



UNIVERSIDADE ESTADUAL PAULISTA
"JÚLIO DE MESQUITA FILHO"
CÂMPUS DE PRESIDENTE PRUDENTE

LUAN ENOCHS RIBEIRO NETO

**OS POSSÍVEIS IMPACTOS ATMOSFÉRICOS DECORRENTES DA EXPANSÃO
RURAL E URBANA NO MUNICÍPIO DE SANDOVALINA, SP**

OS POSSÍVEIS IMPACTOS ATMOSFÉRICOS DECORRENTES DA EXPANSÃO RURAL E URBANA NO MUNICÍPIO DE SANDOVALINA, SP

Monografia apresentada ao Conselho de Curso de Graduação em Geografia, da Faculdade de Ciências e Tecnologia (FCT), da Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” (UNESP), *campus* de Presidente Prudente, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Jaschke Machado.

R484p	Ribeiro Neto, Luan Enochs Os Possíveis Impactos Atmosféricos Decorrentes Da Expansão Rural E Urbana No Município De Sandovalina, Sp / Luan Enochs Ribeiro Neto. -- Presidente Prudente, 2024 59 f. : il., tabs., fotos, mapas Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Geografia) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Faculdade de Ciências e Tecnologia, Presidente Prudente Orientador: Antonio Jaschke Machado 1. Variabilidade Climática. 2. Temperatura da Superfície. 3. Área Fonte. I. Título.
-------	--

DECLARAÇÃO

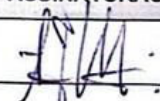
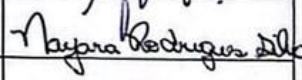
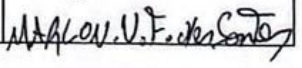
Eu, **Prof. Dr. Antonio Jaschke Machado**, declaro que o aluno **Luan Enochs Ribeiro Neto**, cumpriu, sob minha orientação, 180 horas de Estágio Supervisionado e Trabalho de Graduação do Curso de Bacharelado em Geografia, desta Faculdade.

Título de Monografia: ***"Os Possíveis Impactos Atmosféricos Decorrentes da Expansão Rural e Urbana no Município de Sandovalina, SP."***

A Monografia foi apresentada, em defesa pública, no dia **09 de dezembro de 2024**, às 14h00min, na Sala de Reuniões do CEETAS, "Sala de Reuniões Florestan Fernandes".

Após as arguições e defesa do(a) candidato(a), eu, mais os membros da banca arrolados abaixo, atribuímos a nota mgv (9,0).

Presidente Prudente, 09 de dezembro de 2024.

BANCA AVALIADORA	ASSINATURAS
Prof. Dr. Antonio Jaschke Machado (orientador)	
Nayara Rodrigues da Silva	
Marlon Vinícius Ferreira dos Santos	

DEDICATÓRIA

Dedico este trabalho à minha mãe (Cristiane Maria) que não pude abraçar, mas cuja essência e amor estão presentes em minha vida. Sua ausência é um capítulo triste, mas sua memória é uma luz que ilumina meu caminho.

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus pela força, sabedoria e perseverança ao longo desta jornada. Sem sua orientação e luz, eu não teria conseguido chegar até aqui.

À minha mãe, que, mesmo não estando fisicamente ao meu lado, sempre esteve presente em cada passo desta jornada. Sua força e amor me acompanham todos os dias, guiando-me e inspirando-me a ser uma pessoa melhor. Este trabalho é, de certa forma, uma homenagem a você. Tudo o que conquistei e ainda conquistarei carrega o seu legado. Obrigado, mãe, por ser minha maior fonte de energia e por continuar viva em meu coração.

A minha vó Deodina Correia, por ter me criado com tanto amor, carinho e responsabilidade. Ela é a pessoa que mais me inspira a ser forte e vencer cada obstáculo da vida. Agradeço por acreditar em mim desde o início e sempre me amparar quando se faz necessário, agradeço também por sempre me apoiar e estar do meu lado em todas as minhas decisões. Sou muito grato a você, vó.

As minhas irmãs, Luana e Lara, vocês foram uma fonte constante de apoio, carinho e inspiração ao longo de toda essa jornada. A minha irmã Luana, agradeço pelas conversas, pela paciência e por cada gesto de encorajamento que me ajudaram a seguir em frente, especialmente nos momentos mais desafiadores. A minha irmã Lara, diante de todas as circunstâncias, meu muito obrigado. Obrigado por acreditarem em mim e estarem sempre ao meu lado. A presença e o amor de vocês fizeram toda a diferença, e sou muito grato por ter irmãs tão especiais em minha vida.

Agradeço a todos os meus tios por sempre estarem presente na minha vida e na minha trajetória até a graduação, Tio Gilmar, Tia Inez, Tia Vânia, Tio Gilberto, e agradeço por terem me proporcionado momentos únicos durante toda minha vida. A minha Tia Jéssica e meu Tio Issao, meu muito obrigado por sempre estarem dispostos a me ajudar. Sou muito grato a vocês. Em especial aos meus tios Edileuza e Benedito, por abrirem mão de suas vidas para se tornarem pais e poderem viver a vida da minha irmã, sou muito grato a vocês.

Aos meus primos, que estiveram ao meu lado ao longo dessa jornada, sou imensamente grato. Agradeço, pelas palavras de incentivo e por cada momento de descontração que tornaram essa fase mais leve. Cada conversa, brincadeira e apoio que recebi de vocês me ajudaram a manter o equilíbrio e a persistir, mesmo nos momentos mais desafiadores. Obrigado por serem família e amigos, e por contribuírem de maneira especial para que eu chegasse até aqui.

À minha madrinha Louise, minha eterna gratidão. Sua presença em minha vida é uma bênção que sempre guardarei com carinho. Agradeço por todos os conselhos, apoio e incentivo que recebi ao longo deste período. Este trabalho é também fruto do seu apoio e puxões de orelha, e sou grato por ter alguém tão especial ao meu lado em todos os momentos. Obrigado por ser luz em minha vida e por acreditar em mim.

Ao meu companheiro, deixo meu mais profundo e sincero agradecimento. Assim como para sua família, meu sincero agradecimento pelo carinho, acolhimento e apoio durante essa etapa tão importante da minha vida. O apoio e a amizade de vocês foram essenciais para que eu concluísse este projeto com dedicação e alegria.

Aos meus amigos e colegas, que me acompanharam durante essa caminhada, pelos momentos de alegria, troca de conhecimentos e apoio mútuo, tornando este percurso mais leve e motivador. Agradeço especialmente às minhas amigas, Giovana e Victoria por estarem sempre presentes e por contribuírem para o meu crescimento pessoal e acadêmico, e minha amiga Isabela, o melhor presente que a universidade poderia me dar, para poder deixar meus dias mais alegres e tranquilos quando tudo estava conturbado, minha companheira de casa, minha companheira de conversas difíceis, minha melhor pessoa, minha melhor versão. Isa meu muito obrigado.

Ao meu orientador Antonio Jaschke, por toda a orientação, paciência e apoio durante a elaboração deste trabalho. Sua dedicação e conhecimentos foram fundamentais para o desenvolvimento deste projeto e para o meu aprendizado nesse último ano de curso. Agradeço também a minha primeira orientadora Rosangela Hespanhol, que me mostrou que a geografia não é apenas a sala de aula, mas também a pesquisa, meu muito obrigado pelos ensinamentos e contribuições.

Por fim, agradeço a todos os professores e funcionários da Universidade Estadual Paulista “Júlio Mesquita Filho” FCT- Unesp, que contribuíram de maneira direta ou indireta para a minha formação, proporcionando um ambiente de aprendizado enriquecedor.

A todos, meu muito obrigado!

