, Iracemápolis, Limeira e Ipeúna, sendo considerado o terceiro maior produtor e o sexto maior vendedor e exportador do mundo, gerando 28 mil empregos diretos e 200 mil indiretos, além de ser responsável por 92% da produção cerâmica do estado de São Paulo. Para que as indústrias cerâmicas e mineradoras possam operar suas atividades, deve ser realizado o licenciamento ambiental, a fim de se obter as licenças prévia, de instalação e de operação. Diante disso, os empreendimentos devem seguir normas e cumprir com diversas responsabilidades técnicas e ambientais. Dessa forma, faz-se de suma importância a compreensão do processo de atividade cerâmica, avaliando quais os principais danos e impactos ambientais negativos provenientes dessa atividade e entender se são realizadas medidas com o objetivo de reduzir a poluição atmosférica. Portanto, por meio de levantamentos de dados bibliográficos, avaliação das responsabilidades do setor cerâmico, análise da percepção da população quanto à poluição atmosférica e a análise da qualidade do ar por meio da extração de dados da base da CETESB, foi possível analisar a correlação das variáveis meteorológicas em relação a concentração do poluente material particulado na atmosfera, além de compreender quais as principais etapas da produção responsáveis pelas maiores emissões de material particulado (MP₁₀). Além disso, a adoção de medidas mitigadoras como umectação das principais vicinais, caminhões cobertos de lona e limpeza dos veículos responsáveis pelo transporte de matéria-prima, visam diminuir a concentração de MP₁₀ na atmosfera enquanto não são implantadas novas tecnologias. Diante desses fatos, pode-se conceituar que os altos índices de umidade relativa do ar e precipitações contribuem para diminuir as concentrações de material particulado e que as etapas de extração, beneficiamento da argila e transporte da mesma são as principais contribuintes para a emissão desse poluente.

Palavras-chave: Poluição atmosférica. Material particulado. Medidas mitigadoras. Setor cerâmico.

ABSTRACT

The ceramic industrial sector located in the Santa Gertrudes Ceramic Pole and comprising the municipalities of Santa Gertrudes, Rio Claro, Cordeirópolis, Itacemópolis, Limeira and Ipeúna, is considered the third largest producer and the sixth largest seller and exporter in the world, generating 28 thousand jobs and 200 thousand indirect ones, besides being responsible for 92% of the ceramic production in the state of São Paulo. In order for the ceramic and mining industries to operate their activities, environmental licensing must be carried out, in order to obtain prior, installation and operating licenses. In view of this, the enterprises must follow standards and comply with various technical and environmental responsibilities. Thus, it is extremely important to understand the ceramic activity process, assessing the main damages and negative environmental impacts from this activity and understanding whether measures are taken with the aim of reducing atmospheric pollution. Therefore, through surveys of bibliographic data, assessment of the responsibilities of the ceramic sector, analysis of the population's perception of atmospheric pollution and analysis of air quality through the extraction of data from the CETESB database, it was possible to analyze the correlation of the meteorological variables in relation to the concentration of pollutant particular material in the atmosphere, in addition to understanding which are the main stages of production responsible for the highest particulate material emissions. In addition, the adoption of mitigating measures such as watering the main roads, trucks covered with canvas and cleaning the vehicles responsible for transporting raw materials, aim to reduce the concentration of particulate material in the atmosphere while new technologies are not implemented. Given these facts, it can be conceptualized that the high levels of relative humidity and precipitation contribute to reduce the concentrations of particular material and that the stages of extraction, clay processing and transport are the main contributors to the emission of this pollutant.

Keywords: Atmospheric pollution. Particulate material. Mitigating measures. Ceramic sector.

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	6
2 REVISÃO DA LITERATURA	8
2.1 Órgãos de classe do setor cerâmico	8
2.2 Licenciamento ambiental	10
2.3 Normas Reguladoras de Mineração	11
2.4 Matéria-prima: Argila	12
2.5 Processo cerâmico	14
2.6 Material particulado	16
2.7 Critérios e índices de qualidade do ar	17
2.8 Plano de Redução da Emissão de Fontes Estacionárias - PREFE	19
3 OBJETIVOS	22
3.1 Objetivo geral	22
3.2 Objetivos específicos	22
4 MATERIAL E MÉTODOS	23
4.1 Levantamento de base de dados	23
4.2 Análise da qualidade do ar	23
4.3 Avaliação da percepção da população sobre a qualidade do ar	25
4.4 Análise das responsabilidades do setor cerâmico em relação a qualidade do ar	25
5 RESULTADOS E DISCUSSÕES	27
5.1 Resultados da análise da qualidade do ar	27
5.2 Correlação de Pearson	35
5.3 Avaliação da percepção da população sobre a qualidade do ar	37
5.3 Resultado da análise da responsabilidade do setor industrial cerâmico	40
5.4 Redução da poluição atmosférica	43
6 Considerações finais	45
ANEXO A	46
REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	47

1 INTRODUÇÃO

A argila consiste na matéria-prima para a produção de diversos produtos cerâmicos, devido a sua capacidade de moldagem e plasticidade quando umedecida e, após a secagem, apresenta grande coesão do material e alta resistência. Para que seja utilizada no processo de produtos cerâmicos e revestimentos, a parte referente aos grãos deve possuir diâmetro máximo de valores inferiores a 0,005 mm, conforme definição da Associação Brasileira de Normas Técnicas – ABNT (ANFACER, 2020).

O Brasil trata-se de um imenso fabricante de revestimentos cerâmicos, sendo o terceiro maior produtor do mundo, apresentando uma capacidade produtiva de 1,2 bilhão de m², além disso, em relação ao ranking mundial de vendas, ocupa a sexta posição, exportando e vendendo para mais de 110 países. Uma das maiores metas para esse setor de produção brasileiro, trata-se do Brasil atingir a terceira posição nas exportações de revestimentos cerâmicos no mundo. O novo presidente da Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres (ANFACER), Benjamin Ferreira Neto, tem como propósito, dar continuidade a gestão anterior, atribuindo como prioridade esse aumento da participação do país no comércio internacional. (CERAMIC WORLD REVIEW, 2021)

Conforme dados apresentados pela CERAMIC WORLD REVIEW (2021), o Polo Cerâmico Brasileiro produziu em média 905 milhões de m² por ano no período de 2014 a 2020, visto que de 2019 para 2020 houve uma queda na produção de 7,6% devido a pandemia da COVID-19. De acordo com a ANFACER (2020), a atividade de produção cerâmica é responsável pela geração de 28 mil empregos diretos e 200 mil empregos indiretos no Brasil e engloba 6% do PIB na indústria de material para construção. No estado de São Paulo, a geração de empregos diretos está em torno de 14 mil e empregos indiretos 100 mil (ASPACER, 2021).

Na etapa de preparação de massa, a produção de revestimentos cerâmicos pode ser dividida em via seca e via úmida. O Polo Cerâmico de Criciúma/SC tem predominantemente a moagem em via úmida e destina-se às classes mais altas da sociedade, enquanto que, no Polo Cerâmico de Santa Gertrudes/SP a moagem sucede predominantemente por via seca (MME; Bird, 2009). O Polo Cerâmico de Santa Gertrudes/SP representa um dos maiores polos da América e corresponde a 92% da

produção paulista, sendo composto pelas cidades de Santa Gertrudes, Rio Claro, Cordeirópolis, Itacemópolis, Limeira e Ipeúna. (ASPACER, 2020).

Embora essa atividade seja de grande importância econômica para o país e para a geração de empregos, as etapas de extração da matéria-prima argila são executadas de forma inadequada, ocasionando diversos impactos ambientais negativos, prejudicando a qualidade do ar da região, podendo levar à problemas de saúde da população local. (CHRISTOFOLETTI; MORENO, 2011).

2 REVISÃO DA LITERATURA

2.1 Órgãos de classe do setor cerâmico

A ANFACER (Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres) foi fundada no ano de 1984 com o propósito de possibilitar o desenvolvimento sustentável da indústria cerâmica. Essa entidade constitui-se por diversos empresários do setor cerâmico, responsáveis por integrar um corpo administrativo com muita experiência, proporcionando a evolução de novas tecnologias e qualidade para os produtos já existentes e para novos produtos a serem desenvolvidos, abrangendo mercados internacionais. (ANFACER, s.d.)

Para garantir a qualidade dos produtos fabricados, em 1993, foram criados métodos de testes em laboratórios e auditorias nas indústrias e revendas cerâmicas. Um desses monitoramentos compreende o “Programa Setorial da Qualidade de Placa Cerâmica e Porcelanato (PSQ)” que apresenta uma lista de empresas conformes e empresas não conformes, sendo que as não conformes são aquelas que apresentam “não conformidade sistemática.” Esse programa conta com a participação de 80% da indústria nacional cerâmica. Especificamente para as cerâmicas, há o “PQ Cerâmica” explanando os seus benefícios e características como por exemplo não possuir formaldeído e PVC em sua composição e a não emissão de Compostos Orgânicos Voláteis durante sua fabricação, sendo esses elementos altamente nocivos para saúde. Um grande benefício corresponde à reciclagem e reutilização, uma vez que as indústrias conseguem reutilizar os seus resíduos como parte da matéria-prima no processo de fabricação. (ANFACER, s.d.)

Outra forma de monitoramento consiste no “Selo da qualidade para porcelanato”, conforme figura 1, integrante do PSQ e baseado no princípio de informar aos consumidores a respeito dos aspectos do porcelanato e proporcionar segurança e credibilidade do produto, além de estimular que as indústrias obtenham a certificação de seus produtos cerâmicos e reprimir a não conformidade proposital, atendendo a norma NBR ISO 13006. (ANFACER, s.d.)



Figura 1. Selo da qualidade para porcelanato

Fonte: ANFACER

A Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento (ASPACER) corresponde a uma entidade sem fins lucrativos fundada em 1999 com sede na cidade de Santa Gertrudes/SP, cuja criação foi pensada para promover a união das cerâmicas paulistas, visando o desenvolvimento de novas tecnologias, aderência de benefícios e resolução de problemas em conjunto, defendendo os interesses de seus associados. (ASPACER, s.d.).

Essa instituição, que atualmente conta com 26 cerâmicas associadas, sendo 20 delas do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, promove feiras, congressos e cursos para expandir cada vez mais o conhecimento a respeito deste setor, visando o desenvolvimento de novas tecnologias e desenvolvimento da indústria cerâmica. (ASPACER, s.d.).

2.2 Licenciamento ambiental

Um procedimento muito importante da política ambiental é a Avaliação de Impactos Ambientais (AIA), responsável por conter ocorrências e danos ilícitos ao meio ambiente. Esse instrumento refere-se a uma etapa do licenciamento ambiental, visto que será responsável por quantificar e classificar o impacto ambiental a ser gerado por um empreendimento, como forma de prever as consequências de tal atividade, mediante a isso, a licença ambiental será negada ou concedida, assim, sendo o AIA indispensável e serve como sustento para deliberação do poder público no processo de licenciamento, conforme estabelecido pelo Decreto n. 88.351/83 (RODRIGUES, 2018).

Licença e licenciamento ambiental, embora façam parte do mesmo núcleo, não apresentam exatamente o mesmo significado, visto que, a licença será obtida a partir do processo de licenciamento ambiental, ou seja, no caso de deliberação do poder público. A licença trata-se de um ato administrativo e retrata um produto final do procedimento administrativo, o de licenciamento ambiental, ambos definidos conforme Resolução CONAMA n. 237/97 (FIORILLO, 2013).

Conforme o art. 8º da Resolução CONAMA n. 237 (1997), o licenciamento ambiental apresenta três etapas para se obter aprovação do mesmo, sendo elas a Licença Prévia, a Licença de Instalação e a Licença de Operação, conforme figura 2. A Licença Prévia consiste na avaliação e aprovação da localização da atividade e concepção da atividade ou empreendimento, assim, atesta quais são os requisitos mínimos que devem ser atendidos nas fases seguintes, compreendendo a primeira etapa do planejamento. A Licença de Instalação outorga a instalação da atividade ou do empreendimento conforme as especificações, planos, projetos e controle ambiental apresentados previamente. Por fim, a autorização para operação da atividade ou empreendimento é deliberada pela Licença de Operação, avaliando se as medidas determinadas nas licenças anteriores estão sendo cumpridas (FIORILLO, 2013; RODRIGUES, 2018).



