

Trabalho de Graduação

Curso de Graduação em Geografia

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO DISTRITO DE ASSISTÊNCIA, RIO CLARO/SP: reflexo do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes/SP

Kaike Gregório Cardoso

Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher

Rio Claro (SP)

2017

UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
Instituto de Geociências e Ciências Exatas
Câmpus de Rio Claro

KAIKE GREGÓRIO CARDOSO

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO DISTRITO DE ASSISTÊNCIA, RIO
CLARO/SP: reflexo do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes/SP

Trabalho de Graduação apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas –
Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Rio Claro – SP

2017

628.53 Cardoso, Kaike Gregório
C268p Poluição atmosférica no distrito de Assistência, Rio
Claro/SP : reflexo do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes/SP /
Kaike Gregório Cardoso. - Rio Claro, 2017
62 f. : il., figs., gráfs., tabs., fots., mapas

Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Geografia)
- Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e
Ciências Exatas
Orientador: Andréia Medinilha Pancher

1. Ar - Poluição. 2. Geografia urbana. 3. Indústria
cerâmica. 4. Material particulado. I. Título.

KAIKE GREGÓRIO CARDOSO

POLUIÇÃO ATMOSFÉRICA NO DISTRITO DE ASSISTÊNCIA, RIO
CLARO/SP: reflexo do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes/SP

Trabalho de Graduação apresentado ao
Instituto de Geociências e Ciências Exatas –
Câmpus de Rio Claro, da Universidade
Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, para
obtenção do grau de Bacharel em Geografia.

Comissão Examinadora

Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher (orientadora)

IGCE/UNESP/Rio Claro – SP

Rio Claro, _____ de _____ de _____.

Assinatura do (a) aluno (a)

Assinatura do (a) orientador (a)

Agradecimentos

Agradeço aos meus pais e toda minha família, que sempre me auxiliaram e me deram todo apoio possível nesta jornada acadêmica. Sem vocês eu nunca chegaria onde cheguei.

Agradeço à minha orientadora, Profa. Dra. Andréia Medinilha Pancher, que desde o início de nosso projeto de pesquisa sempre me deu todo suporte necessário para seu desenvolvimento, além de todo aprendizado que levarei para o resto da vida.

Ao Prof. Dr. Diego Correa Maia, que sempre me auxiliou com relação à temática climática e a equipe do CEAPLA, pelo fornecimento dos dados meteorológicos.

À Meyre Oliveira, pela colaboração e conselhos, especialmente no início da elaboração desta pesquisa, o que me levou a escolha do melhor caminho possível para a construção deste trabalho.

À Aline Corazza Corrêa, pela entrevista concedida e a todas as secretárias da Unidade de Saúde da Família, que me trataram com muito carinho e educação.

À minha melhor companheira e amada Lauana, que sempre me deu todo apoio necessário, incentivando e dando sugestões a partir da leitura do trabalho em suas várias fases.

E gostaria de agradecer a todas as pessoas dentro e fora da universidade que me auxiliaram de alguma maneira na construção deste trabalho. Meu muito obrigado a todos vocês!!!

RESUMO

O objetivo deste trabalho foi analisar o impacto da poluição atmosférica, gerada pelas indústrias do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (PCSG), sobre o distrito de Assistência, situado no município de Rio Claro/SP. Dentre os inúmeros impactos ambientais gerados pela produção de pisos e revestimentos, telhas, blocos e tijolos, destaca-se o problema da poluição atmosférica oriunda da grande quantidade de materiais particulados que são liberados em todas as etapas do processo produtivo, incluindo o transporte de argila, principal matéria-prima do setor cerâmico. Para compreensão da dinâmica meteorológica da região, efetuou-se a coleta e interpretação dos dados referentes à temperatura, umidade relativa, precipitação total, pressão atmosférica, direção e velocidade dos ventos, de janeiro de 2016 a julho de 2017, obtidos na Estação Meteorológica do Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA), da UNESP, Câmpus de Rio Claro. Os dados referentes à concentração de material particulado grosseiro (MP₁₀), abrangendo o mesmo período, foram coletados na Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar de Santa Gertrudes e coletados através do Sistema de Informações da Qualidade do Ar (QUALAR) da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB). A revisão bibliográfica, identificação e estudo das partículas liberadas em todo processo produtivo, associada à compreensão da dinâmica meteorológica local, permitiram a identificação das áreas mais impactadas pelo material particulado no distrito de Assistência. Assim, os resultados obtidos nessa pesquisa poderão servir de base aos administradores públicos, a fim de tomar medidas para amenizar a poluição atmosférica que atinge a área de estudo, visando melhorar a qualidade de vida dos moradores de Assistência.

Palavras-chave: Poluição do ar. Indústria cerâmica. Material particulado.

ABSTRACT

The objective of this study was to analyze the impact of atmospheric pollution generated by industries of the Ceramic Pole of Santa Gertrudes (PCSG), in the district of Assistência, located in the municipality of Rio Claro/SP. Among the many environmental impacts generated by the production of floors and coverings, tiles, blocks and bricks, highlights the problem of atmospheric pollution from large amount of particulate materials that are released in all stages of the production process, including the transport of clay, main raw material of ceramic industry. To understand the meteorological dynamics in the region, were performed the collection and interpretation of data regarding temperature, relative humidity, precipitation, atmospheric pressure, direction and speed of winds, from January 2016 to July 2017, obtained in the Meteorological Station of the Center for Analysis and Environmental Planning (CEAPLA) of UNESP, Campus of Rio Claro. The data relating to the concentration of coarse particulate material (MP₁₀), covering the same period, were collected at the Station for Monitoring of Air Quality in Santa Gertrudes and collected through the System of Information of Air Quality (QUALAR) of the Company Environmental of State of São Paulo (CETESB). The literature review, identification and study of the particles released in all production process, associated to the understanding of the local meteorological dynamics, allowed the identification of the areas most impacted by the particulate material in the district of Assistência. Thus, the results obtained in this research can serve as a basis for public administrators, with a view to taking measures to reduce the air pollution that reaches the study area, aiming to improve the quality of life of the residents of Assistência.

Keywords: Air pollution. Ceramic Industry. Particulate material.

LISTA DE FIGURAS

1. Prensa para moldagem do revestimento cerâmico.....	16
2. Secador para retirar o excesso de umidade.....	17
3. Aplicação de engobe no revestimento.....	18
4. Forno horizontal para secagem dos revestimentos cerâmicos.....	19
5. Extensão do forno horizontal.....	19
6. Processo de embalagem das peças.....	20
7. Revestimentos empilhados em pallets e armazenados em galpão.....	21
8. Etapas dos processos produtivos.....	22
9. Localização do distrito de Assistência e uso da terra nos municípios de Rio Claro e Santa Gertrudes/SP (2010)	35
10. Etapas metodológicas.....	37
11 Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA).....	39
12. Estação Meteorológica de Rio Claro/SP.....	39
13. Gráficos das variáveis de janeiro de 2016 a julho de 2017.....	47
14. Equação do Coeficiente de Correlação de Pearson (r).....	50
15. Avisos sobre a presença da mineradora.....	52
16. Zona de mineração para extração de argila.....	53
17. Carregamento de caminhão realizado por retroescavadeira.....	53
18. Caminhões carregados com argila saindo da mineradora.....	54
19. Via de passagem de caminhões com a presença de cana-de-açúcar.....	54

LISTA DE TABELAS

1. População residente nos municípios do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, no período de 1970 a 2016 e Taxa de Crescimento Demográfico.....	12
2. Padrões Estaduais de Qualidade do Ar referentes a MP ₁₀ e MP _{2,5}	29
3. Critérios para episódios críticos de poluição do ar – MP ₁₀ e MP _{2,5}	30
4. Padrões nacionais de qualidade do ar – partículas inaláveis.....	30
5. Critérios para episódios críticos de poluição do ar – partículas inaláveis.....	31
6. Médias mensais de MP ₁₀ em Santa Gertrudes e médias mensais de temperatura, umidade relativa, pressão atmosférica, direção e velocidade dos ventos e precipitação total em Rio Claro (jan. de 2016 a jul. de 2017).....	42
7. Correlação entre os fatores meteorológicos e o MP ₁₀	50

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	10
2 OBJETIVOS.....	14
2.1 Objetivo fundamental.....	14
2.2 Objetivos específicos.....	14
3 REVISÃO DE LITERATURA.....	15
3.1 Processos produtivos da indústria cerâmica de revestimento.....	15
3.1.1 Processo produtivo da indústria cerâmica vermelha.....	23
3.2 Normas para atividades de mineração.....	24
3.3 Impactos causados pela atividade cerâmica e pelo plantio da cana-de-açúcar: ênfase à poluição atmosférica.....	26
3.4 Material particulado.....	28
3.5 Padrões e índices de qualidade do ar.....	29
3.6 Influência meteorológica sobre a poluição atmosférica.....	32
4 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO.....	33
5 METODOLOGIA.....	36
5.1 Levantamento bibliográfico.....	38
5.2 Organização da base cartográfica.....	38
5.3 Elaboração do mapa de localização das indústrias cerâmicas e das áreas de mineração.....	38
5.4 Levantamento dos dados meteorológicos e de poluição atmosférica.....	38
5.5 Análise integrada dos dados meteorológicos e de poluição atmosférica.....	40
5.6 Trabalhos de campo.....	40
6 RESULTADOS E DISCUSSÕES.....	41

6.1 Análise dos dados meteorológicos e de material particulado e identificação dos possíveis setores impactados em Assistência.....	41
6.2 Variação dos dados.....	46
6.3 Coeficiente de Correlação de Pearson (r)	49
6.4 Trabalhos de campo.....	51
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	55
REFERÊNCIAS.....	57

1 INTRODUÇÃO

No Brasil, a maior parte das indústrias cerâmicas que produz pisos e revestimentos está concentrada nas regiões Sul e Sudeste, mais precisamente nos polos de Criciúma/SC e Santa Gertrudes/SP, sendo responsável por grande parte da produção brasileira, abastecendo quase todo território nacional. Essa aglomeração, que resulta na formação de polos industriais especializados na produção desse tipo de material, é comum nos principais países produtores de cerâmicas de revestimento (China, Brasil, Índia, Espanha e Indonésia) e ocorre devido à existência de matéria-prima, levando as indústrias a se instalarem o mais próximo possível das áreas de extração (ANFACER, 2017; CONSTANTINO; ROSA; CORRÊA, 2006).

Outro fato que influencia diretamente na presença de atividade cerâmica nessas regiões, é o grande número de habitantes das áreas urbanas dos municípios, influenciados pela distribuição espacial das empresas deste setor que colaboram com o atendimento das necessidades básicas da população, referindo-se principalmente ao setor da construção civil (BUSTAMANTE; BRESSIANI, 2000).

A China, maior produtora mundial de revestimentos cerâmicos, apresentou em 2015 uma produção estimada em torno dos 6,3 bilhões de m², a Índia produziu em 2015 cerca de 850 milhões de m² e Espanha e Indonésia produziram em 2015 valores que giraram em torno dos 440 milhões de m² (ANFACER, 2017).

O Brasil é o segundo maior produtor mundial de revestimentos cerâmicos e produziu em 2012 cerca de 865,9 milhões de m² de revestimentos, enquanto que a capacidade de produção chegou a cerca de 1 bilhão de m². Já em 2015, foram produzidos em todo território nacional cerca de 899,4 milhões de m² de cerâmicas para revestimento, apresentando capacidade de produção na casa de 1,069 bilhões de m². As vendas totais atingiram 893,1 milhões de m², dos quais 816,3 milhões de m² foram negociados no mercado interno e 76,8 milhões de m² foram exportados (ANFACER, 2017).

Os principais fatores responsáveis por esse crescimento produtivo nos últimos anos são: o crescimento do Produto Interno Bruto (PIB), a melhoria na distribuição de renda, a ampliação do acesso ao crédito e políticas públicas como o Minha Casa Minha Vida e o Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), além do aumento da construção civil, elevando as vendas internas destes produtos (GALINARE; TEIXEIRA JUNIOR, 2013).

Segundo a ASPACER (2017), no estado de São Paulo, além do polo de Santa Gertrudes, ainda existem indústrias cerâmicas de revestimentos vinculadas a essa Associação nos municípios de Tambaú, Guarulhos, Avaré, Vinhedo, Mogi-Guaçu, Piracicaba, Porto Ferreira, Tatuí e Mogi Mirim, além de outras cerâmicas não associadas à ASPACER, localizadas em outros municípios do estado. Com base na ABCERAM (2017), é importante informar que outras regiões do país têm apresentado um grau de desenvolvimento no setor ceramista, destacando-se o Nordeste, onde o aumento pela demanda de materiais cerâmicos voltados principalmente para a construção civil vem induzindo a implantação de novas indústrias cerâmicas na região.

O polo de Criciúma/SC se caracteriza pelo método de produção via úmida e apresenta grandes empresas de renome internacional, como a Cecrisa/Portinari, Eliane e Itagres, sendo que a maior parte de sua produção é destinada às classes de melhor poder aquisitivo da sociedade. Em 2012, esse polo foi responsável por cerca de 10% da produção física nacional, sendo que com relação às exportações, o preço médio (US\$ por m²) é quase o dobro, se comparado ao preço médio da produção do polo de Santa Gertrudes. Desta forma, por possuir um maior valor agregado, os produtos de Criciúma são exportados para um maior número de países (100 contra 79 de Santa Gertrudes em 2012) (GALINARE; TEIXEIRA JUNIOR, 2013).

Por outro lado, o polo de Santa Gertrudes é o maior polo produtor de revestimentos do Brasil, caracterizando-se pelo método de produção via seca, o qual apresenta um custo menor de produção e por isso atende prioritariamente o mercado mais popular. Se comparado ao polo de Criciúma, Santa Gertrudes apresenta maior volume nas exportações, tanto na quantidade de produtos como também no valor arrecadado (GALINARE; TEIXEIRA JUNIOR, 2013).