RESUMO

O objetivo principal deste trabalho foi analisar os impactos da expansão urbana e rural na qualidade do ar, com seu foco na poluição atmosférica, mudanças antrópicas e a industrialização. O estudo foi centrado no município de Sandovalina, SP- SP, observando três pontos: Urbano, suburbano e rural. As hipóteses exploram as consequências que a urbanização e atividades industriais têm sobre o clima local, com criação de ilhas de calor e o impacto da poluição na saúde dos moradores. O método inclui a coleta de dados e sistematização para criação de gráficos expositivos a partir do uso dos equipamentos como termômetro infravermelho e termo-higrômetro, além de uma análise de dados sobre os materiais particulados (MP10 e MP2,5) obtidos pela CETESB e dados do INMET para avaliar a variabilidade climática. A partir dos dados coletados os resultados foram obtidos, as áreas urbanas e suburbanas apresentam temperaturas mais altas e baixa umidade, agravadas pela falta de vegetação e pela pavimentação, todavia o espaço rural mostra-se um ambiente mais fresco e úmido devido a sua cobertura vegetal. O estudo destaca também a influência da urbanização no aumento da temperatura e na redução da qualidade do ar, principalmente devido à concentração de materiais particulados dissipados pela industrialização local, afetando tanto o microclima quanto a saúde da população de Sandovalina, SP e regiões adjacentes.

Palavras Chaves: Variabilidade Climática; Temperatura da Superfície; Área Fonte.

ABSTRACT

The main objective of this study was to analyze the impacts of urban and rural expansion on air quality, focusing on atmospheric pollution, anthropogenic changes and industrialization. The study was centered on the municipality of Sandovalina, SP, observing three points: urban, suburban and rural. The hypotheses explore the consequences that urbanization and industrial activities have on the local climate, with the creation of heat islands and the impact of pollution on the health of residents. The method includes data collection and systematization to create expository graphs using equipment such as infrared thermometers and thermo-hygrometers, in addition to an analysis of data on particulate matter (MP10 and MP2.5) obtained by CETESB and data from INMET to assess climate variability. From the data collected, the results were obtained: urban and suburban areas have higher temperatures and low humidity, aggravated by the lack of vegetation and paving; however, rural areas are cooler and more humid due to their vegetation cover. The study also highlights the influence of urbanization on the increase in temperature and the reduction in air quality, mainly due to the concentration of particulate matter dissipated by local industrialization, affecting both the microclimate and the health of the population of Sandovalina, SP and adjacent regions.

Keywords: Climate Variability; Surface Temperature; Source Area.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 – Área Fonte.....	20
Figura 2 – Imagem dos três espaços escolhidos para a pesquisa. O destaque em vermelho refere-se ao ponto onde o estudo foi centrado.....	30
Figura 3 – Imagem da Propriedade Rural. O destaque em vermelho refere-se ao ponto onde o estudo foi centrado.....	30
Figura 4 – Imagem do Centro Urbano. O destaque em vermelho refere-se ao ponto onde o estudo foi centrado.....	31
Figura 5 – Imagem do Conjunto Habitacional (Subúrbio). O destaque em vermelho refere-se ao ponto onde o estudo foi centrado.....	32
Figura 6 – Carta Sinótica.....	43
Figura 7 – Representação conceitual da contribuição da área fonte para sensores instalados em Presidente Prudente, SP, sob influência de vento SW.....	46

LISTA DE MAPAS

Mapa 1 – Mapa de Localização do Município de Sandovalina, SP.....	28
--	----

LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1 – Comparativo Precipitação Acumulada (mm). INMET.....	35
Gráfico 2 – Comparativo de Temperatura Mínima (°C). INMET.....	36
Gráfico 3 – Comparativo de Temperatura Média (°C). INMET.....	37
Gráfico 4 – Comparativo Temperatura Máxima (°C). INMET.....	38
Gráfico 5 – Comparativo Umidade Relativa (%). INMET.....	39
Gráfico 6 – Comparativo Insolação Total (Horas e Décimos). INMET.....	40
Gráfico 7 – Comparativo de Temperatura (°C) Sandovalina, SP.....	48
Gráfico 8 – Comparativo de Umidade (%) Sandovalina, SP.....	49
Gráfico 9 – Comparativo da Temperatura do Solo (°C) Sandovalina, SP.....	50
Gráfico 10 – Comparativo Temperatura da Copa de Árvore (°C) Sandovalina, SP.....	52
Gráfico 11 – Comparativo Temperatura de Edificações (°C) Sandovalina, SP.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados Horários- Meteorológico.....	44
Tabela 2 – Dados Horários – Poluentes.....	45

LISTA DE ABREVIATURA E SIGLAS

CETESB: Companhia Ambiental do Estado de São Paulo

CONAMA: Conselho Nacional do Meio Ambiente

COVs: Compostos orgânicos voláteis

CDHU: Companhia de desenvolvimento habitacional e urbano do estado de São Paulo

FMC: Fumaça

IBGE: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

MP: Materiais Particulados

MP10: Partículas Inaláveis

MP2,5: Partículas Inaláveis Finas

NO2: Dióxido de Nitrogênio

NOx: Óxidos de nitrogênio

O3: Ozônio

PTS: Partículas Totais em Suspensão

SO2: Dióxido de Enxofre

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA	13
1.1. Objetivos Geral e Específicos	18
2. ESTRUTURA DO TRABALHO	18
2.1. Referencial teórico Meteorológico	20
2.2. Referencial teórico Geográfico	21
2.2.1. Espaço	21
2.2.2. Espaço Rural	22
2.2.3. Espaço Urbano	23
2.2.4. Subúrbio	24
3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	26
3.1. Procedimentos	26
3.2. Amostragem de Dados	27
3.2.1. Área de Estudo	27
3.2.2 Coleta de Dados	29
3.3. Amostragem	33
4. RESULTADOS	33
4.1.Evolução Sazonal dos Elementos Climáticos	33
4.1.1. Precipitação Acumulada	35
4.1.2. Temperatura Mínima	36
4.1.3. Temperatura Média	37
4.1.4. Temperatura Máxima	37
4.1.5 Umidade Relativa	38
4.1.6. Insolação	39
4.2. Partículas em suspensão e a qualidade do ar	40
4.2.1. Partículas Inaláveis (MP10)	41
4.2.2. Partículas Inaláveis finas (MP2,5)	41
4.2.3. Área fonte de um sensor instalado a sotavento SW de Sandovalina, SP	45
4.3. Energia Armazenada na Superfície	47
4.3.1. Evolução Horária da Temperatura à Superfície	47
5. CONSIDERAÇÕES FINAIS	55

1. INTRODUÇÃO E JUSTIFICATIVA

As ações antrópicas e o padrão de vida humano exercido atualmente dentro das cidades tem se mostrado insustentável e degradantes ao meio ambiente (MAIA; NETTO; COSTA, 2019). Dentre fatores de degradação, a poluição atmosférica e a qualidade do ar tem tido posição de destaque devido ao seu poder de atingir grandes parcelas da população e do ambiente.

As mudanças nas características da superfície, como a troca de vegetação e áreas verdes por construções e pavimentação com a expansão rural e urbana, mudam os níveis da superfície, alterando assim o comportamento de diversas variáveis, entre elas; Paisagem; Clima e a poluição atmosférica do ambiente. Para a discussão desse trabalho, é necessário entender a definição desses termos e conceitos.

Uma abordagem que surge sobre a Paisagem, apresenta uma linha baseada na lógica do pensamento do território, não apenas centrado nos elementos econômicos mas também aos valores sociais, culturais e ecológicos. Seguindo esse pensamento, Deffontaines (1972), por exemplo, define a paisagem como “uma porção do espaço perceptível a um observador onde se insere uma combinação de fatos visíveis e de ações das quais, num dado momento só percebemos o resultado global.” (TRICART, 1981, p.8).