Figura 2. Etapas do licenciamento ambiental.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Ademais, as licenças ambientais apresentam prazo de validade que variam para cada tipo de licença. Para a Licença Prévia a validade é de até 5 anos, a Licença de Instalação apresenta validade de até 6 anos e a Licença de Operação o prazo mínimo é de 4 anos e o máximo de 10 anos. Assim, as etapas para renovação da licença ambiental referem-se a um processo de licenciamento, no qual pondera-se o fato de ter sido outorgado uma licença de operação ao solicitante anteriormente (RODRIGUES, 2018).

2.3 Normas Reguladoras de Mineração

Para uma utilização e aproveitamento prudente das jazidas minerais com medidas de saúde e segurança dos trabalhadores, segurança e preservação do meio ambiente, foram estabelecidas as Normas Reguladoras de Mineração (NRM) do Departamento Nacional de Produção Mineral (DNPM), assim, busca-se aliar de forma sustentável o progresso da atividade de mineração com a crescente produtividade industrial. (DNPM, 2001).

Como método de controle e informação, as Normas Reguladoras de Mineração consistem na verificação de diversos documentos, como: Planos e relatórios finais de pesquisas, requerimentos de utilização, registro de extração, plano de lavra, relatório anual de lavra, plano de controle de impacto ambiental na mineração, entre outros. No caso das lavras a céu aberto, existe a norma nº 02, responsável por definir os regulamentos a respeito de bancadas, taludes, controles topográficos e geológico-geotécnico (DNPM, 2001).

2.4 Matéria-prima: Argila

A argila consiste na definição com base na granulometria, independente de sua composição química. Quando umedecida em água, esse material terroso adquire plasticidade e a sua classificação abrange partículas com fração granulométrica menor que 0,002 mm ou menor 0,005 mm, dependendo do autor, exemplificados na figura 3 (CORREIA FILHO, 1997).

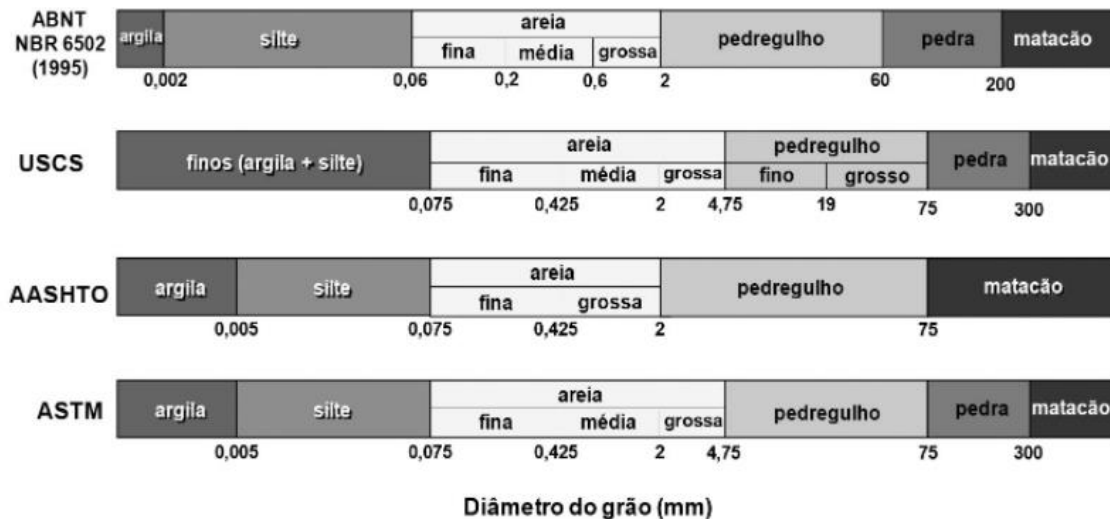


Figura 3. Frações do solo.

Fonte: Suporte solos.

A atividade de mineração, de forma geral, provoca grandes impactos ambientais negativos devido à exposição do solo à erosão e supressão de vegetação, principalmente quando realizada de forma inadequada e desordenada, além de poluir o ar e atingir zonas aquáticas. Diante do exposto, se faz necessário a prevenção e um planejamento, por meio de um Estudo de Impacto Ambiental e Relatório de Impacto Ambiental (EIA/RIMA) e o Plano de Lavra, assim como todo o licenciamento ambiental para tal atividade, além da adoção de medidas mitigadoras (MECHI e SANCHES, 2010).

A extração da argila é realizada com o auxílio de retroscavadeiras, trator de esteiras e pás carregadeiras, ou até mesmo, por dinamites nas porções mais duras e inferiores das jazidas do mineral. Após o seu aproveitamento, são coletadas amostras do início e fim da extração, a fim de se avaliar e realizar testes laboratoriais sobre a qualidade da argila e, então, o material é carregado até caminhões que farão o transporte aos pátios para realizar o pré-beneficiamento. Assim, as principais etapas da

atividade no Polo Cerâmico que causam impactos ambientais negativos são as de extração da matéria-prima e do seu pré-beneficiamento (CHRISTOFOLETTI; MORENO, 2011; FIEMG; FEAM, 2013). Além disso, de acordo com Ednéia Parada, gerente da regional da CETESB de Limeira-SP, a Companhia tem realizado estudos referentes ao fato de que o setor cerâmico retrata o principal responsável para a emissão de material particulado na atmosfera, desde a extração de argila até a produção do produto final (CETESB, 2018).

O Polo Cerâmico de Santa Gertrudes localiza-se na Formação Corumbataí ilustrado na figura 4, embora essa formação esteja presente em quase todo o estado de São Paulo, a matéria-prima encontrada nessa região apresenta características diferenciadas, sendo compostas predominantemente por siltitos arenosos ou argilosos, laminados, maciços ou intercalados e argilitos (CHRISTOFOLETTI, 2003).

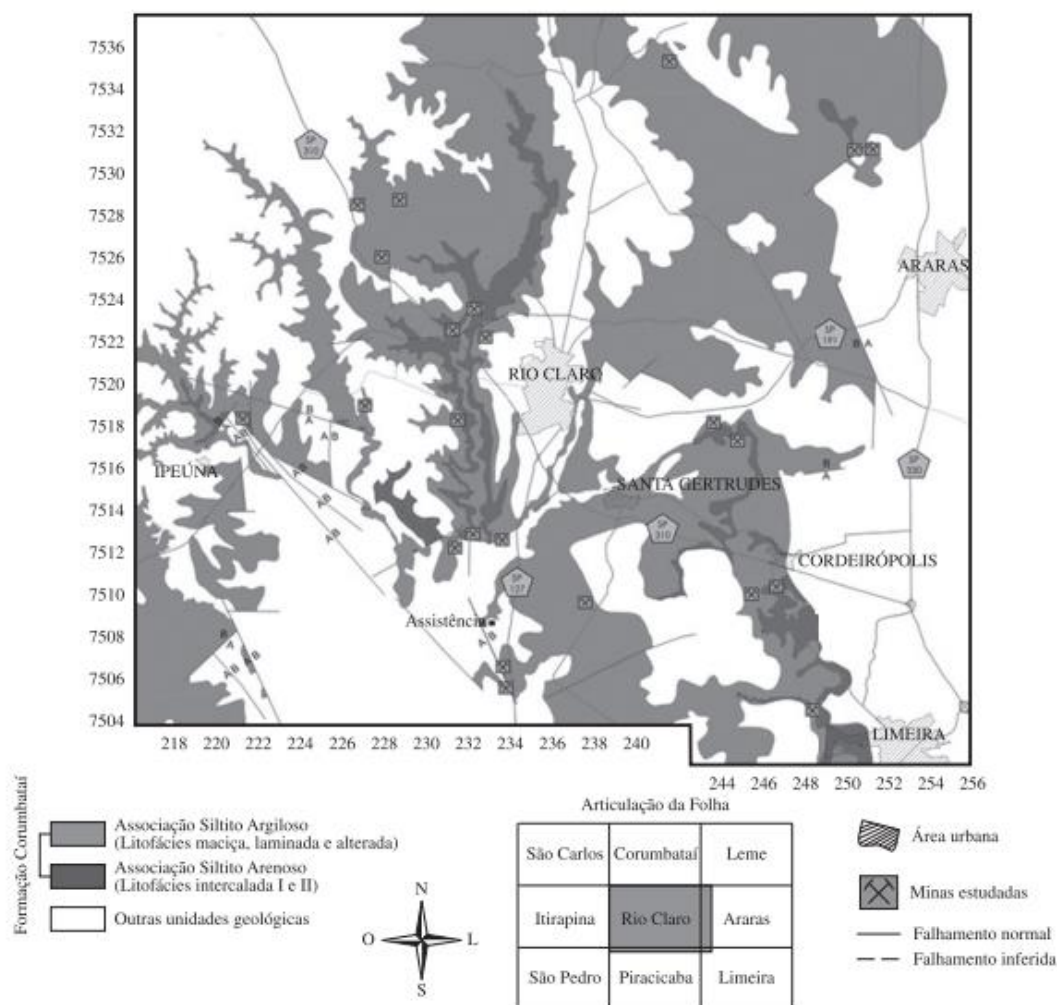


Figura 4. Formação Corumbataí na área do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes.

Fonte: Christofolletti; Moreno, 2011.

2.5 Processo cerâmico

Após a extração de matéria-prima e o carregamento em caminhões responsáveis pelo transporte, realiza-se a etapa de pré-beneficiamento dividida em trabalho de pátio e sazonalamento, além disso, os torrões de argila são moídos no procedimento de britagem. O trabalho de pátios consiste na disposição da argila em terreiros para promover a secagem ao ar livre, acarretando na diminuição dos custos do processo. O sazonalamento consiste em um importante processo para que se atinja a qualidade ideal do produto final, visto que essa etapa contempla o aumento de plasticidade da argila e a homogeneização da mesma pelo fato de ocorrer a oxidação da matéria orgânica. O tempo de secagem e sazonalamento da argila pode levar meses ou até 2 anos em média (CHRISTOFOLETTI; MORENO, 2011).

Finalizadas as etapas de extração e pré-beneficiamento, o material é direcionado para a produção industrial, representado na figura 5. Inicialmente, a argila passa pelo processo moagem, sendo que essa pode ser realizada por via úmida ou via seca. No setor cerâmico em estudo, o método empregado compreende predominantemente a via seca, sendo a moagem realizada em moinhos de martelos e pendulares associados, posterior a moagem, através do peneiramento, é possível realizar uma seleção granulométrica, sendo assim, a argila é armazenada na forma de pó granulado em silos. Feito isso, a argila será umidificada para a obtenção da massa cerâmica para prensagem (FUNDACENTRO, 2010).

Para conhecimento, no método de via úmida, após a britagem, a argila será direcionada para a moagem em esteiras com a adição de água e alguns minerais como calcário, feldspato e caulim, sendo assim, os moinhos rotativos de esferas de alumina formam um fluido viscoso chamado “barbotina” e, por fim, direcionada para a secagem por atomizador e armazenado sob forma de pó atomizado em silos (CHRISTOFOLETTI; MORENO, 2011; FUNDACENTRO, 2010).

Na etapa de prensagem, o material sucede à disposição em esteiras e em peneiras vibratórias, as quais serão responsáveis por segregar as granulometrias fora do padrão desejado. Assim, a massa será prensada, obtendo a placa cerâmica que será posteriormente encaminhada aos secadores com temperaturas em torno de 120 °C e, por fim, para a esmaltação e acabamentos finais como a remoção de rebarbas, escovação, lixamento e aplicação de texturas e decorações. Para finalizar a etapa de produção, as placas passam pelo ciclo de queima com temperaturas de 1100 °C,

alternando com resfriamento para obter o produto final. Assim, seguem para o processo de embalagem e estocagem e recebem os devidos selos de acordo com as normas técnicas (FUNDACENTRO, 2010).