O polo cerâmico de Santa Gertrudes, constituído pelos municípios de Santa Gertrudes, Araras, Rio Claro, Cordeirópolis, Iracemápolis, Limeira e Ipeúna, é considerado um dos maiores do mundo e o maior produtor de pisos e revestimentos das Américas, concentrando a maior parte de sua produção no processo de moagem via seca, seguido da produção de revestimentos e porcelanatos via úmida, além de telhas, a partir do processo de prensagem em pequenas e médias fábricas e olarias. Para se ter uma ideia de sua importância e poderio econômico na região, em 2010 foram produzidos 509 milhões de m² de revestimentos e toda cadeia

produtiva emprega indiretamente cerca de 100 mil pessoas, sendo aproximadamente 10 mil empregos diretos (CHRISTOFOLETTI; MORENO, 2011).

O desenvolvimento desse complexo cerâmico se iniciou nas primeiras décadas do século XX, mais precisamente entre 1918 e 1930, quando as primeiras famílias começaram a chegar e se fixar no município de Santa Gertrudes, fundando as primeiras olarias da região, que na época produziam apenas telhas paulistas e francesas de alta qualidade, levando o município a receber o título de “Capital da Telha” e se destacando no cenário nacional (IAOCHITE, 2008).

O principal fator que impulsionou o desenvolvimento da indústria cerâmica nos municípios do polo foi a abundante matéria-prima de alta qualidade presente na região, ou seja, a argila, que era facilmente retirada através da mineração. Com a crise de 1929, o setor cerâmico em Santa Gertrudes passou a receber maiores investimentos, principalmente de imigrantes italianos, que vieram para região em busca de trabalho nas lavouras e alguns acabaram fundando pequenas olarias e fábricas que produziam vasos e telhas (GARCIA, 2003). Desta forma, houve um intenso crescimento demográfico dos municípios do polo de Santa Gertrudes, provocando uma eminente expansão de suas áreas urbanas. Na Tabela 1, pode-se observar a evolução demográfica dos municípios que constituem o polo, desde a década de 1970 até 2016, segundo os dados dos censos do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE, 2017), bem como a taxa de crescimento demográfico no período.

Tabela 1 – População residente nos municípios do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, no período de 1970 a 2016 e Taxa de Crescimento Demográfico

Municípios	1970	1980	1991	2000	2010	2016 (1)	1970-2016 (%) (2)
Araras	53.422	65.010	87.459	104.196	118.843	130.102	143,53
Cordeirópolis	7.970	9.379	13.338	17.591	21.080	23.517	195,06
Ipeúna	2.097	1.854	2.698	4.340	6.016	7.047	236,05
Iracemápolis	6.907	8.283	11.752	15.555	20.029	22.914	231,75
Limeira	90.963	150.561	207.770	249.046	276.022	298.701	228,37
Rio Claro	78.040	110.202	138.243	168.218	186.253	201.473	158,16
Santa Gertrudes	6.010	7.987	10.485	15.906	21.634	25.192	319,16

Fonte: IBGE, 2017.

(1) Valores estimados de população residente.

(2) Taxa de Crescimento Demográfico.

A Tabela 1 demonstra que com exceção do município de Ipeúna, que apresentou queda em sua população de 1970 para 1980, embora tenha apresentado a segunda maior taxa de crescimento de 1970 a 2016 (236,05%), todos os outros municípios apresentaram um crescimento demográfico constante até 2016. É importante destacar que a maior taxa de crescimento no período correspondeu ao município de Santa Gertrudes (319,16%), motivado pelo setor cerâmico que cresceu consideravelmente ao longo das décadas, atraindo grande volume de pessoas para trabalhar nesse setor no município.

Esse rápido crescimento econômico do Polo Cerâmico, influenciado principalmente pelo município de Santa Gertrudes, não foi acompanhado de políticas públicas e/ou privadas de gerenciamento dos impactos ambientais provocados pela extração da matéria-prima e produção de pisos e revestimentos, gerando principalmente a poluição do ar, em decorrência dos materiais particulados liberados durante as etapas do processo produtivo (IAOCHITE, 2008).

O município de Rio Claro, desde o início de sua industrialização, por volta do final do século XIX, já fabricava produtos cerâmicos, inicialmente telhas e tijolos, em pequenas fábricas e olarias, devido à abundante matéria-prima presente na região. Vale lembrar, que diferentemente dos municípios de Santa Gertrudes e Cordeirópolis, que desde o início do desenvolvimento industrial sempre apresentaram como ponto forte o setor ceramista, Rio Claro sempre se caracterizou pela presença de uma grande variedade de indústrias. (ROSSINI, 2002).

Inserido no contexto do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, o município de Rio Claro é o terceiro município do polo com mais indústrias cerâmicas instaladas, além de apresentar alto grau de participação na produção total de pisos e revestimentos do polo cerâmico. O município de Rio Claro abrange os distritos de Ajapí e Assistência. Neste contexto, a área de estudo, o distrito de Assistência, localiza-se próxima à Delta Indústria Cerâmica S/A e às cavas de extração da argila, recebendo diariamente, pela influência de fenômenos meteorológicos, um volume de material particulado oriundo da atividade cerâmica, que afeta a população residente no distrito e pode ocasionar problemas de saúde.

2 OBJETIVOS

2.1 Objetivo fundamental

O objetivo fundamental desta pesquisa foi avaliar a poluição atmosférica provocada pela grande quantidade de material particulado que é liberado durante o processo produtivo de pisos e revestimentos cerâmicos no Polo Cerâmico de Santa Gertrudes. Destaca-se o impacto do material particulado sobre o distrito de Assistência em Rio Claro/SP, sendo proveniente da atividade cerâmica presente na região e chegando ao distrito por influência da dinâmica meteorológica local.

2.2 Objetivos específicos

- ✓ Identificar as indústrias cerâmicas e áreas de extração de matéria-prima do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, presentes nos arredores do distrito de Assistência, Rio Claro/SP;
- ✓ Conhecer todas as etapas do processo produtivo para identificação das principais fontes de origem do material particulado;
- ✓ Caracterizar a dinâmica meteorológica da área através da análise e interpretação de dados climáticos, de janeiro de 2016 a julho de 2017, a fim de identificar a influência destes dados sobre a variação dos níveis de material particulado na atmosfera local durante este período;
- ✓ Indicar os setores do distrito de Assistência que podem ser mais vulneráveis ao material particulado no período estudado.

3 REVISÃO DE LITERATURA

Com base na revisão de literatura, é esclarecido como funciona todo o processo produtivo dos produtos cerâmicos produzidos no Polo Cerâmico de Santa Gertrudes/SP (PCSG), além da descrição das principais normas responsáveis pelo controle da atividade minerária presente na região, com relação especial a extração da matéria-prima do setor cerâmico. Também é destacado os principais impactos ambientais causados pelas atividades do PCSG na região, com ênfase na poluição atmosférica. Com relação à poluição atmosférica, foi feita a caracterização do material particulado, incluindo os atuais índices e padrões de qualidade do ar vigentes, além da descrição da influência dos fatores meteorológicos presentes no local sobre a alteração dos níveis de material particulado.

3.1 Processos produtivos da indústria cerâmica de revestimento

A indústria cerâmica abrange dois processos de produção de materiais cerâmicos para revestimento, um por via seca e outro por via úmida. No processo de produção por via seca, a argila extraída do local de lavra, passa por um processo de britagem, que é a passagem de roletes metálicos puxados por tratores sobre a argila para quebra dos torrões, em seguida, é armazenada em terrenos e exposta ao sol para secagem e desidratação, sendo posteriormente realizada a moagem dos grãos a seco. Na moagem, a argila é transformada em massa cerâmica, sendo moída em moinhos de martelo e pendulares. Em seguida realiza-se uma seleção granulométrica através de peneiramento, passando por um umidificador que utiliza água para homogeneização dos grãos e formação da massa cerâmica (FRANCHINI, 2004; FUNDACENTRO, 2010).

No processo de produção por via úmida, após a extração e quebra dos torrões de argila, o material vai para o processo de moagem por meio de esteiras, sendo misturado com água e podendo conter também nessa mistura, minerais como feldspato, filito, talco, calcário e caulim. A moagem é realizada em moinhos rotativos de bolas ou roletes para redução da granulometria do material, gerando desse processo um fluido viscoso conhecido como barbotina (FUNDACENTRO, 2010; OLIVEIRA; MAGANHA, 2006).

Dos silos, onde a argila beneficiada fica armazenada, o material vai para a prensagem, passando antes por uma peneira vibratória responsável pela eliminação de qualquer material que esteja fora do padrão granulométrico preestabelecido. Após o peneiramento, o material vai para as tremonhas das prensas, onde determinada quantidade de argila pré-programada, dependendo do produto que se deseja obter, será prensada em prensas mecânicas ou hidráulicas para obtenção da placa cerâmica (Figura 1). As placas obtidas podem passar por processos de acabamento como rebarbação e escovação (FRANCHINI, 2004; FUNDACENTRO, 2010).



Figura 1 – Prensa para moldagem do revestimento cerâmico

Fonte: Elaborado pelo autor.

A seguir, as placas cerâmicas são transportadas para secadores verticais ou horizontais (Figura 2), cuja temperatura gira em torno de 120°C para retirada do

excesso de umidade, sofrendo uma redução no seu volume e ganhando uma maior resistência mecânica, sendo assim, preparada para o processo de esmaltação e decoração (FUNDACENTRO, 2010; SILVA, 2005). Neste processo, é realizada a limpeza da placa por meio de escovação, lixamento e sopragem, com uma subsequente aplicação de esmalte de base (Figura 3), conforme o produto esperado. As próximas etapas são adotadas na produção de todos os tipos de revestimentos, abrangendo a aplicação de vapor de água e engobe para aplicação da decoração e de esmalte, ou seja, podem ocorrer diferentes operações nesta etapa, dependendo do revestimento final pretendido pelo fabricante (FRANCHINI, 2004).



Figura 2 – Secador para retirar o excesso de umidade

Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 3 – Aplicação de engobe no revestimento

Fonte: Elaborado pelo autor.

No forno é realizada a queima, também chamada de sinterização, que é o último processo da fabricação das cerâmicas de revestimento, onde os produtos vão sendo transportados através de roletes dentro do forno horizontal do tipo monoqueima (Figuras 4 e 5), geralmente com extensão em torno de 100 metros, atingindo temperaturas por volta dos 1100°C , tendo como função fundir o material vítreo dos esmaltes sob a superfície das peças; em seguida, ao se resfriar em temperatura ambiente, ocorre a contração de uma camada protetora que garante às novas peças suas propriedades finais, tais como brilho, cor, porosidade, impermeabilidade, dureza e resistência a fatores como abrasão, altas temperaturas, água, agente químicos, entre outros (FRANCHINI, 2004; OLIVEIRA; MAGANHA, 2006).



Figura 4 – Forno horizontal para secagem dos revestimentos cerâmicos
Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 5 – Extensão do forno horizontal
Fonte: Elaborado pelo autor.

As peças após queima são classificadas de forma manual e automática, a fim de selecionar apenas aquelas que estejam dentro do controle de qualidade preestabelecido, que considera suas dimensões, suas características superficiais e suas características mecânicas e químicas (OLIVEIRA; MAGANHA, 2006). As peças selecionadas são embaladas automaticamente em caixas de papelão (Figura 6), as quais são empilhadas em *pallets* e armazenadas em áreas próprias nas indústrias, como galpões ou pátios (Figura 7), estando assim prontos para sua comercialização (FRANCHINI, 2004).



Figura 6 – Processo de embalagem das peças
Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 7 – Revestimentos empilhados em *pallets* e armazenados em galpão

Fonte: Elaborado pelo autor.

Na Figura 8 são ilustradas todas as etapas do processo produtivo de materiais cerâmicos de revestimento, distinguindo-se os processos por via seca e por via úmida, desde a extração da matéria-prima na área de mineração, passando pela beneficiadora para preparação da massa, até a confecção do produto final na indústria cerâmica.

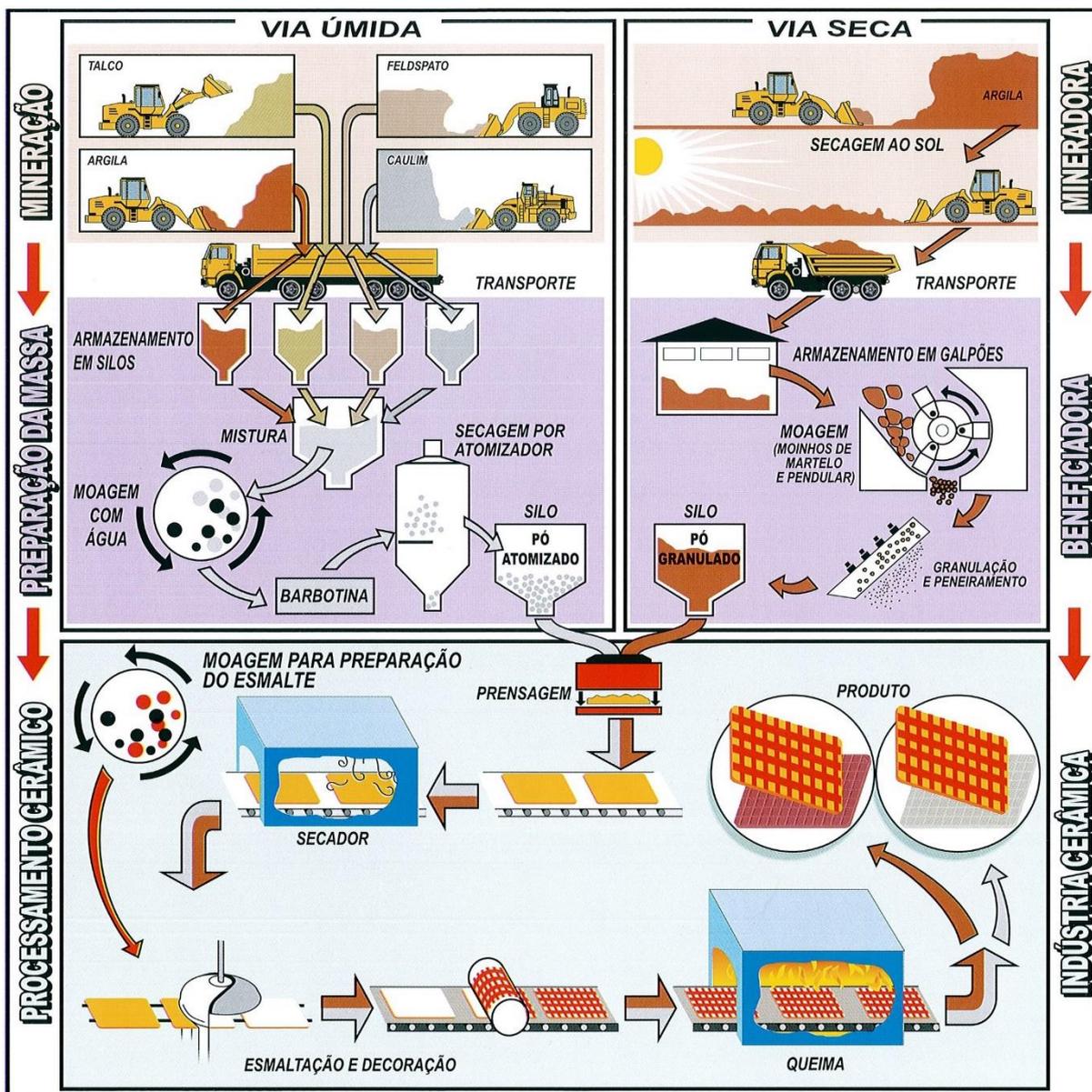


Figura 8 – Etapas dos processos produtivos

Fonte: FUNDACENTRO, 2010.