Bertrand desenvolve uma análise da paisagem que se enquadra nesta mesma linha, tornando o conceito de geossistema mais difundido na Geografia. Concebendo a paisagem a partir de uma visão sistêmica, o autor apresenta sua definição:

A Paisagem não é a simples adição de elementos geográficos disparatados. É, em uma determinada porção do espaço, o resultado da combinação dinâmica, portanto instável, de elementos físicos, biológicos e antrópicos que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem da paisagem um conjunto único e indissociável, em perpétua evolução. (BERTRAND, 2004, p.141).

É necessário frisar que não se trata apenas da “paisagem natural” mas da paisagem total, onde integra todas as implicações de ações antrópicas. A Sociedade sempre procura adequar a natureza às suas necessidades e com isso promove transformações drásticas no meio em que vive, sendo que algumas delas podem ser negativas e irreversíveis, como é o caso do clima.

O clima para Jardim (2017), pode ser definido como:

processo e não apenas como “input” energético (entrada de energia), uma vez que participa de toda a cadeia de relações e eventos, desde a entrada de energia no sistema (radiação solar), passando pela interação com os componentes do meio (interação com os fatores naturais e antrópicos) até o impacto final (organização dos diferentes tipos de climas e biomas, intemperismo físico e químico, formação e/ou ausência de chuvas, períodos com excedente de calor etc.) (JARDIM, 2017, p.83).

Segundo Monteiro (1975), o clima se configura como um sistema aberto, dinâmico, complexo, adaptativo, auto regulador e tridimensional, onde cada um dos termos traduzem propriedades dos sistemas urbanos e ambientais.

O clima tem um grande impacto sobre os diferentes ambientes podendo intensificar quanto atenuar efeitos, como sequências de anos chuvosos ou secos, períodos frios ou quentes entre outros, inclusive aos ligados às atividades humanas, como a agricultura, industrialização, abastecimento hídrico, expansão rural e expansão urbana que, neste caso, está fortemente ligado ao nível de organização de uma dada sociedade a fim de aproveitá-la.

Para Müller (2009) o processo de expansão urbana, na maioria das vezes, ocorre de maneira inadequada devido a diversos fatores socioeconômicos, que avança sobre áreas desaconselháveis ou inadequadas a qualquer tipo de ocupação.

Define-se que o ambiente urbano é um local de convergência humana e que, portanto, está em contínua expansão. Dependendo do contexto em que este ambiente esteja inserido, tal convergência pode ocorrer mais ou menos intensamente segundo Müller (2009).

Os primeiros estudos sobre climas já tinham consciência de que a atividade humana poderia causar mudanças nos mesmos, registros meteorológicos já mostravam as diferenças entre as áreas urbanas e áreas rurais, que foram estudadas desde o pioneiro estudo específico do clima de uma cidade (LANDSBERG, 2006, p.95; *apud* HOWARD, 1833). Desde cedo era perceptível a presença da poluição atmosférica.

Para Torres e Martins (2005) os fenômenos meteorológicos exercem um papel fundamental em relação à poluição do ar. As condições meteorológicas possibilitam a estabelecer uma forma de ligação entre a fonte poluidora e o receptor, tendo como referência o transporte e a dispersão dos poluentes.

Segundo a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental, ligada à Secretaria do Meio Ambiente do governo de São Paulo (CETESB), o nível de poluição do ar refere-se à medição das substâncias poluentes presentes nele. Qualquer substância que, devido à sua

concentração, possa tornar o ar prejudicial, nocivo ou desagradável à saúde é considerada um poluente.

A poluição atmosférica e a qualidade do ar se relacionam, especificamente, aos materiais particulados em suspensão na atmosfera, que determinam o nível de poluição de acordo com a intensidade, concentração e disponibilidade dessas substâncias, segundo MAIA; NETTO e COSTA (2019).

O processo migratório da população de zonas rurais para zonas urbanas, que ocorreu no início do século passado, resultou num processo acentuado de urbanização e exposição à poluição atmosférica (MATEUS et al., 2022, p. 17; *apud* KRISTIANSSON et al., 2015), ocasionando um aumento desses materiais particulados na atmosfera.

A influência da urbanização no clima local se faz presente também em relação às zonas rurais, que segundo MACHADO (2000), apresenta parâmetros bem distintos de alguns elementos climáticos, especialmente a temperatura e a precipitação.

Yanagi et al. (2012) destacam que o termo abrangente “material particulado” abrange uma variedade de poluentes, sólidos e líquidos, que podem permanecer suspensos na atmosfera devido ao seu pequeno porte.

Segundo Torres e Martins (2005) os poluentes atmosféricos:

[...] conhecidos como “material particulado (MP)” não constituem uma espécie química definida, e sim um conjunto de partículas no estado sólido ou líquido com diâmetro menor que 100µm que incluem pós, poeiras, fumaças e aerossóis emitidos para atmosfera de diversas maneiras. (TORRES; MARTINS, 2005, p. 25).

De acordo com Torres e Martins (2005) e a Companhia de Tecnologia de Saneamento Ambiental (CETESB), vinculada à Secretaria do Meio Ambiente do governo de São Paulo, a poluição do ar é medida pela quantidade de substâncias poluentes presentes na atmosfera. Qualquer substância que, em determinada concentração, torne o ar inadequado, prejudicial ou desagradável à saúde, ou que cause algum impacto direto ou indireto ao bem-estar da população, é considerada um poluente.

Segundo Brito, Araújo e Silva (2018; *apud* FU et al., 2013) muitos poluentes têm origem natural e se acumulam ao longo do tempo, os poluentes de origem humana estão presentes na atmosfera em grandes quantidades. Apesar de os ventos e correntes de ar ajudarem a dispersar as partículas poluentes, a frequência de emissões contribui significativamente para a poluição, especialmente em áreas industrializadas e regiões com tráfego intenso de veículos.

Vormittag (2014) pontua que a urbanização provoca uma série de mudanças no estilo de vida das pessoas, passando a estabelecer hábitos que alteram drasticamente o ambiente. Essas mudanças ambientais, por sua vez, afetam a saúde de diversas maneiras, tanto física quanto mentalmente, de forma global ou individual.

Dentre as fontes antropogênicas de liberação de material particulado na atmosfera, destaca-se o setor industrial e a construção civil (DANTAS; AZEVEDO E FELICIANO, 2017), que poluem e contaminam a atmosfera e o meio ambiente. Diante dessa situação é importante destacar que durante a fase de construção de uma cidade é a que mais contribui para a poluição atmosférica. Uma vez que a urbanização esteja concluída, os níveis de poluição tendem a se estabilizar. Em relação à industrialização, é fundamental lembrar do gás SO₂, que além de liberar partículas, contribui para a acidificação da atmosfera, causando efeitos como a chuva ácida.

De acordo com a resolução do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA), no 003 de 28 de junho de 1990, no Art. 1º, os poluentes atmosféricos podem ser entendidos como:

Entende-se como poluente atmosférico qualquer forma de matéria ou energia com intensidade e em quantidade, concentração, tempo ou características em desacordo com os níveis estabelecidos, e que tornem ou possam tornar o ar: I- impróprio, nocivo ou ofensivo à saúde; II - inconveniente ao bem-estar público; III - danoso aos materiais, à fauna e flora; IV - prejudicial à segurança. ao uso e gozo da propriedade e às atividades normais da comunidade (BRASIL, 1990, p. 1).