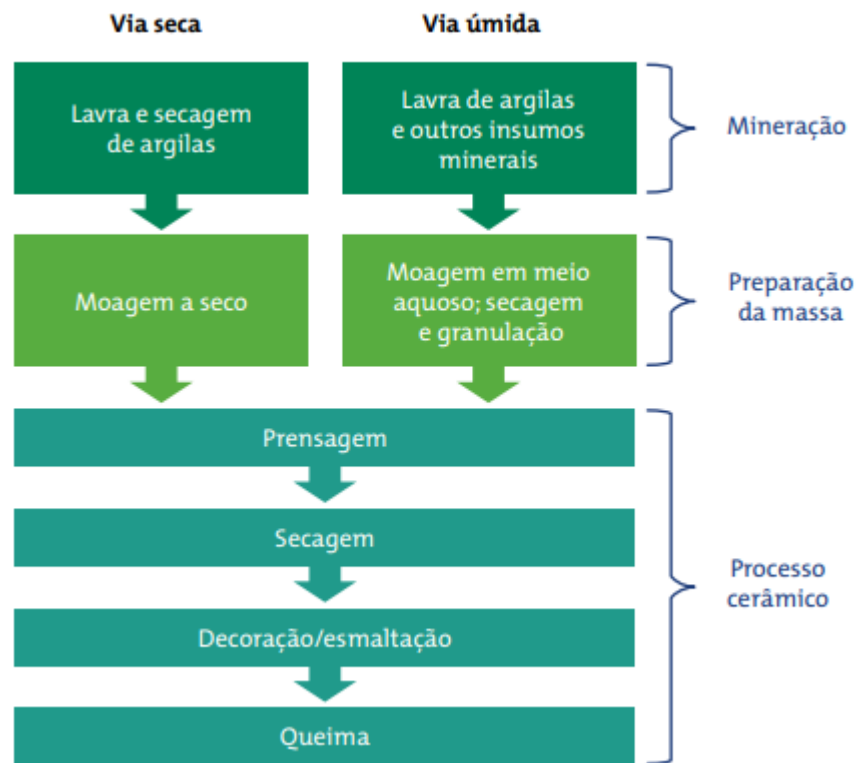


Figura 5. Etapas do processo cerâmico

Fonte: BNDES, 2013.

Recentemente a ASPACER, adjunto da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) e a Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA), firmaram um Termo de Compromisso com o objetivo de diminuir a poluição do ar proveniente da atividade de produção industrial cerâmica nas cidades de Rio Claro, Santa Gertrudes e Cordeirópolis. Pelo fato do método empregado para secagem e moagem ser por via seca, esse compromisso visa a melhora da qualidade do ar por meio de adoção de novas tecnologias para tais processos, assim como, plano de contingência e medidas mitigadoras. Desta maneira, a previsão de substituição do método atual deverá ocorrer durante o ano de 2024. Como ação mitigadora, são realizadas umectação das vias não-pavimentadas e áreas de transporte e armazenamento da argila, além da elaboração e alteração das rotas para vias pavimentadas. (SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE, 2022).

2.6 Material particulado

O material particulado em suspensão (MPS) são partículas presentes na atmosfera de diferentes composições químicas, físicas e diâmetros. Conforme varia a sua fonte de emissão, sendo primária ou secundária, há a alteração da granulometria, na qual as partículas são classificadas em inaláveis finas ou grosseiras. As partículas inaláveis finas são aquelas representadas por diâmetro aerodinâmico $\leq 2,5 \mu\text{m}$ e as partículas inaláveis grossas entre $2,5 \mu\text{m}$ e $10 \mu\text{m}$, além disso, em relação às fontes de emissão, as primárias referem-se às partículas lançadas diretamente na atmosfera, enquanto as secundárias, são geradas ou sofrem alterações a partir de vapores e gases particulados (CETESB, 2006). Na figura 6, é possível analisar a comparação do diâmetro de MP_{2,5} e MP₁₀ quando comparados ao diâmetro do fio de cabelo e do grão de areia.

As partículas inaláveis finas (MP_{2,5} e MP₁) podem se alojar no sistema respiratório, inclusive em locais profundos dos pulmões, sendo altamente prejudiciais para a saúde, ocasionando doenças cardiopulmonares, ademais, partículas MP₁ são capazes de invadir alvéolos pulmonares, atingindo a circulação sanguínea. Enquanto que as partículas inaláveis grossas (MP₁₀) são aquelas que adentram o nariz e boca (CETESB, 2006).



Figura 6. Comparação entre grão de areia, fio de cabelo, MP_{2,5} e MP₁₀.

Fonte: Revista Gestão Industrial

2.7 Critérios e índices de qualidade do ar

Em 2013, estabeleceu-se o Decreto Estadual nº 59113 de 23 de abril de 2013 responsável por definir novos padrões de qualidade do ar, os quais os valores vigentes são referentes a MI2 para MP_{2,5} e MP₁₀, apresentados na tabela 1, aliados a objetivos para diminuir a poluição atmosférica gradativamente, seguindo os seguintes critérios:

Metas Intermediárias – (MI) estabelecidas como valores temporários a serem cumpridos em etapas, visando à melhoria gradativa da qualidade do ar no Estado de São Paulo, baseada na busca pela redução das emissões de fontes fixas e móveis, em linha com os princípios do desenvolvimento sustentável;
Padrões Finais (PF) – Padrões determinados pelo melhor conhecimento científico considerando as menores concentrações possíveis no contexto de limitações locais, capacidade técnica e prioridades em termos de saúde pública para que a saúde da população seja preservada ao máximo em relação aos danos causados pela poluição atmosférica (Decreto Estadual nº 59.113/2013).

As metas intermediárias (MI) são elaboradas em 3 etapas:

Meta Intermediária Etapa 1 – (MI1) – Valores de concentração de poluentes atmosféricos a serem respeitados a partir de 24/04/2013. Estes valores ficaram vigentes até 31/12/2021.

Meta Intermediária Etapa 2 – (MI2) – Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados subsequentemente à MI1, que entrará em vigor após avaliações realizadas na Etapa 1, reveladas por estudos técnicos apresentados pelo órgão ambiental estadual, convalidados pelo CONSEMA. a MI2 entrou em vigor a partir de 01/01/2022 (Deliberação CONSEMA nº 4, de 19/05/2021, publicada no DOE de 26/05/2021).

Meta Intermediária Etapa 3 – (MI3) – Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados nos anos subsequentes à MI2, sendo que seu prazo de duração será definido pelo CONSEMA, a partir do início da sua vigência, com base nas avaliações realizadas na Etapa 2 (Decreto Estadual nº 59.113/2013).

Tabela 1. Padrões Estaduais de Qualidade do Ar

Poluente	Tempo de amostragem	MI1 (µg/m ³)	MI2 (µg/m ³)	MI3 (µg/m ³)	PF (µg/m ³)
MP ₁₀	24 horas	120	100	75	50
	Média aritmética anual	40	35	30	20
MP _{2,5}	24 horas	60	50	37	25
	Média aritmética anual	20	17	15	10

Fonte: Autoria própria, extraído de Decreto Estadual nº 59113 (2013).

Assim, foram determinados índices da qualidade do ar e critérios para episódios agudos de poluição do ar para os poluentes, sendo elencados na tabela 2 e 3 conforme

Decreto Estadual nº 59113 de 23/04/2013, visto que os valores de qualidade do ar, além de receberem uma qualificação, os mesmos estão atrelados a uma cor. Além do mais, para efeitos de avaliação, embora cada concentração de poluente apresente valores diferentes, adota-se o índice como número adimensional (CETESB, 2022).

Ressalta-se ainda que a qualificação do ar apresentada na tabela 2 se baseia nos efeitos à saúde humana e está de acordo com a norma legal Resolução CONAMA nº 491/2018, efeitos esses descritos na figura 7. A partir de 2018, o Decreto Estadual nº 59113 de 2013, passou a vigorar também no âmbito federal por meio da Resolução CONAMA nº 491 de 2018, ambos com finalidade da preservação da saúde da população e meio ambiente e devido aos efeitos provenientes da poluição ambiental. Na tabela 3 estão contidos os valores da concentração de material particulado que quando atingidos, são considerados estados de atenção, alerta e emergência (CETESB, 2022).

Tabela 2. Índice de qualidade do ar

Qualidade	Índice (adimensional)	MP₁₀ (µg/m³) 24h	MP_{2,5} (µg/m³) 24h
BOA - N1	0 - 40	0 - 50	0 - 25
MODERADA - N2	41 - 80	>50 - 100	>25 - 50
RUIM - N3	81 - 120	>100 - 150	> 50 - 75
MUITO RUIM - N4	121 - 200	>150 - 250	> 75 - 125
PÉSSIMA - N5	>200	>250	> 125

Fonte: Autoria própria, extraído de CETESB (2022).

Tabela 3. Critérios para episódios agudos de poluição do ar

Parâmetros	Atenção	Alerta	Emergência
Partículas inaláveis finas (µg/m ³) – 24h	125	210	250
Partículas inaláveis grossas (µg/m ³) – 24h	250	420	500

Fonte: Autoria própria, extraído de CETESB (2022).

Qualidade	Índice	MP ₁₀ (µg/m ³) 24h	MP _{2.5} (µg/m ³) 24h
N1 - Boa	0 - 40	0 - 50	0 - 25
N2 - Moderada	41 - 80	>50 - 100 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço.	>25 - 50 Pessoas com doenças respiratórias podem apresentar sintomas como tosse seca e cansaço.
N3 - Ruim	81 - 120	>100 - 150 Pessoas com doenças respiratórias ou cardíacas, idosos e crianças têm os sintomas agravados. População em geral pode apresentar sintomas como ardor nos olhos, nariz e garganta, tosse seca e cansaço.	>50 - 75 Pessoas com doenças respiratórias ou cardíacas, idosos e crianças têm os sintomas agravados. População em geral pode apresentar sintomas como ardor nos olhos, nariz e garganta, tosse seca e cansaço.
N4 - Muito Ruim	121 - 200	>150 - 250 Aumento dos sintomas em crianças e pessoas com doenças pulmonares e cardiovasculares. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral.	>75 - 125 Aumento dos sintomas em crianças e pessoas com doenças pulmonares e cardiovasculares. Aumento de sintomas respiratórios na população em geral.
N5 - Péssima	> 200	>250 Agravamento dos sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, como asma, e cardiovasculares, como infarto do miocárdio.	>125 Agravamento dos sintomas respiratórios. Agravamento de doenças pulmonares, como asma, e cardiovasculares, como infarto do miocárdio.

Figura 7. Qualidade do ar e efeitos na saúde humana de acordo com a Resolução CONAMA nº 491/2018.

Fonte: CETESB (2022).

2.8 Plano de Redução da Emissão de Fontes Estacionárias - PREFE

O Plano de Redução da Emissão de Fontes Estacionárias (PREFE) foi elaborado em 2014, mediante ao estabelecimento do Decreto Estadual nº 59.113 de 23/04/2013 de que nas localidades que não seguem e atendem os índices de qualidade do ar pré-estabelecidos, deveriam ser adotados planos a fim de diminuir as emissões e poluição atmosférica. Assim, conforme o art. 6 do Decreto Estadual, o PREFE deve ser

atualizado a cada 3 anos, sendo que a última atualização ocorreu no ano de 2021. Para cada localidade e quantidade de fontes emissoras, são estabelecidas diferentes metas (CETESB; PREFE, 2014).

De acordo com o PREFE de 2014, as metas de redução são calculadas utilizando dados das médias, dos últimos 3 anos, de concentração do poluente e o índice de qualidade do ar que deve ser alcançado. Dessa forma, tem como finalidade a adoção de medidas e ações para se cumprir os padrões da qualidade do ar estabelecidos para cada região do Estado de São Paulo, reduzindo as emissões proporcionalmente a quantidade de fontes estacionárias existentes no empreendimento (CETESB; PREFE, 2014).

Em 2014, a meta de redução da concentração de material particulado para a região de controle de Santa Gertrudes (figura 9) para longo prazo era de 52,4% e para curto prazo 29,4%, utilizando os dados dos anos de 2009 a 2012. Assim, conforme figura 8, MA é referente a média aritmética das médias anuais referentes aos três últimos anos representativos, M4VD refere-se a média do quarto valor diário mais elevado dos últimos três anos, considerando os valores de padrão de qualidade do ar sendo: curto prazo (24 horas) a meta de 40 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ e a longo prazo (anual) a meta de 120 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ (CETESB; PREFE, 2014).

MP ₁₀													
RC	ESTAÇÃO	Média Aritmética ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)				MA ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	4ª Máxima ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)			M4VD ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	Reduções (%)		
		2009	2010	2011	2012		2010	2011	2012		LP	CP	FINAL
03	Limeira - Boa Vista (M)	45	47	47	46	47	111	102	89	101	14,9	-	14,9*
03	Paulínia Sul	36	46	47	39	44	124	106	107	112	9,1	-	9,1*
07	Piracicaba - Algodão(M)	35	44	56	46	49	109	113	114	112	18,4	-	18,4*
06	Santa Gertrudes – Jd Luciene (M)	80	79	91	81	84	152	199	160	170	52,4	29,4	52,4**
05	Cubatão - Vale do Mogi	48	59	61	59	60	219	170	137	175	33,3	31,4	33,3
05	Cubatão - Vila Parisi	68	86	99	93	93	251	220	186	219	57	45,2	57,0*

Figura 8. Resultados do Monitoramento e percentual (%) das metas de redução Material Particulado MP₁₀.