Como observado na Figura 8, a principal diferença entre os dois processos produtivos (via seca e via úmida), consiste no tipo de matéria-prima que pode ser utilizada na preparação da massa e com relação à preparação da massa. No processo via úmida, além da argila, também pode ser utilizado talco, feldspato e caulim, enquanto que no processo via seca, é utilizado apenas a argila. Quanto à preparação da massa, no processo por via úmida a matéria-prima é armazenada em silos separadamente, depois misturada e moída com água, formando a barbotina, que passa em seguida pela secagem por um atomizador e por fim, o pó atomizado gerado é direcionado para um silo. Enquanto isso, no processo via seca, a matéria-prima (argila) é armazenada em galpões, onde é moída num moinho (de martelo e

pendular), passa por uma granulação e peneiramento e este pó granulado obtido é levado para o silo. As próximas etapas do processo produtivo para obtenção do produto final, já dentro da indústria cerâmica, são as mesmas, independente de qual processo produtivo tenha sido utilizado (FUNDACENTRO, 2010).

3.1.1 Processo produtivo da indústria cerâmica vermelha

A indústria cerâmica vermelha presente no Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, constituída principalmente por pequenas e médias indústrias e olarias, é responsável pela produção de telhas, blocos e tijolos, cuja produção é direcionada principalmente para o abastecimento do setor de construção civil na região do polo.

Da etapa de extração da argila no local de lavra, até a de moagem do material na indústria, os métodos são praticamente os mesmos que são utilizados nas indústrias cerâmicas de revestimento que adotam o processo de produção por via seca. Após a mistura da argila com água para homogeneização da massa e o descanso por um período de 24 a 48 horas, o material é encaminhado para a laminação, processo que utiliza um laminador, que tem a função de direcionar as partículas de argila para atingir a granulometria adequada do material, reduzindo o gasto de energia que é necessário para a etapa da queima do material (TAVARES; GRIMME, 2002; FIEMG; FEAM, 2013).

Após a laminação, a massa cerâmica passa pelo processo de extrusão em uma extrusora, também chamada de maromba, onde é pressionada fortemente por meio de um pistão ou eixo helicoidal em um bocal, que determinará o tipo de peça a ser produzida. Como resultado obtém-se uma coluna extrusada, a qual possui uma seção transversal, que através de cortes, realizados por cortadores manuais ou automáticos, determinará o formato e as dimensões desejadas, de acordo com o produto final que se deseja obter (SINDICER, 2017). Após o corte, as peças aprovadas através de inspeção visual são encaminhadas para secagem, enquanto que as peças rejeitadas são reintroduzidas no processo de moagem para preparação da massa (FIEMG; FEAM, 2013).

A partir da estocagem do material em galpões fechado, o que é o mais comum entre as indústrias, a secagem pode ser feita naturalmente, com ajuda de ventiladores ou artificialmente, a partir do uso de secadores, que tornam este

processo mais efetivo, como por exemplo, o uso de estufas, que reaproveitam o calor gerado pelos fornos (MEDEIROS, 2006).

Após a secagem, o material é encaminhado direto para sinterização para queima em fornos que podem atingir temperaturas entre 750°C e 1.200°C, dependendo do material que é produzido, para perda de massa, desenvolvimento de novas fases cristalinas, formação de fase vítrea e soldagem dos grãos, para obtenção de características como cor e resistência, passando logo na sequência por um processo de resfriamento controlado, a temperaturas inferiores a 200°C para obtenção de suas propriedades finais (MEDEIROS, 2006; FIEMG; FEAM, 2013).

Por fim, os tijolos, blocos e telhas produzidos, são encaminhados para expedição, onde serão feitos testes de qualidade, como absorção de água, torção, desvio padrão em relação ao esquadro, dimensões, permeabilidade no caso de telhas, sonoridade e empenamento em telhas, para só então as peças aprovadas serem encaminhadas para áreas cobertas, onde serão embaladas e estarão prontas para sua comercialização (MEDEIROS, 2006; FIEMG; FEAM, 2013).

3.2 Normas para atividades de mineração

Com base na Política Nacional de Meio Ambiente, a prevenção e mitigação de impactos gerados pela mineração sobre o meio ambiente no Estado de São Paulo vêm sendo monitorada através do licenciamento ambiental, que deve ser adquirido pelas indústrias para utilização de recursos minerais. Para obtenção deste licenciamento ambiental, os principais documentos exigidos são o Relatório de Controle Ambiental (RCA), o Plano de Controle Ambiental (PCA), o Relatório Ambiental Preliminar (RAP), o Estudo de Impacto Ambiental (EIA) e o Relatório de Impacto Ambiental (Rima), que devem ser formulados e apresentados conforme a Resolução nº 51, de 12 de dezembro de 2006, da Secretaria do Meio Ambiente (MECHI; SANCHES, 2010).

A exigência de RAP ou EIA/Rima aplica-se a cavas de extração de acordo com a determinação do órgão ambiental estadual, no caso a CETESB, segundo as Resoluções SMA nº 51, de 12 de dezembro de 2006 e SMA nº 130, de 30 de dezembro de 2010. A formulação do RAP ou do EIA/Rima será exigida quando: for verificado que haverá impacto significativo aos meios físico, biótico e socioeconômico; a área de extração for superior a 20 hectares; o volume total de

material a ser extraído ultrapassar 5.000.000 m³; for necessária a retirada de vegetação nativa e/ou em áreas de preservação permanente (APP), segundo a Lei Federal nº 12.727 de 2012; houver intervenção de nascentes ou cursos d'água inseridos em mananciais utilizados para abastecimento público; e, onde houver extração de rochas carbonáticas em regiões com evidências de fenômenos cársticos (MECHI; SANCHES, 2010; CETESB, 2017).

Para as zonas de minerações já existentes, a Resolução SMA nº 51 de 2006 prevê para licença de operação, que o empreendedor é obrigado a apresentar um Plano de Recuperação de Área Degradada (PRAD). Para os casos de mineradoras já desativadas, que não apresentavam um licenciamento ambiental, o responsável pelo local deve apresentar a CETESB um projeto de revegetação, o qual será passível de aprovação, para que assim seja providenciada a recuperação da área degradada (CETESB, 2017).

Os municípios possuem papel importante na gestão dos recursos minerais e na deliberação de suas áreas de exploração dentro de seus limites. Os principais instrumentos públicos dos municípios para gestão destes recursos são a Lei Orgânica, o Plano Diretor e a Lei de Uso e Ocupação do Solo, para determinar as áreas aptas e não aptas ao desenvolvimento de determinadas atividades de mineração. Além disso, o município que apresentar expressivo potencial mineral e que demandar um plano de gestão mais completo, deverá formular um Plano Diretor Municipal de Mineração, o qual é atrelado ao Plano Diretor, para uso consciente e sustentável destes recursos pelos agentes privados (empreendedores) (IPT, 2003).

Os municípios também podem atuar diretamente nos processos de obtenção do licenciamento ambiental, no registro e fiscalização durante as fases de construção e operação do empreendimento para cumprimento de todas as normas cabíveis. Com relação às áreas qualificadas para mineração, o zoneamento territorial elaborado pelo município é importante para garantir a criação e implementação de projetos de recuperação de futuras áreas degradadas, seguindo devidamente o planejamento municipal e as leis federais e estaduais vigentes (IPT, 2003).

A partir da caracterização do meio físico (Geologia, Geomorfologia, Pedologia e Hidrogeologia), definição do potencial de recursos minerais e limitações naturais e legais como a presença de vegetação nativa ou Áreas de Preservação Permanente (APP), é estabelecido a criação de um zoneamento mineral, dividido em: Zonas

Preferenciais para Mineração (ZPM) que são áreas adequadas a mineração devido ao seu potencial minerário e compatibilidade ambiental e socioeconômica; Zonas Controladas para Mineração (ZCM) que são áreas onde a atividade minerária é permitida, porém com limitações a sua exploração devido as limitações de recursos minerais, ambientais e socioeconômicas; e Zonas Bloqueadas para Mineração (ZBM) que englobam áreas onde não é permitida atividade minerária, devido às restrições ambientais ou ocupação, como no caso da malha urbana (IPT, 2003).

Durante a etapa da mineração, os principais processos que liberam partículas poluentes na atmosfera são os de lavra e beneficiamento da argila, através do funcionamento de maquinários, da detonação e perfuração do terreno, do tráfego de caminhões sobre estradas não pavimentadas nas áreas de operação e nas vias de circulação, do transporte de cargas descobertas, da exposição de materiais para estocagem e secagem e durante os processos de beneficiamento através de britagem do material (IPT, 2012; IPT, 2003).

Para redução da emissão destas partículas é fundamental a adoção de algumas medidas de mitigação pelas companhias mineradoras, destacando-se: evitar detonações quando o vento estiver soprando a favor de áreas urbanas vizinhas a mineradora; implantar cacos cerâmicos nas vias de transporte para evitar o contato direto do veículo com o solo; umidificar a via, principalmente em períodos de estiagem, para reduzir drasticamente a emissão de poeira na atmosfera; asfaltar as principais vias de circulação de caminhões; cobrir a carga dos caminhões para evitar suspensão destas durante seu transporte; secar o material com cobertura a céu aberto, em galpões cobertos, em fornos próprios ou em locais que apresentam uma barreira vegetal no seu entorno, para contenção do espalhamento das partículas; e realizar manutenção periódica dos maquinários utilizados para extração e beneficiamento do material, como garantia de seu funcionamento adequado. (IPT, 2012; IPT, 2003).

3.3 Impactos causados pela atividade cerâmica e pelo plantio da cana-de-açúcar: ênfase à poluição atmosférica

A poluição é definida como sendo a presença de substâncias químicas estranhas ou já existente no ambiente, concentradas em quantidades acima do normal, desequilibrando o ambiente natural e gerando efeitos negativos aos seres

vivos. Essa poluição pode promover impactos na hidrosfera, litosfera, biosfera e atmosfera (SECATTI; TREVISAN; BUENO, 2005).

A atividade cerâmica de uma maneira geral, desde o local de lavra e extração da argila até as etapas do processo produtivo no interior da indústria, libera grande variedade e quantidade de material particulado (conjunto de partículas sólidas e líquidas suspensas no ar), CO², Cloro, Sulfatos, Ácido Silícico, Chumbo, Cobre, Níquel, Fluoreto, entre outros, que poluem a atmosfera, a vegetação, o solo e os corpos hídricos, além do risco de degradação do lençol freático, quando localizado no local de mineração da argila (CORTESE, 2008; OLIVEIRA, 2015).

A extração de argila nos locais de lavra, a qual é realizada com a ajuda de explosivos e retroescavadeiras, promove intensos impactos no ambiente explorado, como perda de solos, assoreamento de rios, eliminação da cobertura vegetal, modificação da paisagem, etc. Vale destacar que além desses impactos, ainda ocorre a suspensão de material particulado para atmosfera, pelo fato da argila ser um material fino, de fácil dispersão. Durante o transporte da matéria prima até as indústrias, feita por caminhões, quando as carrocerias dos caminhões não são cobertas, pode ocorrer novamente a liberação de partículas finas de argila (poeira), que são suspensas para atmosfera e suas vias de transporte, por onde passam os caminhões (SECATTI; TREVISAN; BUENO, 2005).

Os trabalhadores das indústrias cerâmicas são expostos ao material particulado e substâncias químicas, provenientes, sobretudo, das etapas de secagem, prensagem e esmaltação, podendo causar doenças pulmonares, como pneumoconioses, pelo acúmulo de poeira nos pulmões (LOMBARDO; MENDES, 2005). Igualmente, sofrem também com os altos ruídos do maquinário e com o calor excessivo, influenciado pela presença dos fornos (SECATTI; TREVISAN; BUENO, 2005).

Além do polo cerâmico, existe ainda a atividade do agronegócio nos arredores de Rio Claro, sobretudo de cana-de-açúcar, que também colabora com a suspensão de material particulado, além de partículas como dióxido de carbono (CO₂), monóxido de carbono (CO), metano (CH₄), óxido nitroso (N₂O), óxidos de nitrogênio (NO_x) e ozônio (O₃), especialmente durante a queima da biomassa para a colheita da cana-de-açúcar, que geralmente ocorre entre maio e novembro. É importante mencionar, que a Lei Estadual nº 11.241 de 2002, determinou a proibição, no Estado de São Paulo, da queima de cana-de-açúcar, a qual deveria ser suspensa até 2021

em áreas mecanizáveis (com inclinação igual ou inferior a 12%) e até 2031 em áreas não mecanizáveis, contudo, esses prazos foram antecipados para 2014 em áreas mecanizáveis e para 2017 em áreas não mecanizáveis (LIMA; LUIZ; NEVES, 2016; ROSEIRO; TAKAYANAGUI, 2004). Vale salientar também, que no período de preparação do solo para o cultivo da cana-de-açúcar, que ocorre geralmente entre setembro a março, utilizam-se frequentemente corretivos e fertilizantes, podendo emitir para a atmosfera além de material particulado, outras partículas químicas como Cálcio (Ca^{2+}), Fluoreto (F^-), Nitrato (NO_3^-) e Zinco (Zn^{2+}) (SANTOS; GASTMANS, 2016).