O setor da construção civil segundo Resende (2007), exerce uma notável influência nos impactos ambientais, sendo o principal responsável. Quase todas as atividades humanas dependem de algum tipo de ambiente construído, por mais simples que seja. Isso gera uma enorme demanda por diversos tipos de recursos, resultando em uma interação intensa entre o setor industrial, a construção civil e o meio ambiente.

Silva (2003) destaca que a construção civil possui forte relação com o alcance do desenvolvimento sustentável, seja em escala local, regional, nacional ou global. É a indústria que mais causa impactos ambientais. As fontes de poluição resultantes de processos de construção incluem gases nocivos, ruído, poeira e resíduos sólidos (ARAÚJO, 2014; *apud* TAH et al., 2001).

A poluição causada por materiais particulados e sua dispersão na atmosfera representam um desafio significativo para a construção civil:

[...] visto que a grande variedade das suas atividades apresenta grande potencial para desprender e emitir MP no ambiente, criando desta forma, durante o decorrer da obra emissões com características diferenciadas, tais como o seu tamanho, composição, nível de concentração, o tempo de suspensão no ar, entre outras, que são de grande importância para o monitoramento (ARAÚJO 2014; *apud* LIPFERT, 1994; FERREIRA; FELICIANO et al., 2004; FORTI; ALVALA, 2012).

Segundo Roth (2009) o modelo atual de construção civil no Brasil, ao longo de toda sua cadeia produtiva, provoca diversos danos ambientais. Além de utilizar de forma extensiva matérias-primas não renováveis e consumir grandes quantidades de energia na extração, transporte e processamento dos insumos, o setor é conhecido pelo desperdício de materiais e por ser uma significativa fonte de geração de resíduos na sociedade.

A poluição do ar em centros urbanos, especialmente os industrializados e com alta densidade urbana, tem agravado os problemas ambientais, climáticos e sociais associados às emissões atmosféricas de atividades econômicas desses setores.

A poluição atmosférica causa impactos na saúde humana, afetando diretamente a qualidade de vida das pessoas, principalmente porque os poluentes entram no corpo humano por vias respiratórias. (GOUVEIA et al., 2019).

Esta discussão justifica-se pois esses processos estão associados ao crescimento populacional, à industrialização, ao desenvolvimento econômico, a busca por novas terras para cultivo, a migração da população urbana para áreas rurais, e à migração das áreas rurais para as urbanas. Ambas expansões podem causar impactos significativos no meio ambiente, na economia e na sociedade, como enfatizam Torres e Martins (2005):

A influência da urbanização no clima local se faz presente também em relação às zonas rurais, que segundo MACHADO (2000), apresenta parâmetros bem distintos de alguns elementos climáticos, especialmente a temperatura e a precipitação. (Torres e Martins 2005, p. 27).

Além disso, qualquer alteração sobre a cobertura natural do solo (plantações, casas, construções, caminhos, expansão entre outros) destrói os microclimas pré-existent (LANDSBERG, 2006; *apud* GEIGER, 1950), nesse estudo sendo divididos em três sub-áreas, sendo elas: Urbano; Rural e Subúrbio. Tal processo possui influência direta sobre o conforto térmico para a população, ocasionando impactos sobre determinada região.

Sendo assim, o presente trabalho pretende responder às seguintes questões: Como a alteração da cobertura do solo, edificação, pavimentação e industrialização afeta os padrões climáticos nas áreas urbanas e rurais? Quais são as principais diferenças de temperatura média

apresentadas entre as áreas urbanas, suburbanas e rurais? Quais são as consequências da poluição atmosférica para a saúde das populações urbanas, especialmente em grupos vulneráveis?

Considerando a importância da escala municipal, mas sem perder de vista que esta faz parte da totalidade que enseja os processos, foi selecionado o município de Sandovalina, SP como recorte territorial da pesquisa (município escolhido para análise pois cresci no mesmo e com o avanço da industrialização e expansão territorial despertou o interesse da pesquisa) a partir dessa análise as consequências em territórios próximos como o município de Presidente Prudente.

1.1. Objetivos geral e específicos

O objetivo principal deste trabalho é identificar e analisar as características e mudanças atmosféricas, como temperatura e umidade devido à expansão rural e urbana. Tendo como recorte territorial o Município de Sandovalina, SP e três sub-áreas de estudo, sendo elas: Urbano, Suburbano e Rural. Identificando, a partir de diferentes estudos de caso, os aspectos, econômicos, industriais, políticos, físicos, culturais, ambientais, que favorecem os impactos decorrentes dessas expansões.

Os objetivos específicos deste estudo foram:

- a) Analisar a variação climática entre os espaços urbano, rural e subúrbio.
- b) Analisar os impactos na qualidade do ar em áreas afetadas pela expansão rural e urbana, considerando a presença de poluentes atmosféricos, mudanças antrópicas e a industrialização.
- c) Identificar os possíveis poluentes atmosféricos no município, devido a dissipação da pulverização aérea, queimadas, construção e pavimentação e as consequências para a saúde local.

2. ESTRUTURA DO TRABALHO

O trabalho está estruturado em (5) partes, além desta introdução, das considerações finais, referências bibliográficas e apêndices. No capítulo dois (2) são apresentadas as características do município de estudo. Nele, buscou-se explicar as características locais e uma breve descrição da história do município

No capítulo três (3) são expostas as definições de espaço, espaço rural, espaço urbano e subúrbio. Esse capítulo está subdividido em três itens, sendo que no primeiro foram analisadas e apontadas as diversas definições de espaço por autores como: Santos (2006); Corrêa (1982) Harvey (2012) e Braga (2007). Nele, buscou-se explicar as conceituações e características relacionadas ao tema da pesquisa, servindo como base teórica, apresentando mais a fundo as definições de espaço e as sub-áreas que serão trabalhadas no decorrer do trabalho.

No capítulo quatro (4) será trabalhado os resultados a partir do conceito de variabilidade climática, trazendo as contribuições e definições de autores como, Conti; Nascimento Júnior; Pinto; Aguiar Neto, Nunes e Lombardo. Trazendo também para uma análise de comparação dos dados de variações da precipitação acumulada, das temperaturas média, máxima e mínima, umidade relativa e insolação, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) do município de Presidente Prudente.

Será trabalhado também nesse capítulo o conceito de materiais particulados, trazendo contribuições para o entendimento deste conceito como: Resende, e o site Qualar-Cetesb. Trazendo também as definições em específico dos materiais particulados como as: Partículas Inaláveis (MP10) e Partículas Inaláveis Finas (MP2,5) pontuando suas características diferenciais.

Após a definição dos materiais particulados uma análise utilizando os dados horários – meteorológico, dados horários – poluentes e a Carta Sinótica da Marinha foi realizado para apresentar as vantagens de um clima estável, com baixos índices de queimadas e poucas atividades industriais são relevantes para toda uma região mostrando os dados horários – poluentes de Presidente Prudente como beneficiário.