Fonte: CETESB; PREFE, 2014



Figura 9. Região de controle 06 - Santa Gertrudes/SP

Fonte: CETESB; PREFE, 2014

3 OBJETIVOS

3.1 Objetivo geral

O objetivo desse estudo foi analisar a qualidade do ar atmosférico da atividade de produção cerâmica no Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, assim como, os danos ambientais percebidos pela comunidade local.

3.2 Objetivos específicos

- Avaliar quais são os principais danos ambientais na qualidade do ar atmosférico proveniente dessa atividade.
- Avaliar a percepção da população afetada do entorno em relação a qualidade do ar atmosférico.
- Análise das responsabilidades do setor cerâmico em relação a qualidade do ar.

4 MATERIAL E MÉTODOS

4.1 Levantamento de base de dados

Por meio de consultas bibliográficas em sites, dissertações, teses, livros e artigos científicos, realizou-se um levantamento de informações pertinentes ao assunto estudado, proporcionando uma base de conhecimento teórico e estrutural sobre a temática abordada, sendo possível o entendimento do processo produtivo do setor cerâmico, das normas para mineração e licenciamento ambiental, bem como a abrangência de conceitos sobre material particulado, índices de qualidade do ar e entidades regentes das Associações de Cerâmicas e Revestimento.

4.2 Análise da qualidade do ar

A área de pesquisa abrangeu cidades do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, sendo que, para a análise da qualidade do ar, foram considerados os valores concentração de material particulado MP₁₀, visto que se trata de um dos principais poluentes emitidos durante o processo industrial cerâmico e, para isso, foram utilizados dados das estações de medição de qualidade do ar localizadas nas cidades de Santa Gertrudes e Rio Claro.

Assim, como recorte temporal, foram selecionados dados de maio de 2021 a maio de 2022. Para a extração de dados, utilizou-se o site da CETESB na plataforma QUALAR, na qual é possível selecionar qual o tipo de rede, a data inicial e final de avaliação, os tipos de dados que se deseja obter, qual estação e parâmetro a ser analisado, conforme figura 10. Consequente, obtém-se uma planilha de dados possibilitando a análise da concentração de material particulado MP₁₀ em µg/m³ a cada hora do dia de acordo com a figura 11.

SISTEMA DE INFORMAÇÕES DA QUALIDADE DO AR V 3.83

[ESTAÇÃO](#)

[PARÂMETRO](#)

[ENTRADA DE DADOS](#)

[CONSULTAS](#)

[RELATÓRIOS](#)

[SAIR](#)

Thayla Néspola de Oliveira ▾

Processos - Exportar Dados

EXPORTAR DADOS

Tipo de Rede: Automática Manual Passivo

Data Inicial*: Data Final*:

Tipo de Dados: Média Horária Média Móvel

Incluir Dados Inválidos

Estação*: ▾

Parâmetro*: ▾

Figura 10. Sistema de Informações da Qualidade do Ar - QUALAR (MP₁₀ partículas inaláveis)

Fonte: CETESB - QUALAR, 2022.

qualar.cetesb.sp.gov.br/qualar/exportaDados.do?method=pesquisar



Sistema de Informação de Qualidade do Ar

Exportar Dados

Tipo de Rede	Tipo de Monitoramento	Tipo	Data	Hora	Código Estação	Nome Estação	Nome Parâmetro	Unidade de Medida	Média Horária
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	01:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	45
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	02:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	36
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	03:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	30
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	04:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	32
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	05:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	26
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	06:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	32
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	07:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	29
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	08:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	36
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	09:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	62
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	10:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	48
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	11:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	48
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	12:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	22
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	13:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	25
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	14:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	32
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	15:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	33
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	16:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	31
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	17:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	32
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	18:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	43
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	19:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	63
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	20:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	86
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	21:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	116
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	22:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	76
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	23:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	60
Automático	CETESB	Dados Primários	01/05/2021	24:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	72
Automático	CETESB	Dados Primários	02/05/2021	01:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	69
Automático	CETESB	Dados Primários	02/05/2021	02:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	61
Automático	CETESB	Dados Primários	02/05/2021	03:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	61
Automático	CETESB	Dados Primários	02/05/2021	04:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	47
Automático	CETESB	Dados Primários	02/05/2021	05:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	51
Automático	CETESB	Dados Primários	02/05/2021	06:00	292	Rio Claro-Jd.Guanabara	MP10 (Partículas Inaláveis)	µg/m ³	51

Figura 11. Recorte da planilha de dados de material particulado por hora - QUALAR

Fonte: CETESB - QUALAR, 2022.

Posto isso, a partir dos dados obtidos das estações de Rio Claro e Santa Gertrudes, os valores da concentração diária por hora foram exportados para cálculo

da média de concentração de MP₁₀ mensal, sendo possível a geração de gráficos para análises.

Para analisar a influência de variáveis meteorológicas, foram extraídas também da plataforma QUALAR informações sobre a umidade relativa do ar, velocidade dos ventos e temperatura, possibilitando a correlação da concentração de material particulado, por meio da realização de médias mensais no recorte temporal de maio de 2021 a maio de 2022. Para estudos e análises complementares, foi solicitado à Estação Meteorológica do Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA/IGCE/UNESP), dados sobre a precipitação pluviométrica no mesmo período.

Assim, após obter os valores das variáveis meteorológicas, por meio do método estatístico Correlação de Pearson, analisou-se a correlação entre a umidade relativa do ar, velocidade dos ventos, temperatura do ar e precipitação com a concentração de material particulado MP₁₀ na atmosfera, ou seja, o quanto essas variáveis meteorológicas influenciam nas oscilações de MP₁₀.

4.3 Avaliação da percepção da população sobre a qualidade do ar

A fim de avaliar a percepção da população sobre a gestão da qualidade do ar e seus efeitos adversos na saúde humana, realizou-se uma pesquisa com uma amostra populacional de 112 indivíduos. Foram abordadas questões como a faixa etária dos entrevistados, se julgam pertinente que a qualidade do ar que respiram afeta a saúde e se as indústrias cerâmicas devem aliar a sua produtividade com a sustentabilidade ambiental. Além disso, avaliou-se quais os principais sintomas que os entrevistados sentiram e sentem em épocas mais secas e alto índice de partículas no ar. Algumas medidas mitigadoras são realizadas há certo tempo na região do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, assim, foi questionado à amostra populacional se acreditam que limpeza dos caminhões responsáveis por fazerem o transporte de argila e a umidificação dessas estradas são eficientes para melhora da qualidade do ar. Por fim, permitiu-se que os entrevistados adicionassem comentários e opiniões a respeito do assunto.

4.4 Análise das responsabilidades do setor cerâmico em relação a qualidade do ar

Para contextualizar o estudo e sua abrangência, em debate com responsáveis do setor ambiental cerâmico, foram abordados assuntos em relação a extração de

matéria-prima, se as mesmas realizam um relatório ambiental para a CETESB e como são fiscalizadas as responsabilidades ambientais. Ademais, se a licença de operação é impactada no caso de descumprimento de alguma norma previamente definida pelo licenciamento ambiental e entender se o setor cerâmico realiza algum programa para diminuição dos impactos no ar.

5 RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Resultados da análise da qualidade do ar

Nos anos de 2014 e 2018, de acordo com a CETESB, foram noticiados que Rio Claro e Santa Gertrudes apresentavam o ar mais poluído do estado de São Paulo (figura 12), ultrapassando o índice de qualidade do ar recomendado, sendo as indústrias cerâmicas e mineradoras os maiores contribuintes para o alto índice de material particulado no ar, conforme monitoramento realizado pela Companhia das coletas de informações das estações de monitoramento.



Figura 12. Poluição atmosférica na região de Rio Claro e Santa Gertrudes.

Fonte: G1, 2018.

A partir do final do mês de abril, a ASPACER passou a disponibilizar nas suas publicações de boletins semanais, o índice de qualidade do ar relacionados ao material particulado. O Termo de Compromisso firmado entre a ASPACER e a CETESB, impõe a condição que na ocorrência de um índice de qualidade do ar “ruim”, ou seja, acima de 120, nas estações medidoras de Rio Claro ou Santa Gertrudes, as operações, carga e transporte de argila têm de ser paralisadas, como por exemplo na figura 13 do boletim informativo nº 522.

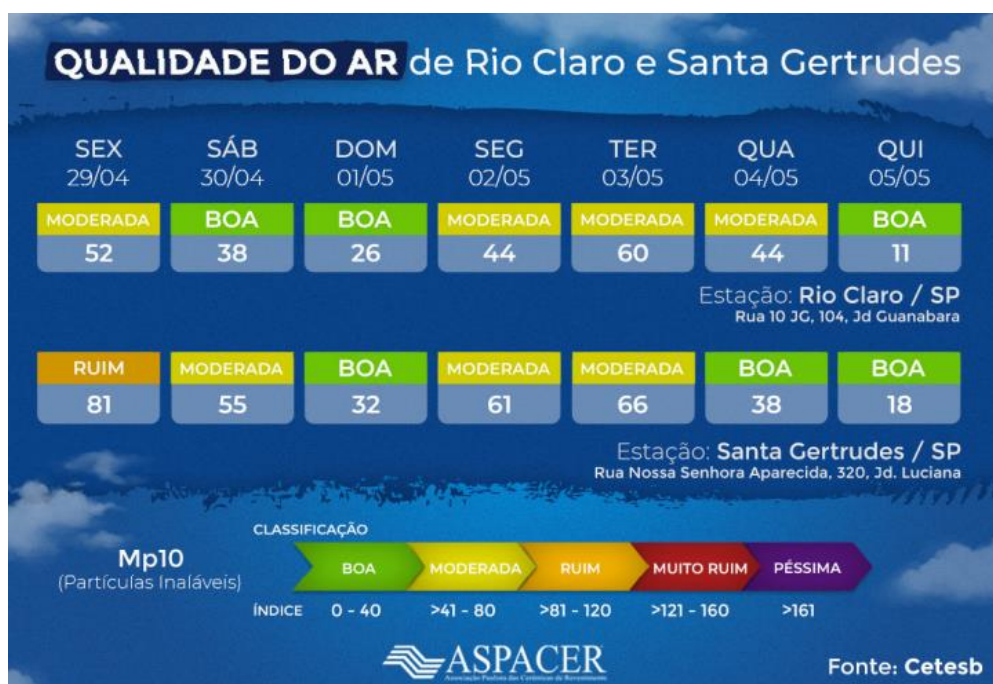


Figura 13. Qualidade do ar de Rio Claro e Santa Gertrudes com base no material particulado - boletim informativo nº 522.

Fonte: ASPACER, 2022.

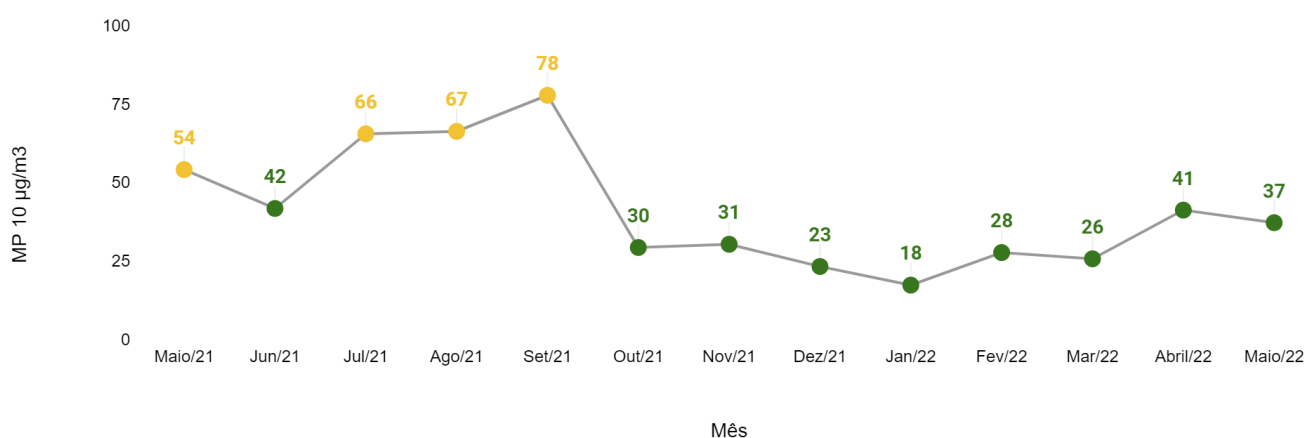
A partir dos dados extraídos da plataforma QUALAR da CETESB, foi possível obter as médias mensais para concentração de MP₁₀ no recorte temporal entre maio de 2021 e maio de 2022, representados na tabela 1 para a estação localizada em Rio Claro/SP. De acordo com a classificação apresentada pela CETESB para índices de qualidade do ar, foram atribuídas cores às médias mensais para a concentração de material particulado, onde a cor verde refere-se ao índice de qualidade do ar “boa” e amarela refere-se a “moderada”. Feito isso, construiu-se o gráfico 1 para comparação dos valores ao longo dos meses.