3.4 Material particulado

Material Particulado em Suspensão (MPS) é um conjunto de partículas químicas em estado sólido ou líquido, que se manifesta na atmosfera e apresenta tamanhos variados, podendo se originar de fontes primárias ou secundárias de poluição. Fontes primárias de poluição correspondem a sua formação e emissão a partir de processos poluidores, como em erupções vulcânicas no caso de emissões naturais ou em emissões antrópicas provenientes da atividade industrial e processos de combustão. Já como fonte secundária de poluição, o MPS se forma na atmosfera a partir da reação química entre gases naturais e poluentes provindos de uma fonte primária (ALMEIDA, 1999; CETESB, 2017).

Quanto à granulometria, o material particulado pode ser composto por partículas inaláveis finas ou grosseiras. As partículas inaláveis finas apresentam diâmetro igual ou inferior a $2,5 \mu\text{m}$, tendo grande possibilidade de sua deposição no trato respiratório. As partículas grosseiras apresentam diâmetro entre $2,5 \mu\text{m}$ e $10 \mu\text{m}$, oferecendo menos riscos para saúde humana se comparada às partículas finas, porém, também apresentando risco de deposição no trato respiratório, pela possibilidade de sua inalação. Frequentemente o MPS recebe as denominações $\text{MP}_{2,5}$ e MP_{10} , se referindo respectivamente às partículas inaláveis finas e grosseira (ALMEIDA, 1999; CETESB, 2017). Também recebe denominações como: Partículas Totais em Suspensão (PTS), que correspondem às partículas com diâmetro igual ou inferior a $50 \mu\text{m}$, que podem gerar problemas de saúde pela possível inalação de parte destas partículas ou ainda gerar poluição visual e estética; e, Fumaça (FMC), que se refere às partículas derivadas dos processos de combustão (CETESB, 2017).

3.5 Padrões e índices de qualidade do ar

Segundo a CETESB (2016), o Decreto Estadual nº 59.113, de 23 de abril de 2013, determina que a administração da qualidade do ar no território do Estado de São Paulo será efetuada por meio de Padrões de Qualidade do Ar, de acordo com 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 para que a saúde da população seja preservada ao máximo em relação aos danos causados pela poluição atmosférica.

A Tabela 2 apresenta os padrões de qualidade do ar referentes a MP₁₀ e MP_{2,5}, estabelecidos no Decreto Estadual nº 59.113/2013, onde os padrões atuais vigentes com relação a concentração limite destas partículas inaláveis no ar estão evidenciados em MI1, podendo ser ultrapassado este limite apenas uma vez durante todo ano.

Tabela 2 – Padrões Estaduais de Qualidade do Ar referentes a MP₁₀ e MP_{2,5}

Poluente	Tempo de Amostragem	MI 1 (µg/m ³)	MI 2 (µg/m ³)	MI 3 (µg/m ³)	PF (µg/m ³)
Partículas inaláveis grossas (MP ₁₀)	24 horas	120	100	75	50
	MAA	40	35	30	20
Partículas inaláveis finas (MP _{2,5})	24 horas	60	50	37	25
	MAA (1)	20	17	15	10

Fonte: CETESB, 2016.

(1) MAA: Média Aritmética Anual.

As Metas Intermediárias devem ser atendidas em três etapas, onde:

- ✓ Meta Intermediária Etapa 1 (MI1): Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados a partir de 24/04/2013;

- ✓ 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;
- ✓ Meta Intermediária Etapa 3 (MI3): Valores de concentração de poluentes atmosféricos que devem ser respeitados nos anos subsequentes à MI2, sendo que o seu prazo de duração será definido pelo CONSEMA, a partir do início da sua vigência, com base nas avaliações realizadas na Etapa 2.
- ✓ Padrões finais (PF): são aplicados sem etapas intermediárias quando não forem estabelecidas metas intermediárias, como no caso do monóxido de carbono, partículas totais em suspensão e chumbo. Para os demais poluentes, os padrões finais passam a valer a partir do final do prazo de duração do MI3.

A Legislação Estadual (Decreto Estadual nº 59.113/2013) também estabelece critérios para episódios críticos de poluição do ar, em um período de 24 horas, referentes a partículas inaláveis (MP₁₀ e MP_{2,5}), que estão apresentados na Tabela 3. Para declaração dos estados de Atenção, Alerta e Emergência, além dos níveis de concentração excedidos, é necessária a previsão de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes.

Tabela 3 – Critérios para episódios críticos de poluição do ar – MP₁₀ e MP_{2,5}

Parâmetros	Atenção	Alerta	Emergência
MP ₁₀ (µg/m ³)	250	420	500
MP _{2,5} (µg/m ³)	125	210	250

Fonte: CETESB, 2016.

No Brasil, a Resolução CONAMA nº 03, de 28 de junho de 1990, estabelece os padrões de qualidade do ar referentes as partículas inaláveis (Tabela 4).

Tabela 4 – Padrões nacionais de qualidade do ar – partículas inaláveis

Poluente	Tempo de Amostragem	Padrão Primário (µg/m ³)	Padrão Secundário (µg/m ³)
Partículas inaláveis	24 horas (1)	150	150
	MAA	50	50

Fonte: CETESB, 2016.

(1) Não deve ser excedido mais que uma vez ao ano.

Segundo a Resolução CONAMA nº 03/1990, os padrões de qualidade do ar são divididos em primários e secundários. Padrões primários de qualidade do ar correspondem as concentrações de poluentes que, ultrapassadas, poderão afetar a saúde da população, ou seja, são os níveis máximos de tolerância a concentração de poluentes atmosféricos, estabelecendo metas a curto e médio prazo. Já padrões secundários de qualidade do ar correspondem as concentrações de poluentes atmosféricos abaixo das quais se prevê o mínimo efeito adverso sobre a população e o meio ambiente como um todo, ou seja, são os níveis pretendidos de concentração de poluentes, estabelecendo metas a longo prazo.

A Resolução CONAMA nº 03/1990 também estabelece critérios para episódios críticos de poluição do ar dentro de 24 horas, referentes a partículas inaláveis (Tabela 5). Para declaração dos estados de Atenção, Alerta e Emergência, além dos níveis de concentração excedidos, é necessária a previsão de condições meteorológicas desfavoráveis à dispersão dos poluentes.

Tabela 5 – Critérios para episódios críticos de poluição do ar – partículas inaláveis

Parâmetros	Atenção	Alerta	Emergência
Partículas inaláveis ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	250	420	500

Fonte: CETESB, 2016.

De acordo com a CETESB (2016), para apresentação dos índices que definem a qualidade do ar de um determinado local, levando em consideração a concentração média destas partículas poluentes em um período de 24 horas, é divulgado o índice mais alto, ou seja, sua classificação é determinada pelo maior índice de material coletado, que conseqüentemente, corresponde ao pior episódio diário de concentração destas partículas poluentes no local avaliado. Estes índices classificam-se em qualidade Boa (N1), Moderada (N2), Ruim (N3), Muito Ruim (N4) e Péssima (N5). Com relação às partículas inaláveis de material particulado (MP_{10} $\mu\text{g}/\text{m}^3$), a classificação é a seguinte: Qualidade Boa: faixa de índice de 0 a 40 e faixa de concentração de 0 a 50 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Qualidade Moderada: faixa de índice de 41 a 80 e faixa de concentração de 50 a 100 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Qualidade Ruim: faixa de índice de 81 a 120 e faixa de concentração de 100 a 150 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; Qualidade Muito Ruim: faixa de índice de 121 a 200 e faixa de concentração de 150 a 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$; e, Qualidade

Péssima: faixa de índice maior que 200 e faixa de concentração maior que 250 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

3.6 Influência meteorológica sobre a poluição atmosférica

As condições meteorológicas locais possuem influência direta sobre a dispersão e diluição de partículas poluentes na atmosfera, contribuindo para o aumento ou redução dos índices de poluição do ar. A ação dos ventos, temperatura, umidade e pressão contribuem para dispersão dos poluentes através dos fenômenos de direção e velocidade dos ventos, instabilidade e estabilidade atmosférica, inversão térmica e índices pluviométricos.

A ação dos ventos, através de sua velocidade e direção, contribui diretamente com o transporte e dispersão dos poluentes no ar, considerando uma taxa constante de emissão de poluentes. Desta forma, quando ocorre uma situação de calmaria dos ventos, observa-se uma maior concentração de poluentes na atmosfera local próxima de sua fonte emissora, diferentemente de quando há ocorrência de ventos mais velozes, pois ocorre maior mistura entre os gases e há maior dispersão na atmosfera para determinada direção predominante, de acordo com a direção dos ventos (ALMEIDA, 1999; IAG, 2017).

Os movimentos de convecção e turbulência do ar (movimentos verticais) são diretamente afetados pela estabilidade ou instabilidade atmosférica. Em situações de estabilidade, onde os movimentos verticais são dificultados pela menor diferença de pressão entre o ar quente que sobe (menor pressão) e o ar frio que desce (maior pressão) e pelas menores temperaturas, as taxas de diluição e transporte dos poluentes são menores. Já nas situações de instabilidade, onde as correntes de convecção e turbulência do ar são elevadas por maiores diferenças de pressão atmosférica e por maiores temperaturas, observa-se uma maior taxa de diluição e transporte dos poluentes na atmosfera, reduzindo as concentrações locais de poluentes (ALMEIDA, 1999; IAG, 2017).

Segundo o perfil vertical de temperatura, que determina a diminuição da temperatura do ar em relação ao aumento da altitude, durante o dia em situações normais, existe uma camada de ar mais quente e mais baixa junto à superfície terrestre e uma camada de ar mais frio em maiores altitudes, ocorrendo os movimentos verticais através das correntes convectivas que atuam na distribuição

dos poluentes presentes no ar. Em locais como encostas de montanhas e vales, por exemplo, pode ocorrer uma inversão térmica, onde uma camada de ar mais frio se intercala entre duas camadas de ar mais quente, o que impede que as correntes de convecção se formem e conseqüentemente impede a movimentação do ar, concentrando os poluentes nas camadas mais baixas próximas ao solo (ALMEIDA, 1999; IAG, 2017).

As temperaturas em áreas urbanas são mais elevadas se comparadas aquelas das áreas rurais, formando núcleos de condensação de água que eleva a umidade do ar, gerando maior quantidade de nuvens e aumentando os índices pluviométricos. Essa umidade presente no ar reage quimicamente com as partículas de poluição, dissolvendo-as na água. Locais que possuem índices pluviométricos moderados ou altos demonstram uma tendência para menores taxas de concentração de poluentes se comparados a locais que apresentam baixos índices pluviométricos, levando em consideração as mesmas partículas poluentes e as mesmas taxas de emissão nestes dois ambientes, o que demonstra que a chuva apresenta um efeito de amenização dos poluentes (ALMEIDA, 1999; IAG, 2017).

4 LOCALIZAÇÃO E CARACTERIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

O Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, inserido no Estado de São Paulo, é composto por 8 municípios, sendo esses Santa Gertrudes, Araras, Charqueada, Rio Claro, Cordeirópolis, Itacemópolis, Limeira e Ipeúna. Nesse contexto, o município de Rio Claro, de acordo com o Censo Demográfico de 2010 do IBGE, abrange uma área de 498,422 km² e apresenta uma população de 186.253 habitantes, portanto, a densidade demográfica é de 373,69 hab./km². Além do distrito sede (Rio Claro), o município abrange os distritos de Assistência e Ajapi.

Inserido na região administrativa de Campinas, Rio Claro é privilegiado por um sistema rodoviário que facilita o escoamento da produção e o transporte de matéria-prima para as indústrias, que em sua maioria estão localizadas as margens das rodovias, destacando-se as rodovias Anhanguera (SP-330), Washington Luís (SP-310), dos Bandeirantes (SP-348) e Fausto Santo Mauro (SP-127), além da estrada de ferro da antiga FEPASA S.A. (CHRISTOFOLETTI; MORENO, 2011). O

município de Rio Claro faz divisa com Araras, a Leste; Santa Gertrudes, a Sudeste; Piracicaba e Iracemápolis, ao Sul; e, Ipeúna, à Sudoeste.

A região está inserida na bacia hidrográfica do rio Corumbataí, que é uma sub-bacia do rio Piracicaba, caracterizando-se por relevo plano e pouco acidentado (altitude média de 592 m acima do nível do mar), constituinte da Depressão Periférica Paulista e apresenta solo de formação sedimentar, com latossolos ácidos (LORETI JUNIOR; SARDOU FILHO; CALTABELOTI, 2014; OLIVEIRA, 2015). A Formação Corumbataí é a unidade de maior abrangência na região, tendo sido formada durante o permiano, possui aproximadamente 100 metros de espessura e é constituída por argilitos, principal matéria-prima do setor ceramista na região, siltitos, arenitos finos, níveis de calcários dolomíticos e coquinas. Além desta formação, a Formação Tatuí e Grupo Itararé presentes na região, também apresentam traços de argilas para o setor cerâmico. A região também é composta pelas formações Rio Claro, Itaqueri, Serra Geral, Pirambóia e Irati (IPT, 2012).

Apresenta basicamente dois tipos de cobertura vegetal: o cerrado e a floresta estacional. O clima é mesotérmico, com precipitação média anual de 1280 mm, com temperaturas médias anuais que variam entre 20°C e 32°C no verão e entre 12°C e 26°C no inverno, podendo haver exceções de um ano para outro devido as fortes frentes frias que atingem o Estado de São Paulo (GARCIA, 2003; OLIVEIRA, 2015).

O distrito de Assistência, foco deste estudo, localiza-se ao Sul do distrito de Rio Claro e a Sudoeste do município de Santa Gertrudes, próximo da Delta Indústria Cerâmica S/A (ao Norte) e outras indústrias a Nordeste, localizadas nos municípios de Santa Gertrudes e Rio Claro, além da presença de cavas de extração da argila situadas em seu entorno, presentes nas porções Norte, Leste, Nordeste, Noroeste e Sul do distrito, como observado na Figura 9.