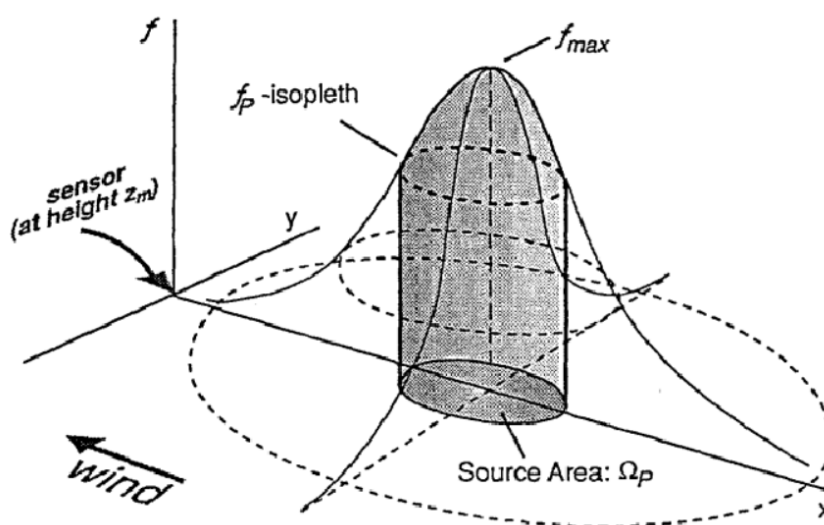
Mantendo-se no capítulo (4) foi analisada a Variabilidade Horária no Município de Sandovalina, a partir dos dados coletados em campo nas três áreas da pesquisa (urbano, rural e subúrbio). A partir dos dados coletados a criação de cinco gráficos se fez necessário para a análise, os gráficos apontam as diferenças de temperatura entre as localidades e em pontos como copa de árvores, edificações e solo, e um gráfico apontando as diferenças de umidade entre um ponto e outro para assim visualizar a variabilidade do município.

Por fim, o trabalho apresenta a dissipação do vento através do conceito de área fonte, tendo seu centro o município de Sandovalina, e sua elipsoide abrangendo um campo maior e em direção ao município de Presidente Prudente, levando consigo a dissipação dos materiais particulados, sendo mostrados através dos dados apresentados pelas tabelas da CETESB. Finalizando com as considerações finais, abordando todo o conteúdo discutido e fechando o trabalho com uma análise geral.

2.1. Referencial teórico Meteorológico

Foi utilizada também a metodologia de Área Fonte, que pode ser definida como uma área total que contribui para o comportamento térmico de um determinado ponto. Esse termo refere-se a uma definição geral que inclui diversos pontos.

Figura 1 – Área Fonte.



Fonte: Núñez Peiró; Sánchez e González (2019, p.5).

Como mostra na figura 1, a extensão da área fonte se espalha contra o vento, isso dependendo de sua localização entre outros vários fatores. A área fonte tem um aumento de tamanho e distância em relação ao sensor conforme aumenta sua altura de observação (sendo representada por z_m na figura), a rugosidade ou estabilidade do tempo. Essa função representa o que cada ponto da área tenha a medição total. Sobre a superfície (f_{max}) existe uma distância para atingir seu pico, e logo em seguida passa a diminuir, discussões são geradas ao tratar de profundidade próximas ao solo, onde as áreas de superfície passa a ter variações em metros,

se tornando crucial para o contexto urbano, onde a área fonte tem uma maior sensibilidade às variações em propriedades de superfície.

2.2. Referencial teórico Geográfico

2.2.1. Espaço

O conceito de espaço refere-se ao ambiente onde ocorrem as interações humanas, naturais e sociais. Ele não é apenas um local físico, mas um produto das relações entre a sociedade e a natureza. O espaço é constantemente transformado por atividades humanas, que moldam a paisagem por meio de sua ocupação, exploração de recursos, urbanização e outras práticas.

Esse conceito inclui tanto os aspectos ambientais como (relevo, clima, vegetação) quanto os aspectos sociais, culturais e econômicos, transformando em um cenário dinâmico que reflete as relações de poder, produção e organização. Com o avanço da geografia o espaço passou a ter sua própria definição aos olhos dos geógrafos e pesquisadores.

O conceito de espaço abrange definições de diversas áreas do conhecimento acadêmico. Por essa razão, Harvey (2012 [2006], p. 8) o descreveu como um conceito complexo, devido à sua capacidade de gerar múltiplas interpretações. Segundo o autor, o espaço deve ser encarado como uma chave para analisar a sociedade capitalista, especialmente no contexto urbano. Nesse sentido, o geógrafo classifica sua natureza em três categorias: absoluto, relativo e relacional.

Para Corrêa (1982) é o mais abrangente, apresentando-se como “um todo” do qual derivam os demais conceitos e com o qual se relacionam. Braga (2007, p.69; *apud* MOREIRA 1982) entende o espaço geográfico como estrutura de relações sob determinação do social; é a sociedade vista com sua expressão material visível, através da socialização da natureza pelo trabalho.

Milton Santos (2006) complementa essa visão afirmando que:

O espaço é formado por um conjunto indissociável, solidário e também contraditório, de sistemas de objetos e sistemas de ações, não considerados isoladamente, mas como o único quadro no qual a história se dá. No começo era a natureza selvagem, formada por objetos naturais, que ao longo da história vão sendo substituída por objetos fabricados, objetos técnicos, mecanizados e, depois, cibernéticos, fazendo com que a natureza artificial

tenda a funcionar como uma máquina. Através da presença desses objetos técnicos: hidroelétricas, fábricas, fazendas modernas, portos, estradas de rodagem, estradas de ferro, cidades, o espaço é marcado por esses acréscimos, que lhe dão um conteúdo extremamente técnico. (SANTOS, 2006; p. 39).

O espaço é hoje um sistema de objetos cada vez mais artificiais, povoado por sistemas de ações igualmente imbuídos de artificialidade, e cada vez mais tendentes a fins estranhos ao lugar e a seus habitantes, (Santos, 2006; p. 39).

Com essas mudanças que o espaço sofre tudo em sua volta passa a ser modificado. O crescimento das cidades e a industrialização é um exemplo de que a mudança tem suas consequências: a alteração da paisagem natural, transformando áreas rurais em ambientes urbanos e áreas de indústria, com infraestrutura e edificações externas para habitação, trabalho e lazer. Esse processo gera novas dinâmicas sociais e econômicas e impacta diretamente o meio ambiente em seus diversos espaços, sendo eles: Espaço Rural; Espaço Urbano e Suburbano.

2.2.2. Espaço Rural

O rural brasileiro, que foi visto por alguns setores da sociedade como consequência de atraso e de problemas, tem transformado essa imagem e agora é visto como uma fonte de negócio para a industrialização e o avanço da urbanização.

Para Brandenburg (2010) o espaço rural:

Há décadas identificado como um espaço de produção de alimentos, de geração de divisas e depositário de mão de obra potencial para o desenvolvimento urbano e industrial, o rural vivencia atualmente uma multiplicação de suas “funções” junto ao conjunto da sociedade. (BRANDENBURG, 2010; p. 51).

Essa mudança na percepção sobre o meio rural no Brasil traz um diálogo importante, e que pode ser descrito como: o rural, antes de visto como um "espaço privado", destinado à produção e reprodução de um grupo social específico, passa a ser reconhecido como um "espaço público", desempenhando diversas funções, como a preservação ambiental e paisagística, o turismo e lazer, a industrialização e a conservação do patrimônio cultural.

A industrialização tem eliminado progressivamente a distinção entre cidade e campo, entre o rural e o urbano, e unificando-os de maneira dialética.

A intensificação da pluriatividade, que não permite mais definir o rural exclusivamente pela atividade agrícola, em face do surgimento de outras atividades não-agrícolas, desenvolvidas ou não pela população do campo; [e a] crescente busca de meios alternativos de vida no campo por pessoas oriundas da cidade, movimento tributário do pensamento ecológico e do questionamento da sociedade baseada na aceleração promovida pelo ritmo da industrialização (COELHO NETO, 2013, p. 157).

Segundo Jacinto, Mendes e Pehouskei (2012):

[...] campo e cidade, cidade e campo formam uma unidade contraditória. Uma unidade onde a diferença entre os setores da atividade econômica (agricultura, pecuária e outros, em um; indústria, o comércio, etc., em outro) vai sendo soldada de um lado pela presença, na cidade, do trabalhador assalariado (boia-fria) do campo. (JACINTO et al, p.174).