Tabela 1. Médias mensais com atribuição de cores para valores de concentração de material particulado MP₁₀ da estação de Rio Claro/SP.

Mês	MP ₁₀ µg/m ³
Maio/21	54
Jun/21	42
Jul/21	66
Ago/21	67
Set/21	78
Out/21	30
Nov/21	31
Dez/21	23
Jan/22	18
Fev/22	28
Mar/22	26
Abril/22	41
Maio/22	37

Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 1. Comparativo mensal com atribuição de cores de acordo com a classificação do índice da qualidade do ar para concentração de materiais particulados MP₁₀ obtidos pela estação de Rio Claro/SP.



Fonte: elaborado pelo autor.

A mesma análise foi realizada para os dados obtidos da estação localizada em Santa Gertrudes/SP, na tabela 2 é possível observar os valores obtidos para as médias mensais da concentração de material particulado MP₁₀, atrelada às cores de acordo com a classificação previamente definida. No gráfico 2, nota-se que apresenta o

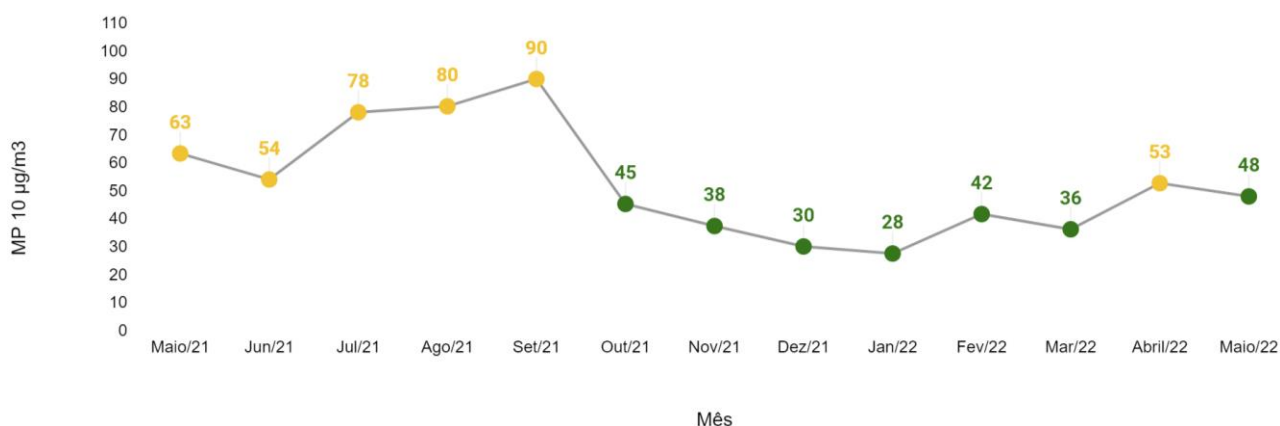
mesmo comportamento do gráfico 1, onde nos meses de Maio a Setembro os valores são mais elevados e decaem nos meses de Outubro a Março.

Tabela 2. Médias mensais com atribuição de cores para valores de concentração de material particulado MP₁₀ da estação de Santa Gertrudes/SP.

Mês	MP ₁₀ µg/m ³
Maio/21	63
Jun/21	54
Jul/21	78
Ago/21	80
Set/21	90
Out/21	45
Nov/21	38
Dez/21	30
Jan/22	28
Fev/22	42
Mar/22	36
Abril/22	53
Maio/22	48

Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 2. Comparativo mensal com atribuição de cores de acordo com a classificação do índice da qualidade do ar para concentração de materiais particulados MP₁₀ obtidos pela estação de Santa Gertrudes/SP.



Fonte: elaborado pelo autor.

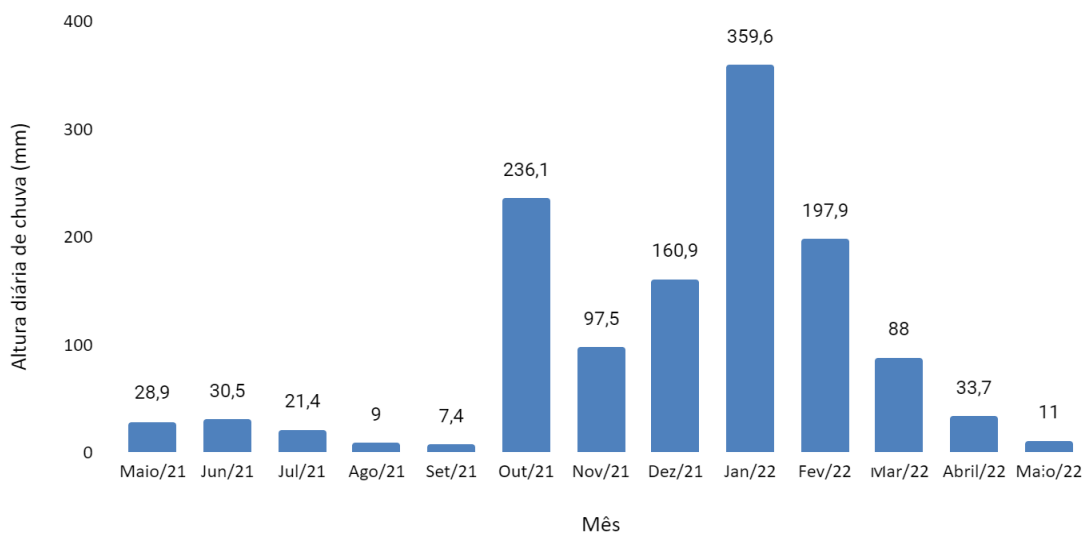
Com os dados obtidos pela Estação Meteorológica do Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA/IGCE/UNESP) dispostos na tabela 3, elaborou-se o gráfico 3 para comparativo e análise das precipitações mensais.

Tabela 3. Precipitações mensais no período de Maio de 2021 a Maio de 2022.

Mês	Altura diária de chuva (mm)
Maio/21	28,9
Jun/21	30,5
Jul/21	21,4
Ago/21	9,0
Set/21	7,4
Out/21	236,1
Nov/21	97,5
Dez/21	160,9
Jan/22	359,6
Fev/22	197,9
Mar/22	88,0
Abril/22	33,7
Maio/22	11,0

Fonte: CEAPLA/IGCE - UNESP, 2022.

Gráfico 3. Comparativo das precipitações mensais entre maio de 2021 a maio de 2022.

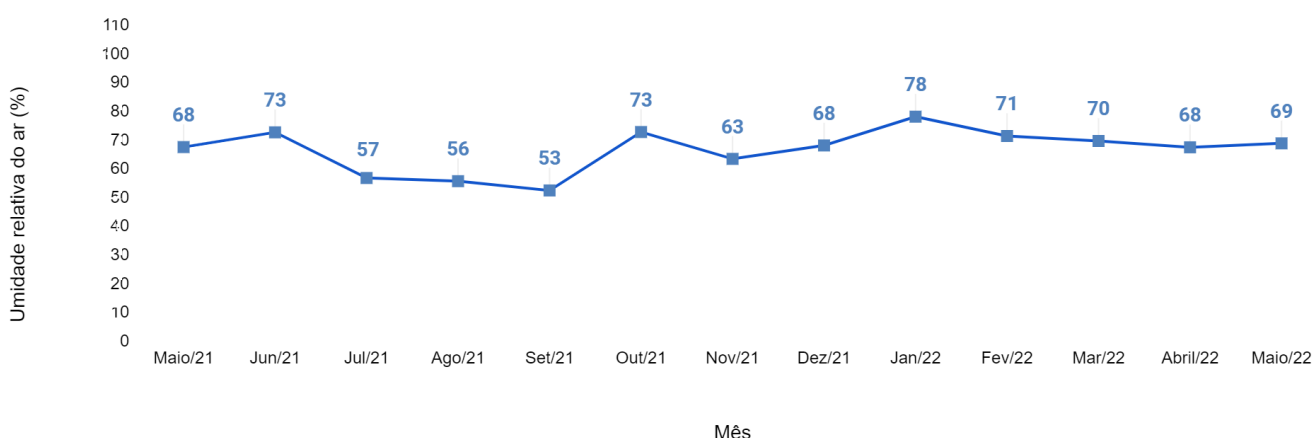


Fonte: elaborado pelo autor.

Assim, foi possível observar que nos meses de Julho, Agosto e Setembro, sendo considerados os meses de menores precipitações, a concentração de material particulado MP₁₀ na atmosfera apresenta-se mais elevada, resultando em valores de qualidade “moderada”. Enquanto que nos meses com maiores índices de precipitação, Outubro, Novembro, Dezembro, Janeiro, Fevereiro e Março, o índice de material particulado MP₁₀ na atmosfera reduz, proporcionando valores de qualidade do ar “boa”. Ainda torna-se possível avaliar que no mês mais chuvoso (Janeiro), foi a menor concentração de MP₁₀, enquanto que no mês mais seco (Setembro), foi a maior concentração de MP₁₀. Assim, nos baixos índices de precipitação, as partículas permanecem suspensas durante maior período de tempo no ar.

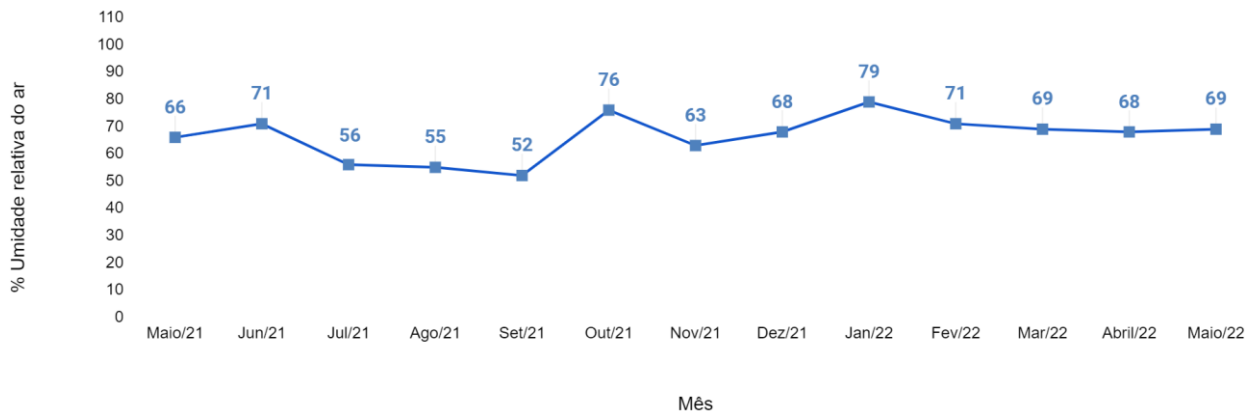
Para a variável da umidade relativa do ar, com a extração dos dados da base QUALAR - CETESB, foram calculadas as médias mensais e elaborado os gráficos 4 e 5 apresentando a variação ao longo dos meses para Rio Claro e Santa Gertrudes respectivamente. Além disso, realizou-se os mesmos cálculos para as variáveis de temperatura e velocidade dos ventos para ambos os municípios, representados nos gráficos 6, 7, 8 e 9.

Gráfico 4. % da umidade relativa do ar para a cidade de Rio Claro de maio de 2021 a maio de 2022.