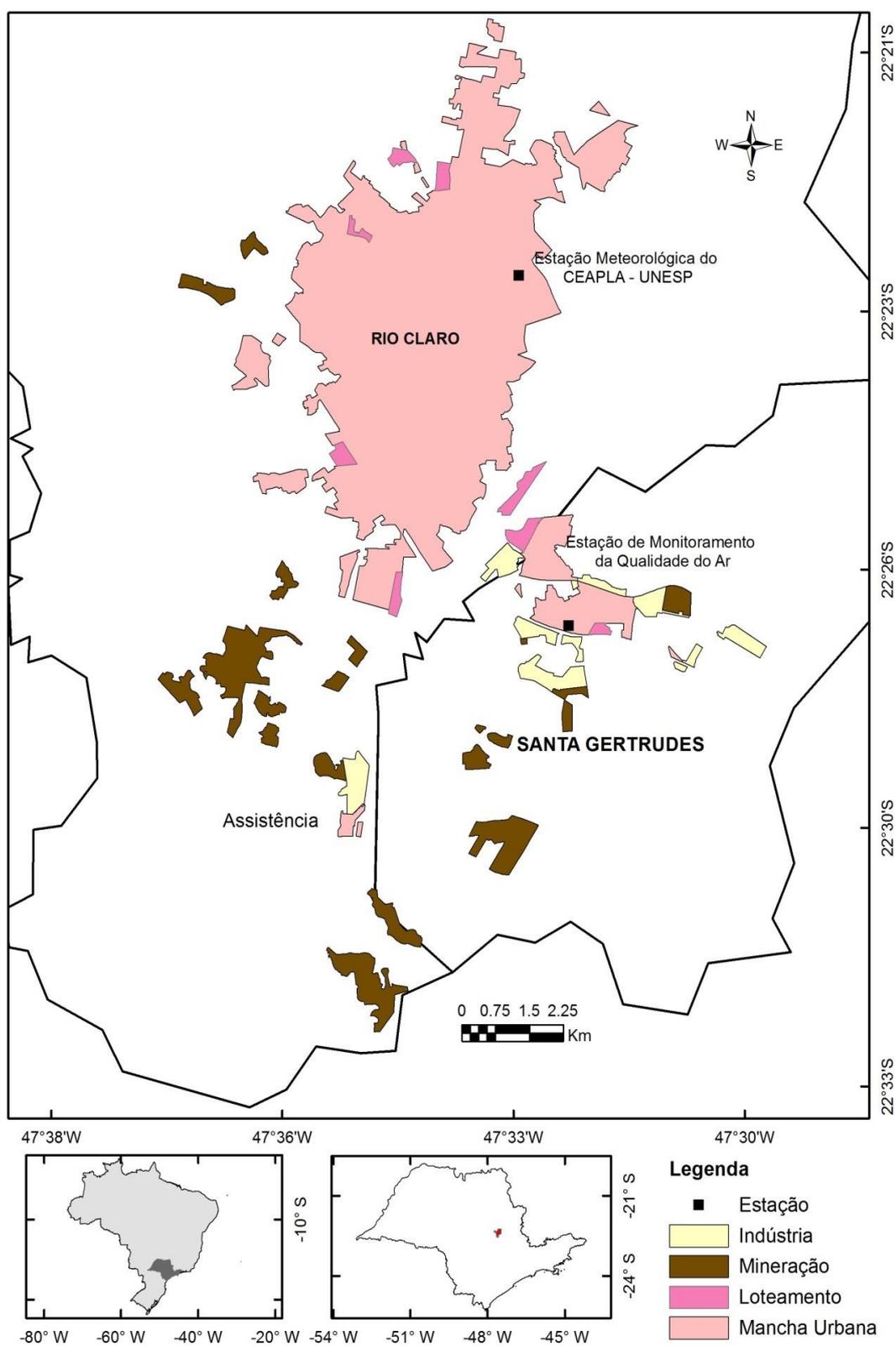


Figura 9 – Localização do distrito de Assistência e uso da terra nos municípios de Rio Claro e Santa Gertrudes/SP (2010)
 Fonte: PANCHER; ROSSETTI, 2017.

5 METODOLOGIA

A área de estudo escolhida foi o distrito de Assistência, em Rio Claro/SP, pelo fato de estar situado entre as atividades mineradoras e indústrias do Polo Cerâmico, além de estar às margens da rodovia e estrada municipal por onde circulam uma grande quantidade de caminhões transportando argila, recebendo assim um grande volume de material particulado.

Quanto ao recorte temporal, foi selecionado o período de janeiro de 2016 até julho de 2017, visando identificar e compreender o comportamento destas partículas poluentes na atmosfera local em cada uma das diferentes situações climáticas ao longo de um ano e meio.

Para o propósito, abordou-se a caracterização de todo processo produtivo da atividade cerâmica do Polo de Santa Gertrudes, incluindo os diferentes processos produtivos e as principais normas atuais vigentes para as atividades de mineração da região. A partir daí, foram descritos os principais impactos gerados pelo material particulado que é liberado na atmosfera durante o processo produtivo dos pisos e revestimentos, modificando desta forma a qualidade do ar do distrito de Assistência. O fluxograma (Figura 9) demonstra as etapas para a realização da pesquisa.

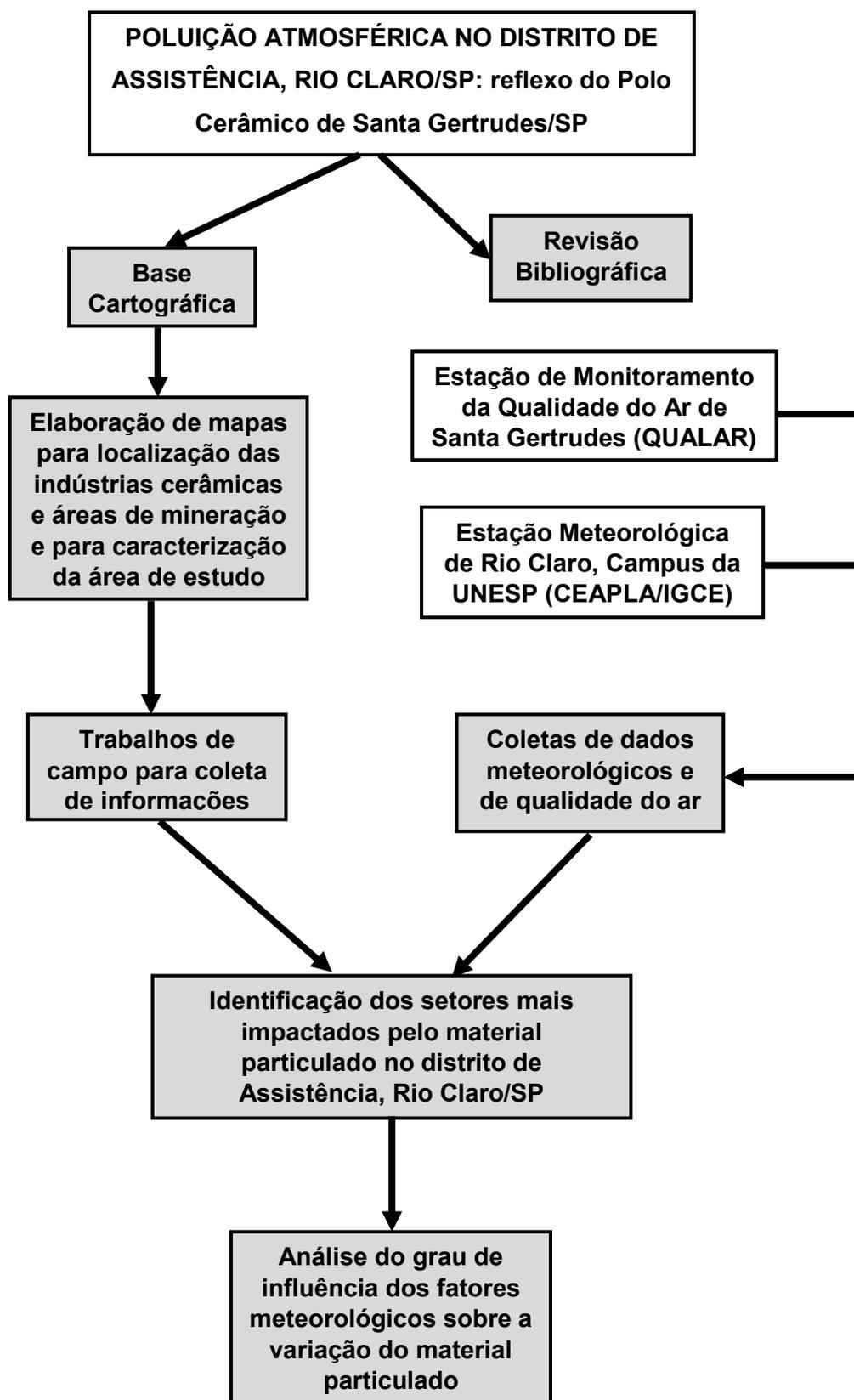


Figura 10 – Etapas metodológicas
Fonte: Elaborado pelo autor.

5.1 Levantamento bibliográfico

Através de pesquisa bibliográfica em livros, artigos, dissertações, teses e *sites*, nos acervos da UNESP, USP e UNICAMP, efetuaram-se o levantamento e a análise das informações relativas à temática, visando consistente embasamento teórico e metodológico.

5.2 Organização da base cartográfica

A base cartográfica de Rio Claro/SP, com ênfase no Distrito de Assistência, foi obtida de Loreti Junior, Sardou Filho e Caltabeloti (2014). Assim, foram selecionados dados relevantes para essa pesquisa, visando apresentar o limite dos municípios de Rio Claro e de Santa Gertrudes, o limite urbano e as principais vias de Rio Claro e Assistência.

5.3 Elaboração do mapa de localização das indústrias cerâmicas e das áreas de mineração

O mapa de uso da terra, abrangendo as manchas urbanas de Rio Claro, Assistência e Santa Gertrudes, bem como a localização das indústrias cerâmicas e das áreas de mineração existentes no entorno de Assistência, foi elaborado por Panher e Rossetti (2017). Deste modo, foi possível analisar a distribuição do uso da terra no entorno de Assistência, visando identificar as possíveis áreas mais afetadas pela poluição atmosférica, ou seja, em decorrência da dispersão de material particulado, estabelecendo-se uma relação com as condições meteorológicas ao longo do ano e os principais danos causados à população do distrito.

5.4 Levantamento dos dados meteorológicos e de poluição atmosférica

Para esta pesquisa, foram fundamentais a compreensão e a descrição da dinâmica atmosférica do local analisado, considerando-se que as variáveis climáticas têm uma influência direta sobre a dispersão e comportamento destas partículas poluentes na atmosfera, sendo assim, interferindo diretamente na variação dos níveis da qualidade do ar durante o ano todo.

Para a interpretação e análise da qualidade do ar do distrito de Assistência, foi efetuada a coleta de dados relativos às médias mensais de temperatura (C°), umidade relativa (%), pressão atmosférica (mb), bem como dados relacionados a direção e velocidade dos ventos (m/s) e precipitação total (mm), de janeiro de 2016 a julho de 2017, obtidos na Estação Meteorológica do Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA), da UNESP, Câmpus de Rio Claro/SP (Figuras 10 e 11).



Figura 11 – Centro de Análise e Planejamento Ambiental (CEAPLA)
Fonte: CEAPLA, 2017.



Figura 12 – Estação Meteorológica de Rio Claro/SP
Fonte: CEAPLA, 2017.

Com relação à poluição, utilizou-se como base o material particulado grosseiro (partícula inalável grossa ou MP₁₀), por ser um dos principais materiais poluentes emitidos durante todo o processo produtivo dos produtos cerâmicos. As médias mensais e diárias de janeiro de 2016 até julho de 2017, referentes à quantidade ($\mu\text{g}/\text{m}^3$) de MP₁₀, foram coletadas da Estação de Monitoramento da Qualidade do Ar (Automática) de Santa Gertrudes, acessadas através do Sistema de Informações da Qualidade do Ar (QUALAR) da CETESB. É importante destacar, que os dados meteorológicos e as concentrações de MP₁₀ foram coletados das referidas estações, por estas se localizarem próximas ao distrito de Assistência.

5.5 Análise integrada dos dados meteorológicos e de poluição atmosférica

Primeiramente, as variáveis foram organizadas numa tabela, visando analisá-las de modo integrado. Em seguida, as variáveis foram apresentadas em gráficos de linhas. Os gráficos foram evidenciados numa única folha, a fim de expor a variação mensal de cada uma, bem como estabelecer uma análise integrada. Desse modo, foi possível interpretar e analisar as variáveis, caracterizando-se a qualidade do ar do distrito de Assistência e identificando-se os setores mais impactados pela poluição atmosférica. Para a análise das concentrações de MP₁₀, foram utilizados os padrões de qualidade do ar vigentes, estabelecidos pelo Decreto Estadual nº 59.113/2013.

Como forma de complementar a análise conjunta entre os dados climáticos e de material particulado, foi utilizado o método estatístico chamado de Correlação de Pearson, com a intenção de avaliar o nível de correlação entre os dados quantitativos de temperatura, umidade relativa, precipitação, pressão atmosférica e velocidade dos ventos e os níveis de MP₁₀. Cabe ressaltar, que o principal objetivo do uso deste método foi o de determinar o grau de influência de cada um dos fatores meteorológicos sobre a variação de MP₁₀ durante o período estudado. Para determinar os valores da correlação entre estas variáveis, foi utilizado o programa Microsoft Excel 2013.

5.6 Trabalhos de campo

Para complementar a caracterização da área de estudo, foram realizados trabalhos de campo no distrito de Assistência, Rio Claro/SP e entorno, com o intuito de obter registros fotográficos que pudessem demonstrar a forte presença da atividade cerâmica em suas proximidades, incluindo uma melhor compreensão de como funciona todo processo produtivo e a observação de seus impactos na área.

Os trabalhos de campo também foram importantes para coleta de informações na Unidade de Saúde da Família (USF) de Assistência, a respeito dos principais efeitos da poluição atmosférica sobre a saúde da população de Assistência, provinda especialmente da atividade cerâmica do entorno.