Dessa forma, o rural brasileiro se destaca como um espaço dinâmico e em constante evolução, onde desempenha um papel essencial na construção de novas formas de desenvolvimento e interação entre os diferentes setores da sociedade. Ele se torna uma peça-chave tanto para o avanço econômico quanto para a preservação dos valores culturais e problemas ambientais, consolidando-se como um espaço de múltiplas possibilidades.

A área rural a ser analisada atualmente desempenha um papel importante para a industrialização local, a fazenda que a anos atrás possuía seu grande e vasto pasto destinado para criação de bovinos passou a ser cultivo de cana-de-açúcar. Cultivo esse que é destinado para a usina que fica localizada no município também em uma área rural.

2.2.3. Espaço Urbano

O espaço urbano é o cenário onde se manifestam diversas relações sociais e econômicas, servindo como a principal base territorial para o desenvolvimento do capitalismo: a cidade. Nesse ambiente, ocorrem a produção, a comercialização, os investimentos e as transações que moldam a dinâmica da circulação de dinheiro no território (Santos, 2006).

Corrêa (1995) ao conceituar o espaço urbano, afirma que:

O conjunto dos usos da terra justapostos entre si definem áreas, como o centro da cidade, local de concentração de atividades comerciais, de serviços e de gestão, áreas industriais, áreas residenciais distintas em termos de forma e conteúdo social, de lazer, e entre outras aquelas reservadas à futura

expansão. Este complexo conjunto de usos da terra é, na realidade, a organização espacial da cidade, ou simplesmente, o espaço urbano, que aparece assim como espaço fragmentado.” (CORRÊA 1995, P.7).

Lefebvre destaca que o espaço urbano é onde ocorrem essas duas esferas de reprodução, que se conecta de maneiras variadas e em diferentes intensidades, dependendo do estágio de desenvolvimento das forças produtivas, especialmente no que diz respeito ao avanço do meio técnico-científico.

Para Ferreira e Freitas (2011; p.4) o espaço urbano, em sua essência congrega materialidades e imaterialidades, o que pressupõe ações e relações que envolvem os agentes sociais que o produzem e o consomem, criando-o e recriando-o conforme suas práticas.

As transformações no espaço urbano têm uma natureza histórica, onde englobando interesses, estratégias e práticas espaciais que, por sua própria essência, estão permeadas por ideologias. Como resultado, elas também trazem contradições e conflitos. Os agentes sociais, conforme Corrêa:

“estão inseridos na temporalidade e espacialidade de cada formação socioespacial capitalista” e que “são os agentes que materializam os processos sociais na forma de um ambiente construído, seja a rede urbana, seja o espaço intraurbano” reiterando que agentes e processos “são inseparáveis, elementos fundamentais da sociedade e de seu movimento” (CORRÊA 2011 p. 43).

Segundo Harvey (2011), a produção do espaço urbano é fundamental para o crescimento do capitalismo financeiro, já que grandes volumes de capital são movimentados por meio de empréstimos de longo prazo. Além disso, essas modalidades de investimento, que se baseiam em diferentes formas de endividamento, desempenham um papel crucial na emergência das crises capitalistas.

O espaço urbano não é apenas o cenário onde ocorrem as interações econômicas e sociais, mas também produto e ferramenta essencial para a expansão do capitalismo. Suas transformações são impulsionadas por interesses em sua produção e uso. Ao mesmo tempo, essas mudanças estão diretamente ligadas ao avanço das forças produtivas e à lógica de acumulação de capital, reforçando o papel central da cidade no processo de reprodução do sistema capitalista. Assim, o espaço urbano se configura como um campo dinâmico, em constante reconstrução, onde se entrelaçam práticas, ideologias e conflitos que moldam a sociedade contemporânea, não sendo pensadas as consequências para os impactos atmosféricos.

2.2.4. Subúrbio

A periferia se define pela sua condição de dependência do centro, diferente do subúrbio que seria apenas a variação da periferia, um pouco mais urbanizada. O conceito de subúrbio se perde, desaparece em pequenas cidades, e aparece como um atributo exclusivo dos centros urbanos de grande complexidade.

A ideia de subúrbio traz consigo uma nova concepção de espaço e sociabilidade, marcando a ruptura e a transição para a modernidade urbana. O subúrbio simboliza a existência dividida entre o urbano e o rural. No entanto, esse conceito tem sido negligenciado no meio acadêmico, sendo substituído pela noção de periferia, que se coloca como seu oposto. Na periferia, observa-se a subordinação da cidade e o processo de urbanização à lógica da renda fundiária.

Subúrbio na sua definição, na geografia, refere-se às áreas que circundam as áreas centrais dos aglomerados urbanos. Derivada da palavra inglesa suburb, que literalmente significa “sub-cidade”(SOTO, 2008; p. 110).

Soto (2008), enfatiza também que o subúrbio é um território indefinido e em transição. Um território potencialmente urbano, mas que ainda não o é, que pode ser ocupado pelo crescimento urbano planejado. Considerando o subúrbio como a margem do urbano.

Para Domingues (1996), o subúrbio é frequentemente associado a uma representação social estigmatizada, sendo visto como um espaço de exclusão e marginalização social, onde a cidadania é percebida como incompleta. A distância em relação ao centro não é apenas geográfica, mas também sociológica.

Nas palavras de Martins (2008, p. 45) “o subúrbio designa a identidade específica de uma realidade espacialmente social entre a roça e a cidade, o produzir e o mandar, o trabalhar e o desfrutar”. Para Domingues (1995), a identificação de um subúrbio, qualquer que ele seja independentemente do tempo ou do lugar, implica uma ideia de fragmentação do espaço urbano:

O subúrbio é a margem, o extra muros, o território impreciso e não consolidado do ponto de vista urbanístico; espécie de reserva fundiária de um crescimento urbano de tipo extensivo e submetido, ora a um processo de planeamento extremamente regulado, ora a processos espontâneos de urbanização de maior ou menor densidade pouco ou nada regulados por qualquer figura de plano e, quase sempre, caracterizados por níveis muito baixos de infraestrutura básica (DOMINGUES, 1995; p. 6).

O subúrbio representa um afastamento tanto real quanto simbólico em relação ao centro, indo além da dimensão puramente geográfica. Áreas que são espacialmente centrais também podem ser consideradas parte do subúrbio. Ele se torna uma alternativa para os habitantes urbanos, oferecendo, a diferentes classes sociais, uma ilusão de acesso ao direito à cidade.

[...] embora o subúrbio seja um fenômeno urbano desencadeado e acelerado por processos econômicos, na América Latina - seguindo o modelo americano -, ele é envolto por conotações culturais: o ideal de um modo de vida em contato com a natureza, fora da insegurança dos centros poluídos e povoados por uma enorme diversidade de sujeitos sociais (HIERNAUX; LINDÓN, 2004, p. 109).

A análise das dinâmicas que definem a periferia e o subúrbio revela a complexidade das relações sociais e espaciais nas áreas urbanas, o subúrbio emerge como uma transição entre o urbano e o rural. A cidade contemporânea deve ser vista em sua totalidade, considerando as múltiplas camadas que a compõem, desde o urbano, rural e subúrbio, mas levando em consideração as diferenças climáticas de cada área. A urbanização deve ser um processo planejado e sustentável, que respeite as identidades locais e as aspirações dos seus habitantes.

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1. Procedimentos

Para o desenvolvimento desta pesquisa, de caráter descritivo e experimental com dados quantitativos e qualitativos para avaliar os impactos atmosféricos decorrentes da expansão rural e urbana, foi realizado o levantamento bibliográfico em livros, revistas científicas, trabalhos acadêmicos e em sites, a seleção e a leitura do material referente aos seguintes temas: Clima, paisagem, materiais particulados, poluição atmosférica, qualidade do ar, espaço rural, espaço urbano, subúrbio.