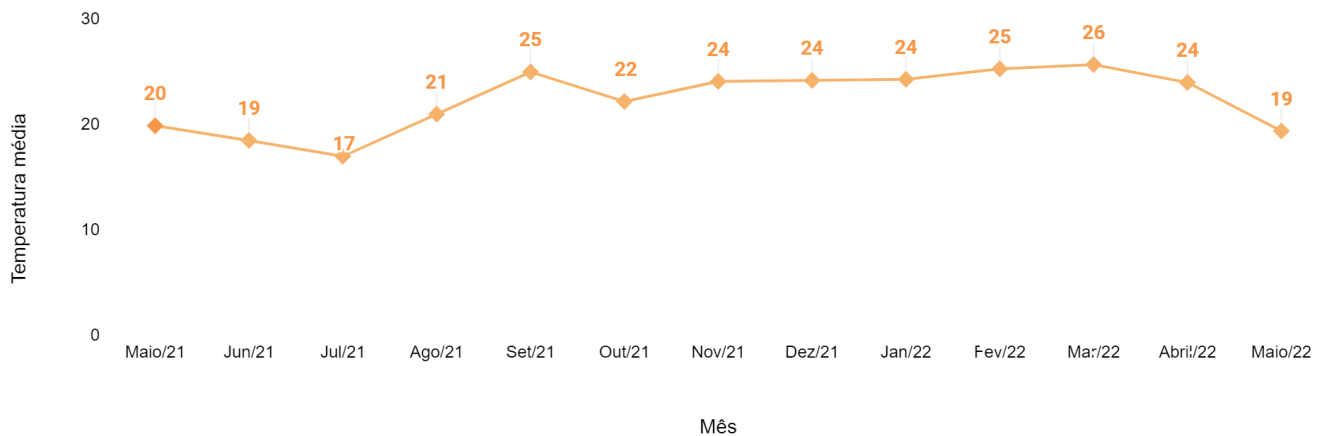
Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 5. % da umidade relativa do ar para a cidade de Santa Gertrudes de maio de 2021 a maio de 2022.



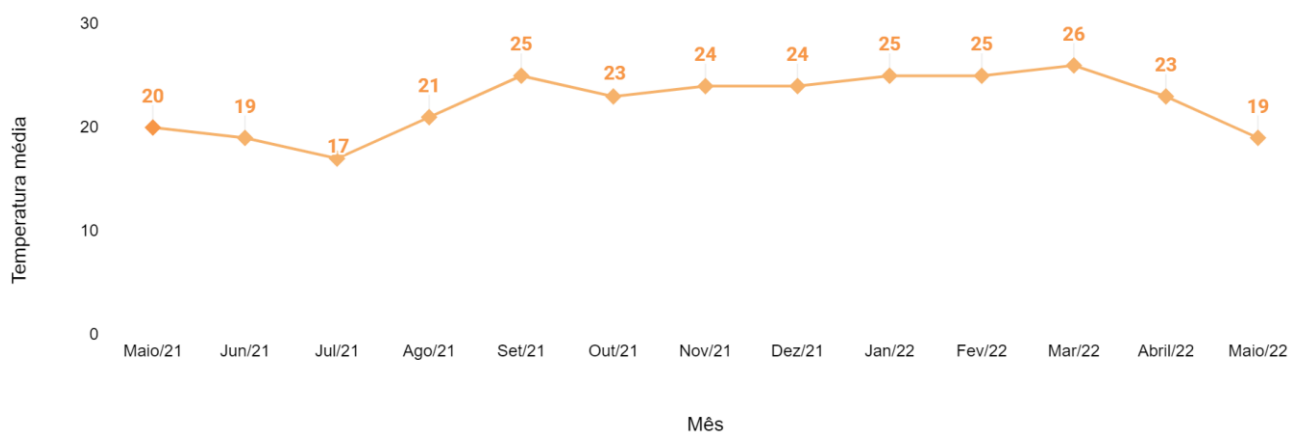
Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 6. Temperatura média mensal para a cidade de Rio Claro de maio de 2021 a maio de 2022.



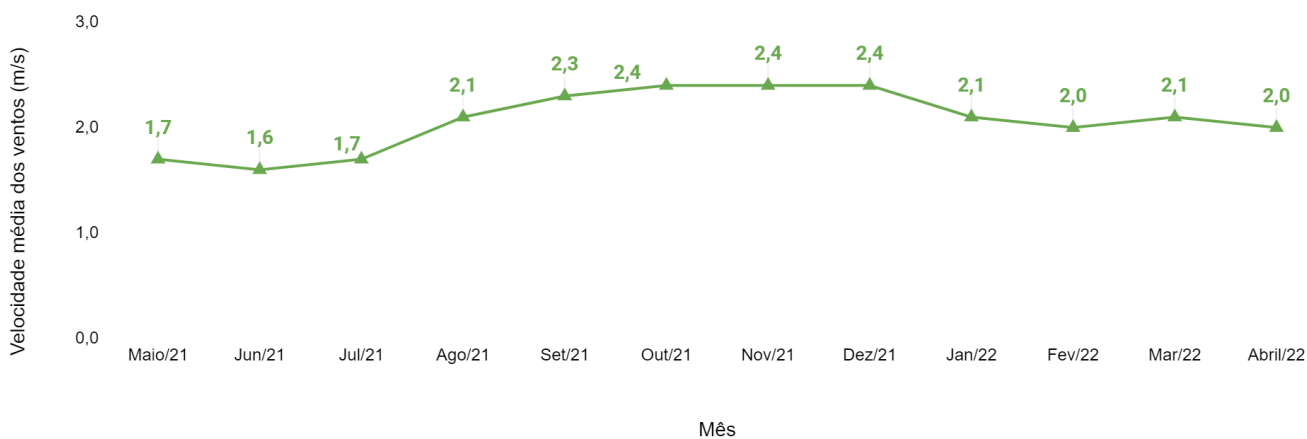
Fonte: elaborado pelo autor

Gráfico 7. Temperatura média mensal para a cidade de Santa Gertrudes de maio de 2021 a maio de 2022.



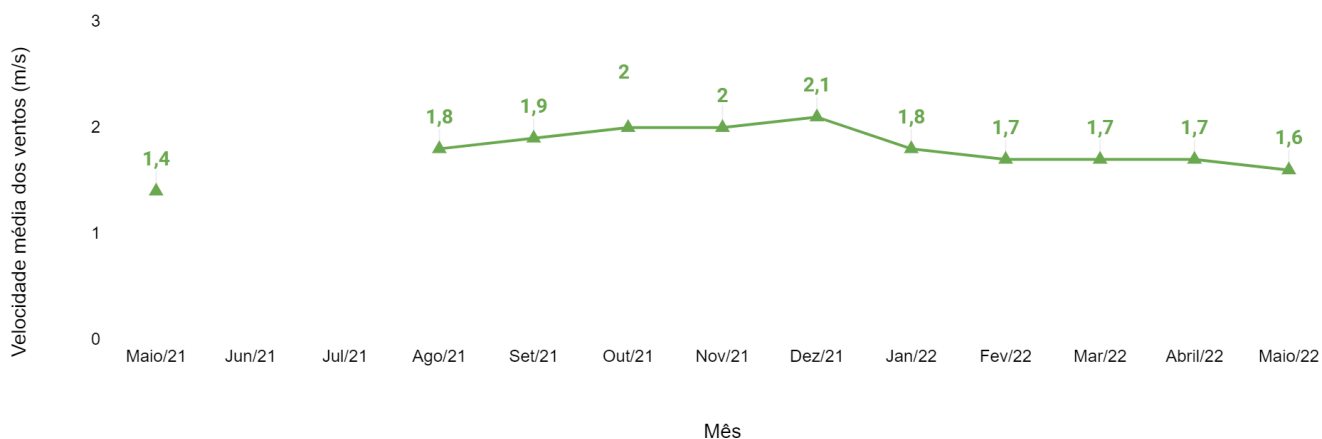
Fonte: elaborado pelo autor

Gráfico 8. Velocidade média dos ventos para a cidade de Rio Claro de maio de 2021 a maio de 2022.



Fonte: elaborado pelo autor

Gráfico 9. Velocidade média dos ventos para a cidade de Santa Gertrudes de maio de 2021 a maio de 2022. *Valores não disponíveis para os meses de Junho/21 e Julho/21.



Fonte: elaborado pelo autor

Para uma análise mais fidedigna das influências exercidas pelas variáveis meteorológicas na concentração de material particulado em suspensão, realizou-se o cálculo a partir da correlação do coeficiente de Pearson.

5.2 Correlação de Pearson

De acordo com FIGUEIREDO FILHO e SILVA JÚNIOR (2009), o coeficiente da correlação de Pearson demonstra o grau de relação e associação linear entre duas variáveis. O seu índice varia de -1 a 1, assim, quando for positivo, indica que as duas variáveis se relacionam e aumentam progressivamente e, quando for negativo, representa que uma variável diminui e a outra aumenta. Na tabela 4 abaixo é possível analisar os coeficientes e sua força, tanto para valores positivos quanto para negativos.

Tabela 4. Coeficientes da correlação de Pearson e a força que correlacionam.

Coeficiente (r)	Força
0,1 - 0,3	Fraca
0,4 - 0,6	Média
0,7 - 1,0	Forte

Fonte: elaborado pelo autor, com base em Dancey e Reidy (2005)

Assim, foram calculados, utilizando o software e fórmula do Excel, os coeficientes de Pearson da concentração de material particulado relacionados a precipitação, temperatura, velocidade dos ventos e umidade relativa do ar, obtidos na tabela 5 abaixo.

Tabela 5. Coeficiente de Pearson da correlação entre MP10 e variáveis meteorológicas.

Coeficiente de Pearson (r)	Variável meteorológica	Município
-0,83	Umidade relativa do ar	Santa Gertrudes
-0,21	Velocidade do vento	Santa Gertrudes
-0,45	Temperatura	Santa Gertrudes
-0,42	Temperatura	Rio Claro
-0,29	Velocidade do vento	Rio Claro
-0,73	Precipitação	Rio Claro
-0,87	Umidade relativa do ar	Rio Claro

Fonte: elaborado pelo autor.

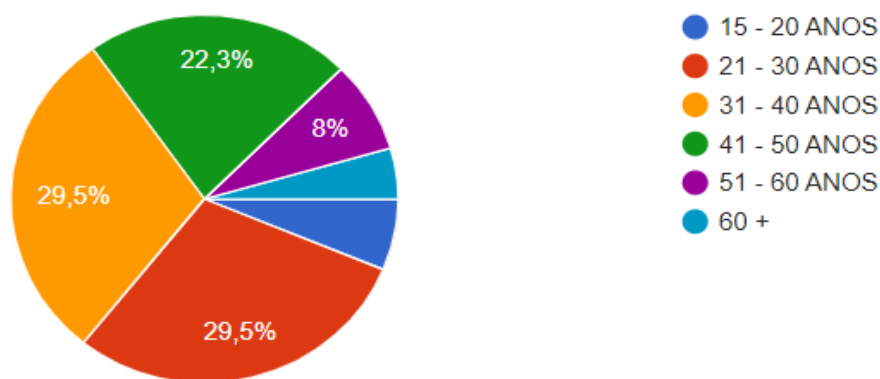
Embora seja possível visualizar graficamente a correlação das concentrações de material particulado e as variáveis meteorológicas, ao realizar os cálculos do coeficiente de Pearson, comprova-se a influência dessas variáveis na concentração de MP₁₀. Assim, verifica-se que a umidade relativa do ar e as chuvas exercem forte influência sobre o poluente MP₁₀ e, como apresenta valor negativo, conclui-se que conforme diminui a umidade relativa do ar e o índice pluviométrico, maior será a concentração de MP₁₀, comprovando o fato observado nos gráficos, pois nos meses com menores valores de umidade relativa do ar e precipitações, maior foi a concentração de MP₁₀ e vice-versa. Conclui-se que a precipitação faz-se de extrema importância para reduzir os materiais particulados em suspensão, visto que parte das partículas de MP₁₀ são integradas à água da chuva.

Embora contribuam para a dispersão do material particulado na atmosfera, para os dados coletados, a velocidade do vento exerceu fraca influência na dispersão de MP₁₀, nesse caso, indicando pouca relação entre a variável meteorológica e o poluente. Quanto à temperatura, houve média influência para a contribuição de material particulado na atmosfera.

5.3 Avaliação da percepção da população sobre a qualidade do ar

Foram entrevistadas 112 pessoas de diferentes faixas etárias conforme gráfico 10, das quais 29,5% compreendem a faixa dos 21 a 30 anos, 29,5% a faixa dos 31 a 40 anos e 22,3% a faixa dos 41 a 50 anos. Os entrevistados que se enquadram na faixa etária de 15 a 20 anos representam 6,3% e as faixas etárias entre 51 a 60 e mais de 60 anos representam 8% e 4,5% respectivamente. Assim, pode-se avaliar os efeitos adversos da poluição atmosférica nas mais variadas idades.