6 RESULTADOS E DISCUSSÕES

É realizada uma abordagem a respeito do impacto da poluição atmosférica provinda da atividade cerâmica do PCSG sobre o distrito de Assistência. A partir do conhecimento sobre a localização de indústrias cerâmicas e áreas de mineração no entorno, da interpretação dos dados coletados a respeito das concentrações médias de material particulado e valores médios das variáveis meteorológicas e dos trabalhos de campo realizados, foi possível determinar quais são as áreas de Assistência mais vulneráveis à poluição, os principais efeitos sobre a saúde da população local, a variação dos níveis de qualidade do ar dentro do período avaliado e a correlação entre cada uma das variáveis quantitativas.

6.1 Análise dos dados meteorológicos e de material particulado e identificação dos possíveis setores impactados em Assistência

Com os valores médios de janeiro de 2016 a junho de 2017 referentes a MP₁₀ em Santa Gertrudes e valores médios do mesmo período referentes a temperatura, umidade relativa, precipitação total, pressão atmosférica, direção e velocidade dos ventos em Rio Claro (Tabela 6), foi possível avaliar as constantes variações das concentrações médias mensais de MP₁₀, segundo as diferentes condições meteorológicas aparentes em cada uma das 4 estações climáticas (verão, outono, inverno e primavera), além da identificação dos possíveis setores do distrito de Assistência mais impactados pela manifestação de MP₁₀ durante este período.

Tabela 6 – Médias mensais de MP₁₀ em Santa Gertrudes e médias mensais de temperatura, umidade relativa, pressão atmosférica, direção e velocidade dos ventos e precipitação total em Rio Claro (jan. de 2016 a jul. de 2017)

Ano	Meses	MP ₁₀ (µg/m ³)	Temp. (°C)	Umid. Rel. (%)	Precip. (mm)	Pres. Atm. (mb)	Dir. Ven.	Vel. Ven. (m/s)
2016	Jan.	29	23,4	72	233,8	941,0	L	1,2
	Fev.	33	24,2	68	132,6	942,8	L	0,9
	Mar.	31	22,7	73	133,6	944,2	L	0,7
	Abr.	70	22,3	71	28,2	944,1	L	0,6
	Mai	48	18,0	81	122,4	946,7	SSO	0,7
	Jun.	57	15,6	82	139,4	948,2	L	0,6
	Jul.	73	17,0	70	1,4	947,4	SO	0,8
	Ago.	63	18,9	68	39,4	945,9	SO	1,0
	Set.	59	20,9	67	14,4	945,3	SO	1,1
	Out.	42	21,9	70	86,6	942,9	SSO	1,2
	Nov.	34	21,8	74	122,4	942,1	L	1,0
	Dez.	25	23,1	73	158,8	941,6	L	0,9
2017	Jan.	23	23,4	81	298,8	942,3	L	0,6
	Fev.	34	24,1	75	86,3	941,9	L	0,7
	Mar.	31	22,8	78	201,5	943,5	SSO	0,7
	Abr.	40	21,4	79	164,6	944,7	SSO	0,6
	Mai	48	19,2	82	167,4	945,7	L	0,4
	Jun.	59	17,2	80	17,9	946,5	L	0,4
	Jul.	70	16,2	73	0,8	951,6	L	0,5

Fontes: Estação Meteorológica do CEAPLA e CETESB, 2017.

Nos meses de janeiro, fevereiro e março se observa que as médias mensais de MP₁₀ em Santa Gertrudes são baixas, sendo respectivamente 29 µg/m³, 33 µg/m³ e 31 µg/m³, indicando que a qualidade do ar foi Boa nesse período, tendo a ocorrência de poucos dias com qualidade Moderada. Esses valores foram influenciados diretamente pela ocorrência em Rio Claro de temperaturas mais elevadas, umidade relativa que variou entre 68% e 73%, índices alto e moderado de precipitação total, pressão atmosférica que aumentou gradativamente e velocidade dos ventos que diminuiu gradativamente de janeiro a março, em decorrência do fim do verão. Estas características favoreceram uma maior dispersão e diluição destas partículas na atmosfera. Com uma direção de vento predominante para Leste nestes três primeiros meses, a porção Norte de Assistência possivelmente recebeu um maior impacto de MP₁₀ no período, devido à presença de zonas de mineração a Noroeste.

Em abril, se observa uma concentração média elevada de MP₁₀ de 70 µg/m³, o que indica qualidade do ar Moderada para este mês. É importante destacar que nos dias 7 e 22 de abril foram registradas concentrações diárias de 103 µg/m³ e 101

$\mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente, indicando qualidade do ar Ruim nestes dois dias. Apesar de ser mínima a variação dos valores médios de temperatura, umidade relativa, pressão atmosférica e velocidade dos ventos, com relação aos três meses anteriores (janeiro a março), o índice baixo de precipitação total (28,2 mm) foi determinante para ocorrência de uma elevada concentração média mensal desta partícula em abril. De modo recorrente, o Norte de Assistência provavelmente recebeu maiores quantidades de MP_{10} , se comparado aos três meses anteriores, pela predominância de ventos para Leste.

No mês de maio se observou uma qualidade do ar Boa, pois a concentração média foi de $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$, tendo apresentado qualidade do ar Moderada do dia 2 ao 9 e nos dias 11, 13 e 27 do mês. Observa-se que houve redução da média de temperatura, aumento da pressão atmosférica e pouca variação na velocidade dos ventos, devido a aproximação do inverno, sendo importante destacar o índice moderado de precipitação total (122,4 mm) e, conseqüentemente, média alta de umidade relativa (81%), tendo sido fundamentais para caracterização de uma maior diluição de MP_{10} no ar e conseqüente redução de suas concentrações. Desta vez, os ventos se apresentaram predominantemente na direção Sul-Sudoeste (SSO), indicando que a porção Norte de Assistência foi mais vulnerável ao material particulado, por influência da localização de zonas de mineração ao Norte do distrito, além da presença da Delta Indústria Cerâmica S/A também ao Norte.

O mês de junho se caracterizou por uma qualidade do ar Moderada, abrangendo um valor médio de $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$, além de ter apresentado os dias 16, 29 e 30 com qualidade Ruim e concentrações de $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $102 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $110 \mu\text{g}/\text{m}^3$, respectivamente. Como conseqüência do início do inverno, se observou uma queda da temperatura média ($15,6^\circ\text{C}$), aumento da pressão atmosférica média (948,2 mb) e mais uma vez pouca variação da velocidade média dos ventos (0,6 m/s). Desta forma, estes valores meteorológicos favoreceram uma maior concentração de MP_{10} no ar, que possivelmente só não foi maior neste mês pelo índice moderado de precipitação total (139,4 mm) e média alta de umidade relativa (82%). Mais uma vez a direção predominante de ocorrência dos ventos foi Leste, indicando um possível maior impacto sobre o Norte do distrito.

Nos meses de julho, agosto e setembro, observaram-se médias mensais de qualidade do ar Moderada, sendo respectivamente de $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$. É importante observar que os dias 12, 13 e 15 de julho, 27 de agosto e 29 de

setembro se caracterizaram por apresentarem qualidade do ar Ruim, com concentrações médias diárias respectivas de $101 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $115 \mu\text{g}/\text{m}^3$, $128 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (maior média diária do ano e a única que ultrapassou a concentração limite vigente), $103 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$. De julho a setembro, observou-se um aumento gradativo das temperaturas médias e velocidade média dos ventos, apesar desta ser pouco expressiva, associado a uma gradativa redução das médias de pressão atmosférica, mínima variação das médias de umidade relativa e índices baixos de precipitação total, tudo isso em decorrência do final do inverno, entre agosto e setembro. É importante destacar que a menor precipitação total do ano no mês de julho (1,4 mm), foi determinante para a ocorrência da maior média mensal de concentração de MP_{10} em 2016. A porção Leste de Assistência possivelmente recebeu as maiores quantidades de MP_{10} , especialmente em julho, pela influência da direção dos ventos que soprou predominante para Sudoeste neste período, levando consigo altas quantidades de MP_{10} provindas principalmente das zonas de mineração a Nordeste do distrito.

No mês de outubro, houve uma concentração média mensal de MP_{10} de $42 \mu\text{g}/\text{m}^3$, o que indicou uma qualidade do ar Boa para o mês, apesar da ocorrência de qualidade do ar Moderada nos dias 8 e 9, 11, 17 ao 20 e 23 do mês. Este mês, se comparado a setembro, apresentou pequeno acréscimo dos valores médios de temperatura, umidade relativa e velocidade dos ventos, acentuado acréscimo do índice de precipitação total (de 14,4 mm para 86,6 mm) e redução da média de pressão atmosférica, gerando uma redução da concentração média mensal de MP_{10} . Por influência dos ventos predominantes para Sul-Sudoeste, a porção Norte de Assistência provavelmente recebeu maiores quantidades destas partículas.

Nos meses de novembro e dezembro, foram observadas baixas concentrações médias mensais de MP_{10} ($34 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $25 \mu\text{g}/\text{m}^3$), indicando uma qualidade do ar Boa, com a ocorrência de qualidade do ar Moderada apenas nos dias 22 e 25 de novembro e nos dias 2 e 7 de dezembro. De novembro a dezembro, em decorrência do início do verão, ocorreu um acréscimo das médias de temperatura, de precipitação total, variável constante de umidade relativa e velocidade dos ventos e um decréscimo de pressão atmosférica, garantindo uma baixa concentração de MP_{10} no ar. Nesse período, pela direção predominante dos ventos a Leste, a porção Norte de Assistência novamente foi mais vulnerável às manifestações de MP_{10} .

Entrando em 2017, os meses de janeiro e fevereiro apresentaram baixas médias mensais de MP_{10} , sendo respectivamente $23 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $34 \mu\text{g}/\text{m}^3$, indicando que a qualidade do ar foi Boa nesse período e tendo a ocorrência de apenas 6 dias com qualidade Moderada. Essas concentrações de MP_{10} , foram influenciadas pela ocorrência de temperaturas mais elevadas (médias respectivas de $23,4^\circ\text{C}$ e $24,1^\circ\text{C}$), umidades relativas elevadas, pela alta quantidade e variação de precipitação total de janeiro para fevereiro (de $298,8 \text{ mm}$ para $86,3 \text{ mm}$), que possivelmente teve maior influência sobre o aumento de MP_{10} no período, além de pressões atmosféricas com baixa variação e velocidade dos ventos praticamente constante. A porção Norte de Assistência provavelmente recebeu um maior impacto de MP_{10} neste período, como consequência dos ventos predominantes para Leste.

De março para abril se observou, assim como de janeiro para fevereiro, um aumento nas concentrações mensais de MP_{10} , indo de $31 \mu\text{g}/\text{m}^3$ para $40 \mu\text{g}/\text{m}^3$, o que demonstra uma qualidade do ar Boa, apesar de 2 dias de março e 6 dias de abril apresentarem qualidade Moderada. Como justificativa para o aumento das concentrações de MP_{10} , de março a abril se observa uma baixa queda nas temperaturas médias, umidade relativa alta e constante, alta precipitação total e baixa queda, baixo aumento da pressão atmosférica e uma baixa variação da velocidade dos ventos. Nestes dois meses, em decorrência da direção dos ventos predominante para Sul-Sudoeste, a porção Norte de Assistência foi novamente mais suscetível ao impacto do material particulado.

O mês de maio se caracterizou por uma concentração média mensal boa, de $48 \mu\text{g}/\text{m}^3$, porém com a ocorrência de 15 dias com concentração média moderada. Apesar dos altos índices de umidade relativa e precipitação total, a queda dos valores médios de temperatura e velocidade dos ventos e o aumento da pressão atmosférica, garantiram o aumento das concentrações de MP_{10} . Novamente, a direção predominante dos ventos durante maio foi o Leste, caracterizando um possível maior impacto sobre o Norte de Assistência.

Os meses de junho e julho apresentaram concentrações médias mensais moderadas, respectivamente $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, destacando-se a ocorrência de concentrações médias ruins, no dia 29 de junho com $105 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e em julho nos dias 14 com $122 \mu\text{g}/\text{m}^3$ (nível diário de concentração tolerado que é de $120 \mu\text{g}/\text{m}^3$ ultrapassado), 26 com $102 \mu\text{g}/\text{m}^3$ e 27 com $107 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Este aumento nas concentrações de MP_{10} se devem especialmente pela ocorrência de junho para

julho, da queda das médias mensais de temperatura e umidade e de precipitação total e do aumento de pressão atmosféricas, influenciadas pelo início do inverno, que foram respectivamente de 17,2°C para 16,2°C, de 80% para 73%, de 17,9 mm para 0,8 mm em decorrência do período de estiagem, que é um dos principais agravantes dos níveis de MP₁₀ e de 946,5 mb para 951,6 mb. Nos dois meses, devido a direção dos ventos predominantemente para Leste, a porção Norte do distrito provavelmente recebeu maior impacto do MP₁₀.

6.2 Variação dos dados

Para facilitar a visualização da variação dos valores médios de janeiro de 2016 até julho de 2017 de material particulado, temperatura, umidade relativa, precipitação total, pressão atmosférica e velocidade dos ventos, foram elaborados gráficos para cada uma destas variáveis (Figura 13).

Com base nos gráficos da Figura 13, foram avaliados os meses de abril, junho, julho, agosto e setembro de 2016 e junho e julho de 2017, por esses se destacarem pelas maiores médias mensais de MP₁₀ e por uma qualidade do ar Moderada. Para essa avaliação, considerou-se a correlação entre as variáveis desses meses para demonstrar como as condições meteorológicas interferiram na obtenção de maiores concentrações de material particulado.