Posteriormente, fez-se a coleta e sistematização de dados coletados em campo nas áreas escolhidas para a pesquisa, sendo eles: espaço urbano, rural e o subúrbio. Esses dados coletados em campo foram durante o período de 06 dias, em horários diversos durante o dia, tarde e noite sendo eles: 09:00 da manhã; 13:00 e 17:00 da tarde e 21:00 da noite, utilizando o termômetro infravermelho e o termo higrômetro para captação.

Os dados fornecidos pela Qualar da Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB) foram utilizados para a análise de descrição para os dados de material particulado do Qualar-Cetesb para o município de Presidente Prudente. Trazendo enfoque para os materiais particulados do município, sendo eles: Partículas Inaláveis (MP10) e Partículas Inaláveis Finas (MP2,5).

Foram utilizados também dados sobre a variações da precipitação acumulada, das temperaturas média, máxima e mínima, umidade relativa e insolação, fornecidos do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para para uma análise de comparação do município de Presidente Prudente, município este sendo considerado como representativo de uma região onde também está localizado Sandovalina, SP.

Foram também utilizados dados primários e secundários para o desenvolvimento e entendimento desse estudo. Os dados primários são coletados em campo nas áreas escolhidas para o estudo (espaço urbano, rural e suburbano) através de equipamentos como o termômetro-infravermelho e o termo-higrometro respectivamente para capturar a temperatura e umidade das áreas em questão. Em relação aos dados secundários foram utilizados os sites Qualar da cetesb e o Banco de Dados do Inmet para obtenção dos dados base respectivamente dados sobre os materiais particulados como o MP10 e o MP2,5 e dados sazonais de 30 anos sobre a temperatura mínima, média e máxima, precipitação acumulada, umidade relativa e insolação total.

A utilização de cartas sinópticas também se fez necessária para desenvolvimento do trabalho, principalmente no que se refere à direção dos ventos para a mostra das possíveis consequências de dissipação dos materiais particulados em municípios vizinhos com a direção do vento. Para esta pesquisa, foi selecionada a metodologia de análise em diferentes ritmos: horário, sinótico e sazonal.

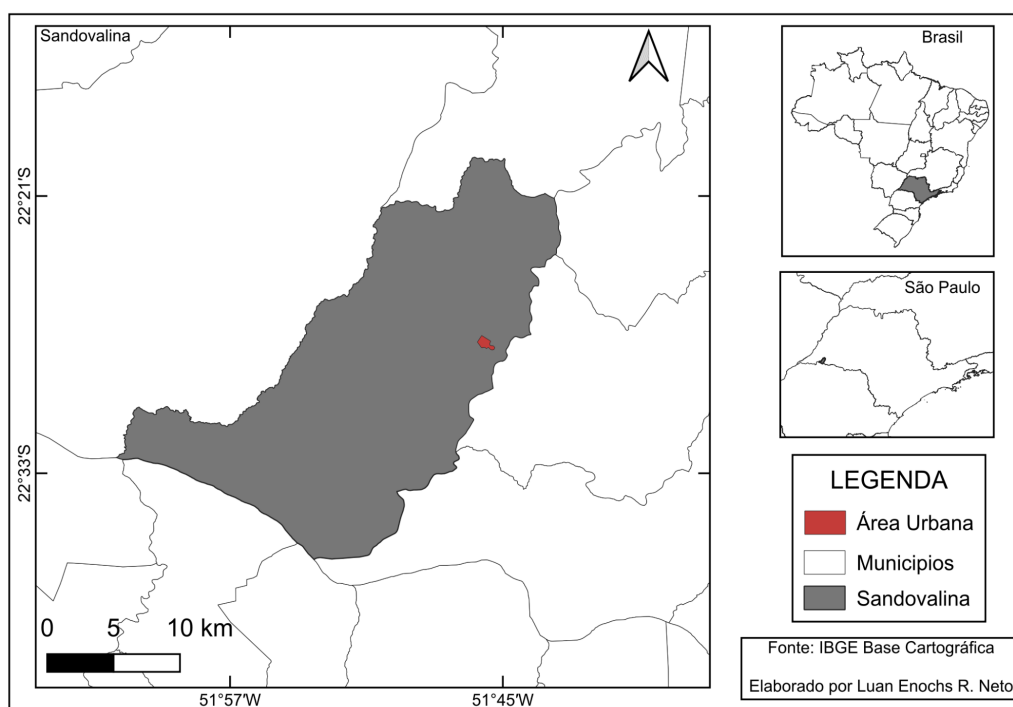
3.2. AMOSTRAGEM DE DADOS

3.2.1 Área de Estudo

O município de Sandovalina, SP está localizado no extremo oeste paulista (Mapa 1), entre os paralelos 22°27'22 de latitude sul e 51°45'47 de longitude oeste, com área urbana de aproximadamente 456,4 km², com população estimada de 3.645 habitantes (IBGE, 2022) e dista cerca de 623 km da capital paulista. Com altitude média de 245 a 460 m acima do nível

do mar, e é constituído essencialmente por rochas do grupo Bauru e de depósitos sedimentares.

Mapa 1- Mapa de Localização do Município de Sandovalina, SP.



Fonte: Elaborado pelo autor.

No município de Sandovalina, a paisagem é dominada por colinas de topos tabulares, que compreendem 62% da área total. Em contraste, colinas de topos convexos ocupam 37%, e 1% é formado por terraços/planícies fluviais. Em termos de altitude, 32% da área varia entre 373 e 416 metros, enquanto 30% varia entre 330 e 373 metros. Áreas com altitudes de 288 a 330 metros abrangem 25% do município, enquanto altitudes de 416 a 460 metros cobrem 9%, e altitudes de 245 a 288 metros representam 4%.

Quanto à declividade, parte do município está na classe de "Muito Fraco", caracterizada por declives suaves, enquanto outra parte está na classe "Fraco". O solo predominante é composto por argissolos e latossolos, ambos com características distintas.

O clima na região do Pontal do Paranapanema é tropical, situado em uma zona de transição climática. Ele é influenciado pelas massas de ar Tropical Atlântica, Tropical

Continental e Polar Atlântica, ocasionalmente pela massa de ar Equatorial Continental. O município possui um período seco durante o inverno e um período chuvoso durante o verão.

A cobertura vegetal do município é predominantemente do Bioma Mata Atlântica, embora também contenha áreas de vegetação do Bioma Cerrado. As formações originais de Florestas Estacionais representavam 82% do território, enquanto as fisionomias savânicas compreendiam 18%. Atualmente, apenas 4,85% das terras de Sandovalina, conservam essas fisionomias florestais originais.

Em meados de 1950, dá-se origem a um povoado, por Antônio Sandoval Neto, proprietário de vasta área de terras na região que dá origem ao Município de Sandovalina, SP. A formação do povoado foi fruto dos últimos resquícios de pioneirismo que se notava na região da Alta Sorocabana e que demandava rumo ao Norte/Nordeste do Paraná e ao Sul do Mato Grosso do Sul.

Com o tempo, o povoado e o comércio foram se expandindo e seu fundador loteou uma pequena área, em torno do povoado, vendendo os lotes à prestação, vislumbrando uma futura cidade. O desenvolvimento econômico da região implicou um avanço administrativo, fazendo com que, em 30 de dezembro de 1953, o povoado fosse elevado à condição de Distrito de Paz de Sandovalina, criado no Município de Presidente Bernardes, com sede e povoado de igual nome e com território desmembrado do Distrito de Nova Pátria, pelo Decreto no 2456, de 30/12/1953, posto em execução em 1º de janeiro de 1954.