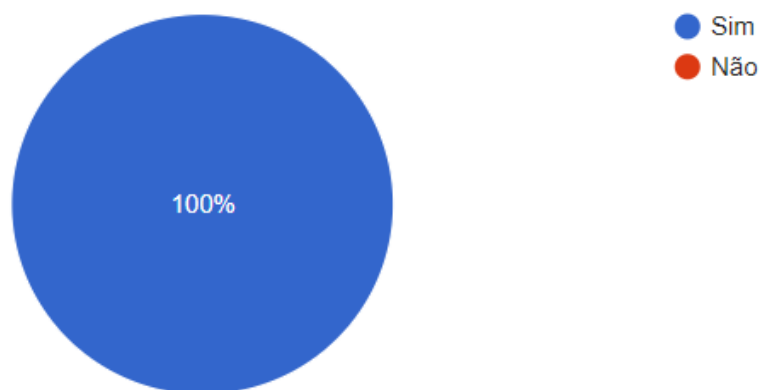
Gráfico 10. Porcentagem da faixa etária dos entrevistados.



Fonte: elaborado pelo autor.

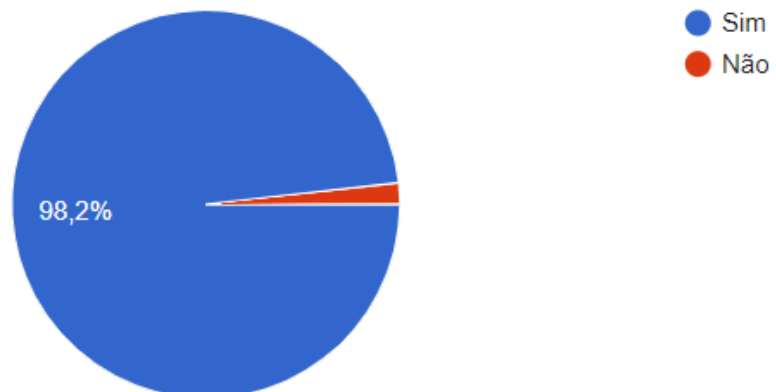
A fim de contextualizar o tema de estudo, foram abordadas questões como a interferência da qualidade do ar na saúde humana, e se a produtividade do setor cerâmico deve estar aliada com a sustentabilidade ambiental, conforme ilustrado nos gráficos 11 e 12. Dos entrevistados, 98,2% acreditam que a indústria cerâmica deveria associar a produtividade com medidas de preservação à natureza, ou seja, utilizar de forma racional e sustentável os recursos naturais e 100% dos entrevistados concordam que a qualidade do ar que respiram afeta a saúde.

Gráfico 11. Resultados obtidos referente à questão da interferência da qualidade do ar na saúde da população.



Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 12. Resultados obtidos sobre o setor cerâmico associar a produtividade a medidas sustentáveis.



Fonte: elaborado pelo autor.

A emissão de material particulado na atmosfera provoca efeitos adversos na saúde humana e para avaliação dos principais sintomas enfrentados pela população em épocas com baixo índice pluviométrico, baixa umidade do ar e alto índice de poeira, obteve-se os resultados representados no gráfico 13 abaixo. As principais queixas são referentes a nariz e garganta secos, seguidos por tosse. Além disso, nessas condições observa-se também irritações nos olhos e o aumento de doenças respiratórias como

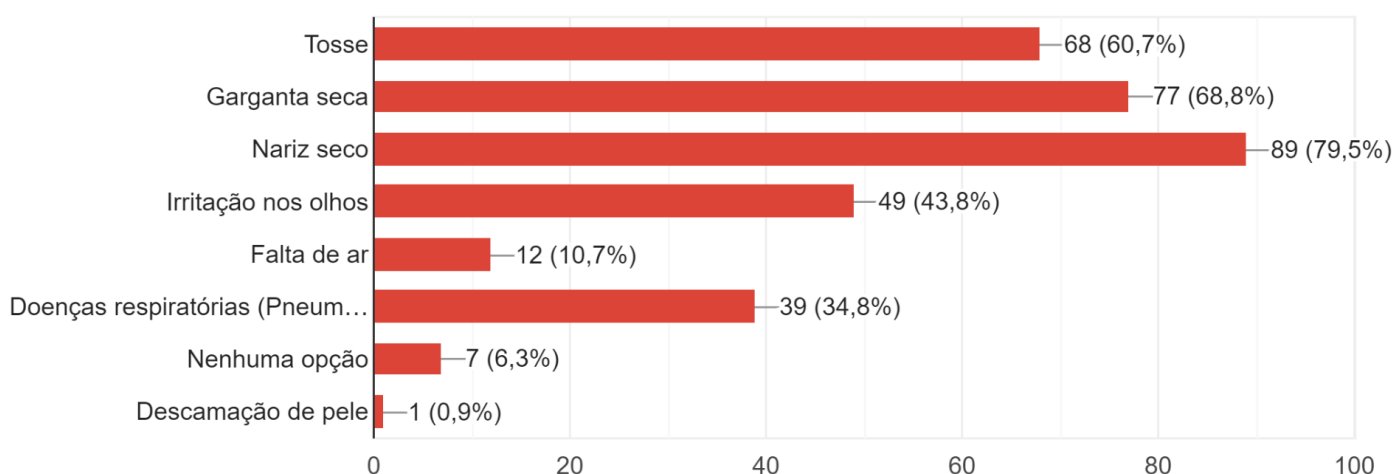
pneumonia, asma, tuberculose, bronquite, rinite entre outras. Algumas pessoas entrevistadas relataram também a falta de ar e descamação da pele.

Por fim, realizou-se o questionamento se medidas mitigadoras como a umidificação das vias não-pavimentadas de transporte de argila e a limpeza dos caminhões que realizam o carregamento dessa matéria-prima seriam formas de proporcionar melhora na qualidade do ar, sendo esses resultados representados no gráfico 14, onde 92% da amostra populacional concorda que se tratam ações amenizadoras.

Ademais, os entrevistados puderam expor suas opiniões a respeito do assunto, sendo que, destacaram a importância e enfoque do tema e como o setor cerâmico deve aliar a produtividade com o meio ambiente e a saúde dos seus funcionários, além de adotar medidas mitigadoras na etapa de extração da argila e durante o processo industrial cerâmico.

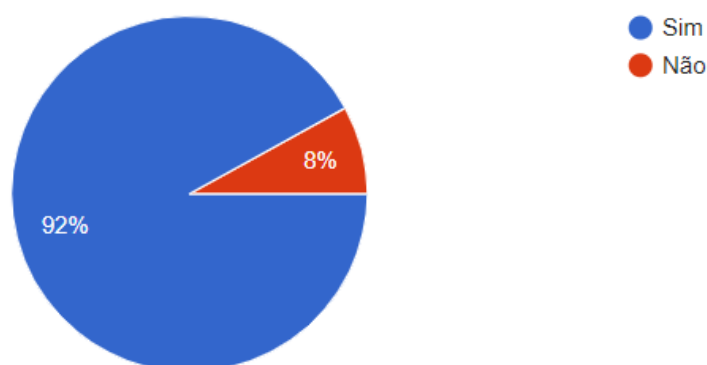
Porém, é de grande relevância destacar que a região também apresenta-se muito forte na plantação e indústria de cana-de-açúcar, nas quais ocorrem alto índice de atividades de colheita e transporte, contribuindo para a elevação de material particulado na atmosfera.

Gráfico 13. Principais sintomas enfrentados pela população entrevistada em épocas com baixa umidade do ar e alto índice de poeira.



Fonte: elaborado pelo autor.

Gráfico 14. Avaliação em relação a efetividade de medidas mitigadoras como umectação das vias não-pavimentadas e caminhões responsáveis pelo transporte de argila.



Fonte: elaborado pelo autor.

5.3 Resultado da análise da responsabilidade do setor industrial cerâmico

Em debates com responsáveis pela gestão e consultoria ambiental de algumas cerâmicas do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, pode-se confirmar o conceito visto em teoria, o qual devem ser realizados diversos projetos e estudos para obter as licenças (prévia, instalação e operação), tanto para as cerâmicas quanto para as mineradoras. No caso de descumprimento de responsabilidades ambientais, ocorrerão impactos no momento de solicitação na renovação da licença de operação, porém, as cerâmicas devem estar em regularidade das exigências técnicas ambientais, visto que estão passíveis de fiscalização e autuação. O setor cerâmico tem investido esforços e tomado providências em relação à qualidade do ar, conforme exigências do Plano de Redução de Fontes Estacionárias (PREFE).

O PREFE foi elaborado no ano de 2014 e em 2021 passou por revisões e atualizações, e tem como objetivo a adoção de medidas e ações para se cumprir os padrões da qualidade do ar estabelecidos para cada região do Estado de São Paulo, reduzindo as emissões proporcionalmente a quantidade de fontes estacionárias existentes no empreendimento. Assim, o seu funcionamento decorre do fornecimento de informações da empresa cerâmica à CETESB por meio do preenchimento de

planilha eletrônica de dados cadastrais e das fontes estacionárias poluentes vigentes no empreendimento, conforme exemplo das figura 14 e 15, sendo a planilha apresentada na íntegra no anexo A. Diante disso, na folha de dados cadastrais deve ser inseridas informações a respeito da empresa, do responsável pelo preenchimento e qual a principal atividade, sendo que essas podem ser produção de pisos cerâmicos, extração de argila e secagem. Além disso, devem ser informados dados sobre o número da licença de operação (LO), data de vencimento e se já está no período de renovação da mesma.

Assim, realiza-se o preenchimento dos aspectos das chaminés existentes e de armazenamento, sendo que em relação ao armazenamento e transporte de argila deve-se indicar se a argila é estocada a céu aberto ou em galpões e informações a respeito dos veículos e equipamentos responsáveis por realizar o transporte da matéria-prima.

Após o preenchimento dos dados cadastrais, cada ficha representada na figura 15, apresentada na íntegra no anexo A, refere-se a 1 fonte estacionária, na qual deverá ser informado o tipo de fonte e combustível, qual sua finalidade e o tempo de funcionamento. De acordo com cada seleção do combustível, sendo as opções: GLP, gás natural, óleo diesel, óleo combustível e sem queima de combustível, as lacunas vão sendo liberadas para preenchimento de informações necessárias àquele item.

DADOS CADASTRAIS

Razão Social:

Endereço:

Município: UF: SP Nome do Responsável pelo preenchimento:

Telefone: Ramal: e-mail:

Número da Licença de Operação Vigente: Data do vencimento: / / Processo:

Atividade principal: **Selecione uma opção** Está em período de renovação da L.O.? SIM NÃO

Passou por alteração no processo produtivo, incluindo ampliação nos últimos 05 anos? SIM NÃO

Há processos de licenciamento em andamento? SIM NÃO

Possui Estudo de Dispersão Atmosférica já apresentado à CETESB? SIM NÃO

DADOS DE CHAMINÉ

Identificação da Chaminé	Fontes de poluição com emissão direcionadas a chaminé	Altura (m)	Diâmetro interno (m)	Coordenada UTM-N (m)	Coordenada UTM-E (m)	Vazão (Nm ³ /h)

DADOS DE ARMAZENAMENTO

Tanque de armazenamento	Produto armazenado	Tipo	Teto	Movimentação anual (m ³ /ano)

ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE ARGILA

Estocagem de argila:

- A céu aberto
- Em galpão

Transporte de argila:

- Próprio
- Terceiros

Veículos possuem cobertura com lona

Pátio de carga e descarga pavimentados?

- SIM
- NÃO

As esteiras de transporte da área de beneficiamento são:

- Enclausuradas
- Enclausuradas com bandeja
- Abertas
- Enclausuradas somente nos pontos de transferência

Figura 14. Ficha de dados cadastrais do Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias.

Fonte: PREFE - CETESB, 2021.

COMBUSTÍVEL: Selecione uma opção	
Identificação da Fonte:	TAG:
Local (utilidades ou qual setor produtivo):	

MOINHO	

AQUECEDOR DE FLUÍDO TÉRMICO	

FORNO	

SECADOR	

GERADOR DE ENERGIA	

OUTRO	

Funcionamento:	dias/mês horas/dia
Produção Sazonal:	SIM NÃO

Figura 15. Ficha de dados das fontes do Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias.

Fonte: PREFE - CETESB, 2021.

5.4 Redução da poluição atmosférica

Mediante aos estudos apresentados, diversas ações mitigadoras estão sendo realizadas para diminuir os efeitos da poluição atmosférica proveniente da atividade do setor cerâmico, como por exemplo, implantação de cortina vegetal nas áreas mineradoras, umectação das principais áreas e vias não-pavimentadas de transporte e carregamento da argila, além da cobertura com lona, escapamento virado para cima e limpeza dos caminhões e veículos responsáveis por realizarem o transporte. Recentemente, foram investidos diversos recursos para pavimentação das principais vias (Fazenda Itaúna, Fazenda Campo do Cocho e Fazenda Goiapá), sendo que na via de Itaúna o serviço já foi iniciado. Além do mais, o Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias - PREFE tem como intuito a redução de emissão de poluentes na atmosfera.