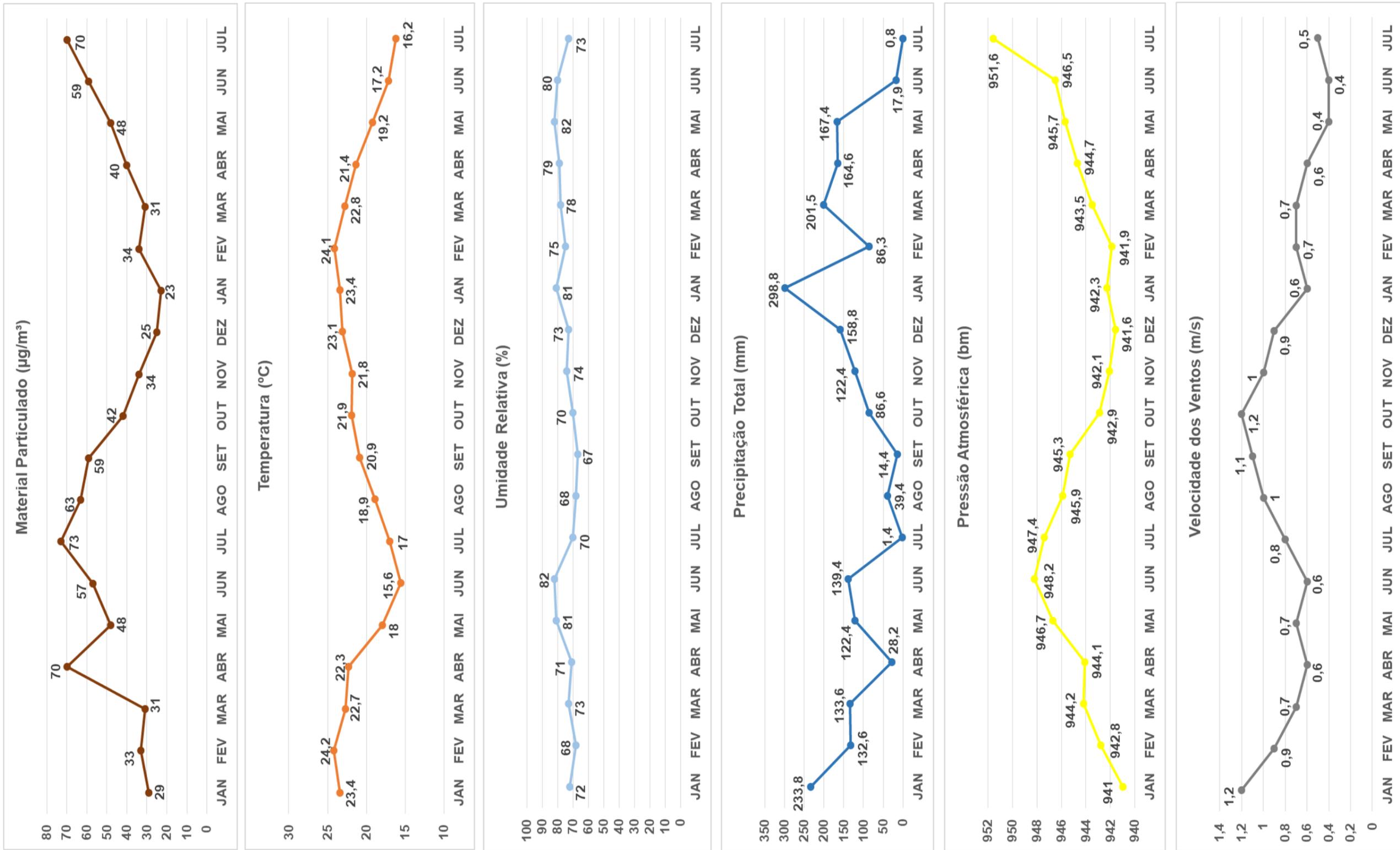


Figura 13 – Gráficos das variáveis de janeiro de 2016 a julho de 2017

Fonte: Elaborado pelo autor.

Em 2016, abril destacou-se por ser um episódio isolado, devido a brusca elevação da concentração média de MP_{10} para $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, se comparada aos níveis do mês anterior ($31 \mu\text{g}/\text{m}^3$). Esta concentração de MP_{10} foi determinada, sobretudo, pela queda brusca de precipitação total (28,2 mm), se comparada ao mês anterior que foi de 133,6 mm. Os valores médios das outras variáveis meteorológicas não justificam tamanha elevação da concentração de MP_{10} , por serem valores que contribuiriam com a dispersão e amenização dos níveis de poluição, sendo eles: $22,3^\circ\text{C}$ de temperatura, 71% de umidade relativa, 944,1 mb de pressão atmosférica e 0,6 m/s de velocidade dos ventos.

O mês de junho apresentou uma concentração média de MP_{10} de $57 \mu\text{g}/\text{m}^3$, em decorrência da baixa temperatura média de $15,6^\circ\text{C}$ e da alta pressão atmosférica média de 948,2 mb. A concentração de material particulado no ar só não foi mais elevada, devido sua amenização por influência dos valores registrados de umidade relativa e precipitação total, respectivamente, 82% e 139,4 mm, além da velocidade dos ventos em torno de 0,6 m/s, que influenciou pouco sobre a variação de material particulado.

Julho caracterizou-se pela concentração média de MP_{10} mais elevada de todo período estudado, sendo de $73 \mu\text{g}/\text{m}^3$. Todos os valores meteorológicos registrados durante esse mês foram propícios para tal concentração de MP_{10} , sendo a temperatura (17°C), a precipitação total (1,4 mm) e a pressão atmosférica (947,4 mb), os maiores responsáveis por esta concentração, seguido da influência dos valores de umidade relativa (70%) e velocidade dos ventos (0,8 m/s).

Agosto se comparado ao mês anterior, apresentou uma concentração média de material particulado menor, de $63 \mu\text{g}/\text{m}^3$, influenciada principalmente pelo aumento da temperatura média para $18,9^\circ\text{C}$ e da precipitação total para 39,4 mm e influenciada também, pela queda da pressão atmosférica para 945,9 mb. Além disso, também houve queda de umidade relativa para 68% e aumento da velocidade dos ventos para 1 m/s, sendo que ambas variáveis exerceram uma influência mínima sobre a quantidade média de MP_{10} na atmosfera em agosto.

Setembro apresentou uma concentração média de MP_{10} de $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$, devido à ocorrência de uma média de temperatura mais elevada de $20,9^\circ\text{C}$, uma média de pressão atmosférica mais baixa de 945,3 mb e por fim, uma média de velocidade dos ventos mais elevada de 1,1 m/s. A concentração de material particulado no mês

de setembro só não foi menor, em decorrência dos baixos valores de umidade relativa média (67%) e precipitação total (14,4 mm).

Já em 2017, junho caracterizou-se pela ocorrência de uma concentração média de MP_{10} de $59 \mu\text{g}/\text{m}^3$, onde os valores de $17,2^\circ\text{C}$ de temperatura média, $17,9 \text{ mm}$ de precipitação total, $946,5 \text{ mb}$ de pressão atmosférica média e $0,4 \text{ m/s}$ de velocidade média dos ventos, foram fundamentais para caracterizar este nível Moderado de qualidade do ar. Além disso, é importante citar que se não fosse pela umidade relativa média de 80%, possivelmente a concentração média de MP_{10} para junho seria mais elevada.

E julho, o último mês que apresentou qualidade do ar Moderada, destacou-se pela concentração média de MP_{10} de $70 \mu\text{g}/\text{m}^3$, como consequência da ocorrência de condições meteorológicas extremamente favoráveis para a ocorrência de maiores níveis de MP_{10} , sendo elas: baixa temperatura média de $16,2^\circ\text{C}$; precipitação total quase nula de $0,8 \text{ mm}$; pressão atmosférica média de $951,6 \text{ mb}$, sendo inclusive, a média de pressão atmosférica mais elevada de todo período estudado; umidade relativa média de 73%; e velocidade média dos ventos de $0,5 \text{ m/s}$.

6.3 Coeficiente de Correlação de Pearson (r)

O coeficiente de correlação de Pearson (r) mede o grau de correlação linear entre duas variáveis de dados quantitativos. O coeficiente é um índice adimensional com valores situados entre $-1,0$ e $1,0$ que reflete a intensidade de uma relação linear entre dois conjuntos de dados (x e y). Se o r corresponder a um valor positivo até 1, significa uma correlação positiva entre x e y, ou seja, os dois aumentam sucessivamente. Se o r corresponder a um valor negativo até $-1,0$, significa uma correlação negativa entre x e y, ou seja, uma variável aumenta e a outra diminui sucessivamente. E se r for igual a 0, significa que x e y não dependem linearmente um do outro. Porém nesse caso, pode existir alguma dependência que seja não linear entre x e y, sendo necessário uma investigação através de outros métodos. Na Figura 14, temos representada a equação do coeficiente Correlação de Pearson (FIGUEIREDO FILHO e SILVA JÚNIOR, 2009).

$$r = \frac{1}{n-1} \sum \left(\frac{x_i - \bar{X}}{sx} \right) \left(\frac{y_i - \bar{Y}}{sy} \right)$$

Figura 14 – Equação do Coeficiente de Correlação de Pearson (r)

Fonte: FIGUEIREDO FILHO e SILVA JÚNIOR, 2009.

Segundo Dancey e Reidy (2006) apud Figueiredo Filho e Silva Júnior (2009), o valor de r, positivo ou negativo, de 0,1 até 0,3 indica correlação fraca, de 0,4 até 0,6 indica correlação média e de 0,7 até 1 indica uma correlação forte entre as variáveis. Desta forma, um r mais próximo do 1, positivo ou negativo, indica um maior grau de dependência entre as variáveis, enquanto que um r mais próximo do 0, indica um menor grau de dependência entre as mesmas (FIGUEIREDO FILHO e SILVA JÚNIOR, 2009).

Neste trabalho, utilizou-se a Correlação de Pearson para analisar o nível de correlação entre os dados quantitativos de temperatura, umidade relativa, precipitação, pressão atmosférica e velocidade dos ventos e os níveis de MP₁₀, no período de janeiro de 2016 a julho de 2017, com o objetivo de determinar o grau de influência dos fatores meteorológicos sobre a variação de MP₁₀.

Na tabela 7, se observam os valores da correlação entre cada um dos fatores meteorológicos e de MP₁₀, obtidos no Excel através da seleção dos valores de cada um dos fatores, relacionando-os com os níveis de MP₁₀ e considerando-se todos os meses do período de análise.

Tabela 7 – Correlação entre os fatores meteorológicos e o MP₁₀

Fatores Meteorológicos	Correlação com MP₁₀
Temperatura	-0,70
Umidade Relativa	-0,25
Precipitação Total	-0,79
Pressão Atmosférica	0,76
Velocidade dos Ventos	-0,07

Fonte: Elaborado pelo autor.

A correlação de -0,70 entre a temperatura e o MP₁₀, indica uma correlação negativa e forte entre ambos, o que demonstra que o grau de temperatura presente no local em determinado período tem forte influência sobre a oscilação dos níveis de MP₁₀, o que pode ser comprovado pelos níveis de MP₁₀ serem menores durante os períodos mais quentes do ano e vice-versa. A correlação de -0,25 entre a umidade

relativa e o MP₁₀, indica uma correlação negativa e fraca entre ambos, o que demonstra que a umidade relativa exerce uma pequena influência sobre a variação dos níveis de MP₁₀, pelo fato das partículas de água presentes na atmosfera absorverem parte do material particulado. A correlação de -0,79 entre a precipitação e o MP₁₀, indica uma correlação negativa e forte entre ambos, o que demonstra que a precipitação apresenta uma grande influência na variação dos níveis de MP₁₀, evidenciado nos baixos níveis durante o período mais chuvoso e na mesma proporção, nos maiores níveis de MP₁₀ observados durante o período de seca. A correlação de 0,76 entre a pressão atmosférica e o MP₁₀, indica uma correlação positiva e forte entre ambos, demonstrando que maiores ou menores valores de pressão atmosférica, influenciam intensamente no maior ou menor nível de MP₁₀. Este fato pode ser comprovado durante o inverno, pois é quando os valores de pressão atmosférica e de MP₁₀ são mais elevados. E a correlação de -0,07 entre a velocidade dos ventos e o MP₁₀, indica uma correlação negativa, porém quase nula, indicando que a velocidade dos ventos coletada durante o período de estudo, exerceu uma influência muito baixa na variação dos níveis de MP₁₀.

6.4 Trabalhos de campo

Realizou-se uma visita a Unidade de Saúde da Família (USF), localizada no distrito de Assistência, com o intuito de entrevistar Aline Corazza Corrêa, enfermeira e coordenadora da USF. Segundo ela, há uma maior ocorrência de problemas de saúde agudos e respiratórios como tosse seca, pneumonia, gripe, resfriado, rinite alérgica, faringite, sinusite, laringite, traqueíte e bronquite, no período de abril a outubro, afetando a população residente no distrito.

A maior ocorrência dessas enfermidades durante o período se deve principalmente ao efeito da estiagem e das menores temperaturas registradas, que atingem a região durante o outono/inverno, colaborando com a manifestação de maiores níveis de particulados finos e sua dispersão na atmosfera. Além disso, também incidem problemas como poluição visual e estética nas localidades do polo, devido ao espalhamento da poeira em decorrência da ação dos ventos.

Também efetuou-se uma visita à Cerâmica Almeida, como parte das atividades do XIII Seminário Nacional de Arranjos Produtivos Locais de Base Mineral e X Encontro do Comitê Temático Rede *APL* mineral, organizado pela ASPACER e

realizado nos dias 25 e 26 de outubro de 2016 em Santa Gertrudes/SP. Nessa visita, foi possível acompanhar o processo produtivo dos revestimentos cerâmicos, desde a chegada da matéria-prima até a confecção do produto final, embalagem e armazenamento nos galpões, além do registro de determinadas fotografias para demonstrar algumas das etapas do processo produtivo dentro da indústria cerâmica (Figuras 1 a 7).

Além disso, no dia 19 de agosto de 2016, realizou-se uma visita a uma zona de mineração localizada próxima a Assistência, onde foi possível observar e registrar por meio de fotografias, como funciona uma mineradora e o quanto estas são áreas que oferecem riscos (Figuras 15 e 16). Observou-se que a argila extraída, após passar pela britagem, ser estocada, secada e desidratada por ser exposta ao sol, é coletada por retroescavadeiras e carregada em caminhões (Figura 17). Os caminhões carregados com argila saem da mineradora e tem como destino as beneficiadoras para o processo de moagem do material (Figura 18). Esses caminhões com a carga transitam, em sua maioria, por estradas não pavimentadas existentes nos arredores das mineradoras, que contam muitas vezes com a presença da monocultura de cana-de-açúcar em suas margens (Figura 19).



Figura 15 – Avisos sobre a presença da mineradora
Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 16 – Zona de mineração para extração de argila
Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 17 – Carregamento de caminhão realizado por retroescavadeira
Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 18 – Caminhões carregados com argila saindo da mineradora
Fonte: Elaborado pelo autor.