O Termo de Compromisso firmado entre a ASPACER e a CETESB, visa a implantação até o final do ano de 2024 tecnologia alternativa para secagem de argila, evitando assim, que a mesma seja realizada a céu aberto. Por isso, iniciou-se o plano

de contingência, adotando formas de medidas mitigadoras enquanto as novas tecnologias de secagem não são implantadas.

6 Considerações finais

Diante do exposto, foi possível analisar a qualidade do ar atmosférico e os danos ambientais percebidos pela comunidade local provenientes da atividade de produção cerâmica do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes.

A compreensão de todo o processo produtivo do setor cerâmico, desde a extração, transporte e pré-beneficiamento da matéria-prima até a produção do produto final foram de suma importância para avaliar que as principais etapas emissoras de material particulado MP_{10} são atreladas não só a extração e secagem ao ar livre, mas também durante o carregamento e transporte da argila. Além disso, observa-se que o problema da poluição atmosférica vinculada ao setor cerâmico não é recente e perdura há alguns anos, sendo a qualidade do ar da região considerada mais de uma vez a pior do estado de São Paulo. Por isso, se faz necessário a adoção de medidas mitigadoras e planos de contenção e redução da emissão de material particulado na atmosfera.

Os principais pontos levantados pela população como a principal queixa em épocas mais secas e alto índice de poeira no ar, são os sintomas respiratórios enfrentados nas diferentes faixas etárias. Ademais, observam-se diversas ocorrências nesse mesmo período como poluição visual no Polo Cerâmico de Santa Gertrudes e o acúmulo de poeira nas residências dos moradores da região.

Foi possível correlacionar as variáveis meteorológicas, como os índices pluviométricos, umidade relativa do ar, temperatura e velocidade dos ventos com a concentração de material particulado, visto que os maiores índices de MP_{10} ocorreram em épocas de baixos valores de chuva e umidade relativa do ar, sendo essas variáveis, que de acordo com o coeficiente de Pearson, são as que exercem forte influência. Assim, observa-se as variações constantes da qualidade do ar em períodos mais secos e menos chuvosos, no qual o material particulado permanece em suspensão na atmosfera durante maior tempo.

ANEXO A

DADOS CADASTRAIS

Razão Social:

Endereço:

Município:

UF: SP

Nome do Responsável
pelo preenchimento:

Telefone:

Ramal:

e-mail:

Número da Licença
de Operação Vigente:

Data do vencimento:

/ /

Processo:

Atividade principal:

Selecione uma opção

Está em período de renovação da L.O.?

SIM

NÃO

Passou por alteração no processo produtivo,
incluindo ampliação nos últimos 05 anos?

SIM

NÃO

Há processos de licenciamento
em andamento?

SIM

NÃO

Possui Estudo de Dispersão Atmosférica
já apresentado à CETESB?

SIM

NÃO

DADOS DE CHAMINÉ

Identificação da Chaminé	Fontes de poluição com emissão direcionadas a chaminé	Altura (m)	Diâmetro interno (m)	Coordenada UTM-N (m)	Coordenada UTM-E (m)	Vazão (Nm ³ /h)

DADOS DE ARMAZENAMENTO

Tanque de armazenamento	Produto armazenado	Tipo	Teto	Movimentação anual (m ³ /ano)
-------------------------	--------------------	------	------	---

ARMAZENAMENTO E TRANSPORTE DE ARGILA

Estocagem de argila:

- A céu aberto
- Em galpão

Transporte de argila:

- Próprio
- Terceiros
- Veículos possuem cobertura com lona

Pátio de carga e descarga pavimentados?

- SIM
- NÃO

As esteiras de transporte da área de beneficiamento são:

- Enclausuradas
- Enclausuradas com bandeja
- Abertas
- Enclausuradas somente nos pontos de transferência

COMBUSTÍVEL:

Selecione uma opção

Identificação
da Fonte:

TAG:

Local (utilidades ou qual
setor produtivo):

MOINHO

AQUECEDOR DE FLUÍDO
TÉRMICO

FORNO

SECADOR

GERADOR DE ENERGIA

OUTRO

Funcionamento:

dias/mês

horas/dia

Produção Sazonal:

SIM

NÃO

COMBUSTÃO

- Medidor de combustível de forma individualizada
- Pré-aquecimento do gás de combustão
- Queimador tipo LowNox
- Recirculação dos gases de combustão
- Controle da mistura ar/combustível

MONITOR CONTÍNUO DE OPERAÇÃO

- Temperatura no interior do equipamento
- Temperatura de saída dos gases
- Produção
- Pressão
- Teor de O2 na chaminé (%)
- CO na chaminé (ppm)

MONITOR CONTÍNUO DE EMISSÃO

- SOx
- NOx
- HCT
- MP
- OUTROS PARÂMETROS. QUAIS?

EMISSÕES

P O L U E N T E	MP	Estimado Amostrado
	SOx	Estimado Amostrado
	NOx	Estimado Amostrado
	HCNM	Estimado Amostrado
	Fluoretos Totais	Estimado Amostrado

Ciclone

Filtro de Tecido

Lavador de Gases

Precipitador Eletrostático

Torre de Adsorção

Sistema Catalítico

OBSERVAÇÕES GERAIS:

Empty text box for general observations.

NÃO ULTRAPASSAR OS LIMITES DA CAIXA DE TEXTO.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABCERAM. Associação Brasileira de Cerâmica. Disponível em: <<http://abceram.org.br/>>. Acesso em: 11 de março de 2022.

ANFACER. Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/>>. Acesso em: 11 de março de 2022.

ASPACER. Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento. Disponível em: <<http://www.aspacer.com.br/>>. Acesso em: 10 de março de 2022.

ASPACER. Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento. **Novo trecho de vicinais em Santa Gertrudes será asfaltado.** Disponível em: <<https://www.aspacer.com.br/2022/05/20/novo-trecho-de-vicinais-em-santa-gertrudes-sera-asfaltado/>>. Acesso em: 21 de maio de 2022.

ASPACER. Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento. **Boletim informativo.** Disponível em: <<https://www.aspacer.com.br/boletim-informativo/>>. Acesso em 15 de maio de 2022.

BNDES. Banco Nacional do Desenvolvimento Econômico e Social. **Informe Setorial da Área Industrial,** n. 26, nov. 2013. Disponível em: <https://web.bndes.gov.br/bib/jspui/bitstream/1408/1884/2/InformeSetorial-AI_n.26%2c%20nov.2013_final.pdf>. Acesso em: 19 de março de 2022.

CERAMIC WORLD REVIEW - Technology News Markets nº 142/2021. Disponível em: <<https://www.ceramicworldweb.it/file/Home/cww/pdf/cwr/2021/cwr-142-2021.pdf>>. Acesso em: 05 de março de 2022.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 10 de março de 2022.

CETESB. **Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias - PREFE.** Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/plano-de-reducao-de-emissao-de-fontes-estacionarias-prefe>>. Acesso em 25 de maio de 2022.

CETESB. **Plano de Redução de Emissão de Fontes Estacionárias - PREFE,** 2014. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2015/09/PREFE_2014.pdf>. Acesso em 24 de maio de 2022.

CETESB. **Relatório de qualidade do ar no Estado de São Paulo, 2020.** Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/ar/wp-content/uploads/sites/28/2021/05/Relatorio-de-Qualidade-do-Ar-no-Estado-de-Sao-Paulo-2020.pdf>>. Acesso em 25 de maio de 2022.

CHRISTOFOLETTI, S. R.; MORENO, M. M. T. Sustentabilidade da Mineração no Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes, São Paulo – Brasil. **Cerâmica Industrial,** 2011. Disponível em: <<https://ceramicaindustrial.org.br/article/587657487f8c9d6e028b47aa/pdf/ci-16-3->

[587657487f8c9d6e028b47aa.pdf](#)>. Acesso em: 14 de março de 2022.

CHRISTOFOLETTI, S. R. **Um modelo de classificação geológico-tecnológica das argilas da Formação Corumbataí utilizadas nas indústrias do Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes**. 2003. 307 f. Tese (Doutorado em Geociências)-Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2003. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/103024>>. Acesso em: 20 de maio de 2022.

CORREIA FILHO. F. L. **Projeto Avaliação de Depósitos Minerais para a Construção Civil PI/MA**. Teresina: CPRM, 1997. v.1. Disponível em: <<https://rigeo.cprm.gov.br/handle/doc/9053>>. Acesso em: 29 de março de 2022.

DANCEY, C.; REIDY, J. **Estatística Sem Matemática para Psicologia**, 2006. Disponível em: <https://www.researchgate.net/publication/335613304_Estatistica_sem_matematica_para_psicologia>. Acesso em: 15 de maio de 2022.

DNPM. Normas Reguladoras de Mineração – NRM. Disponível em: <https://www.dnmp-pe.gov.br/Leqisla/nrm_00.php>. Acesso em: 19 de maio de 2022.

FIORILLO, C. A. R. **Curso de direito ambiental brasileiro** - 14. ed. rev., ampl. e atual. em face da Rio+20 e do novo “Código” Florestal — São Paulo : Saraiva, 2013.

FUNDACENTRO. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Manual de controle de poeira no setor de revestimentos cerâmicos**. São Paulo: ASPACER, 2010. Disponível em: <<https://docero.com.br/doc/8sc5nx>>. Acesso em: 15 de maio de 2022.

G1. **Rio Claro e Santa Gertrudes têm o ar mais poluído do Estado**. Maio, 2014. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/2014/05/rio-claro-e-santa-gertrudes-tem-o-ar-mais-poluído-do-estado-diz-cetesb.html>>. Acesso em: 21 de maio de 2022.

G1. **Santa Gertrudes é a cidade com o ar mais poluído do estado de SP**. Junho, 2018. Disponível em: <<https://g1.globo.com/sp/sao-carlos-regiao/noticia/santa-gertrudes-e-a-cidade-com-o-ar-mais-poluído-do-estado-de-sp-aponta-a-cetesb.ghtml>>. Acesso em: 21 de maio de 2022.

MECHI, Andréa; SANCHES, Djalma Luiz. **Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo**. São Paulo, 2010. Disponível em <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142010000100016&lng=en&nrm=iso>. Acesso em 19 de abril de 2022.

MME; Bird – Ministério de Minas e Energia; Banco Internacional para a Reconstrução e Desenvolvimento. **Cadeia da Cerâmica de Revestimento**. Relatório Técnico n. 69, ago. 2009. Disponível em: <http://antigo.mme.gov.br/documents/36108/449811/P43_RT69_Perfil_da_Cerxmica_d_e_Revestimento.pdf/fec2dc02-20f2-15c3-b9ce-16e610689cd9?version=1.0>. Acesso em: 16 de abril de 2022.

FIEMG (Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais); FEAM (Fundação Estadual de Meio Ambiente). **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica Vermelha.** Belo Horizonte, 2013. Disponível em: <http://www.feam.br/images/stories/producao_sustentavel/GUIAS_TECNICOS_AMBIE_NTAIS/guia_ceramica.pdf>. Acesso em: 15 de abril de 2022.

RODRIGUES, M. A. **Direito ambiental esquematizado** – 5. ed. – São Paulo : Saraiva Educação, 2018.

ROIKO, C. G.; GIUSTI, G.; TOGAWA, L. Y.; SILVA, D. A. L.; TADANO, Y. S. Avaliação de impacto do ciclo de vida: fatores de efeito para material particulado. **Revista Gestão Industrial**, 2019. Disponível em: <https://periodicos.utfpr.edu.br/revistagi/article/view/11881/7261>. Acesso em: 01 de maio de 2022.

SIMA; Secretária de Infraestrutura e Meio Ambiente. **ASPACER FIRMA COMPROMISSO COM SIMA E CETESB PARA DIMINUIR POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA PELO SETOR DE CERÂMICA**, 2022. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/2022/02/aspacer-firma-compromisso-com-sima-e-cetesb-para-diminuir-poluicao-atmosferica-pelo-setor-de-ceramica/>>. Acesso em: 02 de maio de 2022.

SOUSA; J. B. Aspectos ambientais e sustentáveis de APL de base mineral - **Atuação da CETESB nas principais questões ambientais do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes.** Outubro, 2016. Disponível em: <<https://docplayer.com.br/62530568-Aspectos-ambientais-e-sustentaveis-de-apl-de-base-mineral.html>>. Acesso em 15 de maio de 2022.