Figura 19 – Via de passagem de caminhões com a presença de cana-de-açúcar
Fonte: Elaborado pelo autor.

O trabalho de campo à mineradora e à Cerâmica Almeida, foram essenciais para compreensão de todo processo produtivo de pisos e revestimentos dentro do

PCSG, desde a extração da matéria-prima nas mineradoras até a confecção do revestimento no interior da indústria cerâmica. Além disso, estes trabalhos de campo permitiram a constatação de que algumas medidas mitigatórias para redução das emissões de material particulado, já vêm sendo adotadas por indústrias e mineradoras, tais como: umidificação e inserção de cacos cerâmicos nas vias não pavimentadas em que circulam os caminhões; circulação de caminhões com a carga coberta por lonas; e armazenagem da matéria-prima em galpões fechados.

Já a visita à USF no distrito de Assistência, para entrevista de Aline Corazza Corrêa, foi fundamental para identificação dos principais efeitos da presença da atividade cerâmica do entorno sobre a saúde dos moradores do distrito e também, para associação entre os períodos mais agravantes e de maior ocorrência destas enfermidades com os períodos de maior concentração de material particulado.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A análise do funcionamento de todo o processo produtivo de materiais de revestimento no Polo Cerâmico de Santa Gertrudes, desde o processo de extração da matéria-prima nas mineradoras, passando pelo beneficiamento do material, até a produção e armazenamento do revestimento final, associada à influência e impacto da atividade cerâmica sobre a qualidade do ar do distrito de Assistência, focando na poluição atmosférica, permitiram indicar que a presença de mineradoras localizadas ao Norte, Noroeste, Leste e Nordeste do distrito e a presença da Delta Indústria Cerâmica S/A ao Norte, bem como de outras indústrias cerâmicas a Nordeste, considerando ainda a presença da monocultura de cana-de-açúcar nos arredores do distrito, são as principais fontes emissores de material particulado (MP₁₀) na atmosfera.

Com base, no Decreto Estadual nº 59.113/2013 e na Resolução CONAMA nº 03/1990 relacionados às concentrações de MP₁₀ e aos padrões de qualidade do ar, na caracterização do material particulado e na compreensão da influência da dinâmica meteorológica sobre a manifestação e comportamento da poluição atmosférica, foi possível entender as variações constantes nas concentrações de MP₁₀ e na qualidade do ar, no período de janeiro de 2016 a julho de 2017. A partir daí, considerando-se o referido período, realizou-se uma análise conjunta das

concentrações médias de MP₁₀ e dos valores médios de cada uma das variáveis meteorológicas (temperatura, umidade relativa, precipitação total, pressão atmosférica, direção e velocidade dos ventos), permitindo-se determinar e caracterizar a qualidade do ar de Assistência, para cada um dos meses.

Com a interpretação integrada de todas as variáveis, organizadas na forma de tabela e gráficos, além da aplicação da Correlação de Pearson, foram determinados que os maiores responsáveis pela variação dos níveis de MP₁₀ no ar, são os valores de precipitação total, pressão atmosférica e temperatura, seguidos pela influência de umidade relativa e velocidade dos ventos, fatores que explicam a ocorrência das maiores concentrações de MP₁₀ durante o inverno, devido ao período de estiagem e registro de maiores pressões atmosféricas e menores temperaturas.

A partir destas avaliações, definiu-se que a porção Norte do distrito de Assistência foi a mais vulnerável às manifestações do MP₁₀ durante quase todo período considerado, com exceção dos meses de julho, agosto e setembro de 2016, período em que a porção Leste do distrito foi mais vulnerável ao MP₁₀. Apesar das diferenças entre as porções mais suscetíveis ao impacto do material particulado, dependendo do período analisado, pode-se afirmar que o distrito como um todo é afetado pela poluição no ar, com base nos vários casos de doenças respiratórias e agudas registrados em quase toda população que reside no distrito, principalmente durante as estações do outono e inverno.

Diante do exposto, os resultados desse estudo poderão auxiliar na elaboração de novas medidas mitigatórias voltadas para a redução das emissões de material particulado e outras partículas poluentes, de todo setor cerâmico e outros setores da economia local, resultando na melhora da qualidade do ar do distrito de Assistência e de toda região impactada pela poluição atmosférica provinda principalmente das atividades do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, I. T. **A poluição atmosférica por material particulado na mineração a céu aberto**. 1999. 194 p. Dissertação (Mestrado) – Escola Politécnica da Universidade de São Paulo. Departamento de Engenharia de Minas, São Paulo, 1999.

ABCERAM. Associação Brasileira de Cerâmica. Disponível em: <<http://abceram.org.br/>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

ANFACER. Associação Nacional dos Fabricantes de Cerâmica para Revestimentos, Louças Sanitárias e Congêneres. Disponível em: <<http://www.anfacer.org.br/>>. Acesso em: 16 mar. 2017.

ASPACER. Associação Paulista das Cerâmicas de Revestimento. Disponível em: <<http://www.aspacer.com.br/>>. Acesso em: 23 mar. 2017.

BUSTAMANTE, G. M.; BRESSIANI, J. C. A indústria cerâmica brasileira. **Cerâmica Industrial**, São Paulo, v. 3, n. 5, p. 31-36, maio/jun., 2000.

CARDOSO, K. G.; PANCHER, A. M. **A Poluição Atmosférica no Distrito de Assistência, Rio Claro/SP**: reflexo do Polo Cerâmico De Santa Gertrudes/SP. In: SIMPÓSIO NACIONAL DE GESTÃO E ENGENHARIA URBANA – SINGEORB, 1., 2017, São Carlos. No prelo.

CHRISTOFOLETTI, S. R.; MORENO, M. M. T. Sustentabilidade da Mineração no Pólo Cerâmico de Santa Gertrudes, São Paulo – Brasil. **Cerâmica Industrial**, v. 16, n. 3, maio/jun., 2011.

CEAPLA. **Centro de Análise e Planejamento Ambiental**. Rio Claro: Instituto de Geociências e Ciências Exatas (IGCE). Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho”. Disponível em: <<http://igce.rc.unesp.br/#!/ceapla>>. Acesso em: 03 set. 2017.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Disponível em: <<http://www.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 29 abr. 2017.

_____. Licenciamento Ambiental. Disponível em: <<http://licenciamentoambiental.cetesb.sp.gov.br/>>. Acesso em: 16 jun. 2017.

_____. **Projeto Corumbataí Cerâmicas**: Negociação de conflitos ambientais com o envolvimento de segmentos sociais e o polo cerâmico de Santa Gertrudes. São Paulo: CETESB, 2005.

_____. Qualidade do ar no estado de São Paulo 2015. **Série Relatórios/CETESB**, São Paulo, 2016.

CONAMA. Conselho Nacional do Meio Ambiente. Resolução CONAMA nº 3, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. **Diário Oficial da União**, 22 de agosto de 1990. Seção I.

CONSTANTINO, A. O.; ROSA, S. E. S.; CORRÊA, D. R. **Panorama do setor de revestimento cerâmico**. Rio de Janeiro: BNDES, 2006.

CORTESE, G. C. **Avaliação dos impactos ambientais no processo da produção cerâmica de uma indústria do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes – SP**. 2008. 34 f. Monografia (especialização em Sustentabilidade Ambiental) – Universidade Estadual Paulista, Centro de Estudos Ambientais, Rio Claro, 2008.

LORETI JUNIOR, R.; SARDOU FILHO, R.; CALTABELOTI, F. P. **Projeto Polo Cerâmico de Santa Gertrudes**: estado de São Paulo. São Paulo: CPRM, 2014.

FIGUEIREDO FILHO, D. B.; SILVA JÚNIOR, J. A. Desvendando os Mistérios do Coeficiente de Correlação de Pearson (r). **Revista Política Hoje**, Recife, v. 18, n. 1, 2009.

FRANCHINI, R. B. **A indústria cerâmica e a poluição atmosférica no município de Santa Gertrudes – SP**. 2004. 50 f. Monografia (especialização em Vigilância Sanitária). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2004.

FUNDACENTRO. Fundação Jorge Duprat Figueiredo de Segurança e Medicina do Trabalho. **Manual de controle de poeira no setor de revestimentos cerâmicos**. Programa Nacional de Eliminação da Silicose – PNES. São Paulo: ASPACER, 2010.

GALINARE, R.; TEIXEIRA JUNIOR, J. R. Panorama do setor de revestimentos cerâmicos no Brasil. **Informe Setorial da Área Industrial**, Brasília, n. 26, p. 1-11, nov., 2013.

GARCIA, L. B. R. **O passado e o presente**: Santa Gertrudes – seu povo e sua história. Rio Claro: [s.n.], 2003.

GOOGLE. Google Earth Pro. Versão 7.1.7.2606. Disponível em: <<https://www.google.com.br/earth/download/ge/agree.html>>. Acesso em: 07 maio 2017.

IAOCHITE, J. C. **Novos tempos e antigas especialidades – o pólo cerâmico e as inércias espaciais no contexto da produção do espaço urbano de Santa Gertrudes – SP**. 2008. 107 f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2008.

IBGE. INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **IBGE Cidades**. Disponível em: <<http://cidades.ibge.gov.br/xtras/home.php>>. Acesso em: 08 abr. 2017.

IAG. Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. **Processos Atmosféricos da Poluição Ambiental**. São Paulo: USP. Disponível em: <www.iag.usp.br/siae98/meteorologia/poluicao.htm>. Acesso em: 20 abr. 2017.

IPT. Instituto de Pesquisas Tecnológicas. **Mineração & Município: bases para planejamento e gestão dos recursos minerais**. São Paulo: IPT, 2003.

_____. **Formulação do Plano Diretor de Mineração dos Municípios de Santa Gertrudes, Cordeirópolis, Ipeúna, Iracemápolis e Rio Claro – Relatório Final. Relatório Técnico**, São Paulo, v. 1, n. 129 345-205, p. 1-252, 2012.

LIMA, M. A.; LUIZ, A. J. B.; NEVES, M. C. **Gases de Efeito Estufa da Queima de Cana-de-açúcar no Estado de São Paulo: 1990 a 2015**. Jaguariúna: Embrapa Meio Ambiente, 2016.

LOMBARDO, M. A.; MENDES, A. A. **Paisagens Geográficas e Desenvolvimento Territorial**. Rio Claro: Programa de Pós-graduação em Geografia – UNESP; Associação de Geografia Teórica – AGETEO, 2005.

MECHI, A.; SANCHES, D. L. Impactos ambientais da mineração no Estado de São Paulo. **Estudos Avançados**, São Paulo, v. 24, n. 68, p. 209-220, 2010.

MEDEIROS, E. N. M. **Sistema de Gestão da Qualidade na Indústria Cerâmica Vermelha. Estudo de caso de uma indústria que abastece o mercado de Brasília**. 2006. 190 p. Dissertação (Mestrado em Estruturas e Construção Civil) – Departamento de Engenharia Civil e Ambiental, Universidade de Brasília, Brasília, 2006.

NUNES, A. C. N.; RESENDE, S. S. **Guia Técnico Ambiental da Indústria de Cerâmica Vermelha**. Belo Horizonte: FIEMG – Federação das Indústrias do Estado de Minas Gerais; FEAM – Fundação Estadual de Meio Ambiente, 2013.

OLIVEIRA, M. **Caracterização mineralógica e química das fontes de poeira e sua influência na atmosfera da região do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes (SP)**. 2014. 162 f. Tese (Doutorado). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2015.

OLIVEIRA, M. C.; MAGANHA, M. F. B. **Guia técnico ambiental da indústria de cerâmica branca e de revestimento**. São Paulo: CETESB, 2006. (Série P+L).

PANCHER, A.M.; **Os reflexos do desenvolvimento da indústria cerâmica e da urbanização nos municípios do Polo Cerâmico de Santa Gertrudes/SP**. In.: Simpósio Brasileiro de Geografia Física e I Congresso Nacional de Geografia Física, 17. 2017, Campinas. Campinas: IG/UNICAMP 2017. No prelo.

PANCHER, A. M.; ROSSETTI, L. A. F. G. **Uso da terra dos municípios de Rio Claro e Santa Gertrudes/SP e localização do Distrito de Assistência: 2010**. Rio Claro: CEAPLA, 2017.

ROSEIRA, M. N. V.; TAKAYANAGUI, A. M. M. Meio Ambiente e Poluição Atmosférica: O caso da cana-de-açúcar. **Revista Saúde**, Ribeirão Preto, v. 30, p. 76-83, 2004.

ROSSINI, R. C. **A Indústria Cerâmica no município de Rio Claro/SP: Uma análise da estrutura produtiva e dos aspectos sócio-econômicas e espaciais.** 2002. 65 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2002.

SÃO PAULO. **Secretaria do Meio Ambiente.** Disponível em: <<http://www.ambiente.sp.gov.br/>>. Acesso em: 16 jun. 2017.

SECATTI, A. C.; TREVISAN, J.; BUENO, N. H. **A Poluição Atmosférica e a Espacialização das Doenças Respiratórias na Cidade de Santa Gertrudes – SP.** 103 f. Relatório de Pesquisa (Geografia) – Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Departamento de Geografia, Rio Claro, 2005.

SILVA, J. R. R. **Caracterização físico-química de massas cerâmicas e suas influências nas propriedades finais dos revestimentos cerâmicos.** 2005. Dissertação (Mestrado). Universidade Federal do Paraná, Engenharia e Ciências dos Materiais, Curitiba, 2005.

SINDICER. Sindicato da Indústria da Cerâmica Vermelha. Disponível em: <<http://www.sindicermf.com.br/>>. Acesso em: 13 abr. 2017.

TAVARES, S. F.; GRIMME, F. W. Análise de Processos Produtivos em Cerâmica Vermelha – Estudo de caso comparativo entre Brasil e Alemanha. In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO – ENTAC, 11., 2002, Foz do Iguaçu. **Anais eletrônicos...** Foz do Iguaçu: InfoHab/LabEEE, 2002. p. 723-732.

SANTOS, V.; GASTMANS, D. Composição química da água de chuva em Rio Claro (SP). **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, v. 37, n. 2, p. 45-60, 2016.