Sandovalina, foi elevada a Município, com sede na mesma vila e de igual nome, pela Comissão Administrativa do Estado, conforme a Lei no 5285, de 18 de fevereiro de 1959, instalando-se o Município em 1º de janeiro de 1960, (PREFEITURA MUNICIPAL, 2021; SANTOS, 2021).

3.2.2 Coleta de Dados

Para o estudo foi proposto a análise em três áreas distintas do município de Sandovalina, essas áreas possuem características semelhantes mas não igualitárias em seu processo de desenvolvimento, sendo elas natural ou antropogênico.

Figura 2 – Imagem dos três espaços escolhidos para a pesquisa. O destaque em vermelho refere-se ao ponto onde o estudo foi centrado.



Fonte: Google Earth. Acesso em: Set. de 2024.

Os espaços escolhidos para análise e desenvolvimento deste trabalho são localizações que passam por uma mudança antrópica, seja por meio da industrialização e ou urbanização para o avanço do desenvolvimento local, não sendo pensadas as consequências geradas para a população em geral e para o clima local, com a dissipação de agrotóxicos, materiais particulados, construções civis, entre outros.

Figura 3 – Imagem da Propriedade Rural. O destaque em vermelho refere-se ao ponto onde o estudo foi centrado.



Fonte: Google Earth. Acesso em: Set. de 2024.

Com o avanço do cultivo da cana de açúcar no município as propriedades rurais passaram a “arrendar” suas terras para o cultivo da mesma e cada vez mais próximas das áreas urbanas, como é o caso da Fazenda analisada. Essa mudança de pasto para áreas de cultivo industrial (cana-de-açúcar) altera principalmente o clima local e consequentemente por ser uma área próxima, o clima urbano também sofre as alterações e consequências.

Um dos principais problemas para o meio urbano com o avanço da industrialização do meio rural é a dissipação de agrotóxicos por vias aéreas. A também chamada pulverização, que embora o foco central é o meio rural onde o cultivo da cana-de-açúcar é centrado, o centro urbano sofre com essa dissipação.

O meio rural pode sofrer principalmente com mudanças no clima local, o que antes possuía um grande e vasto pasto verde com árvores favorecendo o clima, é reduzido a áreas de terra tombadas e preparadas para receber o plantio da cana-de-açúcar, trazendo possíveis mudanças para o meio e o seu entorno.

Figura 4 – Imagem do Centro Urbano. O destaque em vermelho refere-se ao ponto onde o estudo foi centrado.



Fonte: Google Earth. Acesso em: Set. de 2024.

A área urbana destinada para o trabalho possui seu foco central no centro da cidade, centro esse em que o município começou seu desenvolvimento e mudança na paisagem, causando as primeiras mudanças no microclima local.

Além das mudanças causadas por esse desenvolvimento de expansão urbana, a industrialização local também é colocada em pauta como já citado, pois as áreas canavieiras se encontram muito próximas a área urbana causando a dissipação de poluentes na atmosfera, além das queimadas que essas áreas também sofrem e a queima da caldeira, causas essas que decorrem do avanço capitalista financeiro.

Figura 5 – Imagem do Conjunto Habitacional (Subúrbio). O destaque em vermelho refere-se ao ponto onde o estudo foi centrado.



Fonte: Google Earth. Acesso em: Set. de 2024.

O subúrbio, espaço estudado no município é denominado como Conjunto Habitacional Francisco Mendes, a companhia de desenvolvimento habitacional e urbano do estado de São Paulo - CDHU, no ano de 2020 publicou juntamente com a Prefeitura municipal de Sandovalina, o projeto para desenvolvimento do novo conjunto habitacional.

Denominado subúrbio pois os moradores estão localizados fora do centro urbano principal, em áreas de transição entre zonas rurais e urbanas, áreas residenciais, com menos atividades comerciais e áreas residenciais de baixa densidade populacional.

A área fica localizada aos fundos de uma propriedade rural, e o seu entorno conta com uma área de arrendamento para a indústria local para o cultivo de cana-de-açúcar. Uma das mudanças mais significativas desta área em que a construção foi realizada é a troca de paisagem, o que antes era uma propriedade privada passou a ter o cultivo industrial em suas proximidades e atualmente conta com uma área edificada e pavimentada, com um total de 109 casas construídas.

3.3. Amostragem

A amostragem realizada no estudo sobre os possíveis impactos atmosféricos no município de Sandovalina apresenta um planejamento detalhado. Os equipamentos utilizados para coleta foram o Termômetro infravermelho, para medir a temperatura em diferentes superfícies, como solo, copa de árvores e edificações (é um equipamento portátil utilizado

para medir a temperatura superficial sem a necessidade de contato direto com o objeto ou superfície, ele utiliza da radiação infravermelha emitida pelos objetos para calcular a temperatura) com esses dados foi possível a comparação das temperaturas nas três áreas (urbana, rural e suburbana) e identificar diferenças causadas pela urbanização, pavimentação e vegetação.

O outro equipamento utilizado foi o Termo higrômetro, para registrar a temperatura do ar e a umidade relativa (esse aparelho é utilizado para medir temperatura do ar e umidade relativa, geralmente combina dois sensores: Sensor de temperatura que mede o calor do ar e sensor de umidade que avalia a quantidade de vapor d'água presente na atmosfera) O Termo higrômetro foi utilizado para entender a combinação de temperatura e umidade apresentando informações sobre o conforto térmico da região e permitindo identificar as mudanças no uso do solo, como pavimentação e cultivo agrícola, afetam o microclima.

Os dados de campo foram coletados em três áreas distintas do município de Sandovalina: urbano, rural e suburbano, com características de desenvolvimento natural ou antropogênico, a coleta dos foi realizada durante seis dias, em horários específicos ao longo do dia (09h, 13h, 17h e 21h) com uma frequência de 4 vezes ao dia, a estação no período da coleta se encontrava na primavera e o tempo veio de condições de uma sequência de dias chuvosos e logo após a entrada de uma onda de calor, elevando os níveis de temperatura. A coleta ocorreu entre os dias 11 e 16 de outubro entre a segunda e terceira semana. Esses dados complementam as medições realizadas em campo, permitindo uma visão mais ampla das condições atmosféricas e climáticas, e a relação entre mudanças locais e regionais.

4. RESULTADOS

4.1. Evolução Sazonal dos Elementos Climáticos

Variabilidade climática é a variação do clima. E dos diversos conceitos que explicam as variações dos elementos climáticos (oscilação, vacilação, mudança, etc) (CONTI, 2005a; 2005b) é sobre o ela (a variabilidade) que recai maior imprecisão (NASCIMENTO JÚNIOR; 2017; p.100 *apud* PINTO e AGUIAR NETO, 2008, p. 167).

A variabilidade climática refere-se às flutuações naturais em condições climáticas ao longo do tempo. Essas variações podem ocorrer em escalas de tempo que vão de meses a anos, sendo observadas tanto em fenômenos de curto prazo quanto em mudanças sazonais.

Segundo Nascimento Júnior (2017) os autores:

Nunes e Lombardo (1995) contribuem com a questão ao afirmar que a variabilidade e suas características, identificação e definição também estão diretamente relacionadas com o desenvolvimento das sociedades e dos seus recursos tecnológicos. Neste caso, as ferramentas de análise utilizadas para a compreensão dessa questão ainda “[...] são claramente deficientes no tratamento de aspectos altamente dinâmicos e fruto de interação de processos tão diferentes, como os que compõem o clima” (NASCIMENTO JÚNIOR; 2017; p.100 *apud* NUNES e LOMBARDO, 1995, p. 20).

Nunes e Lombardo (1995) ainda destacam a falta de consenso no estudo sobre esse conceito, onde observam que, em grande medida, as abordagens dos autores eram arbitrárias e padronizadas. No entanto, o que se pode considerar é que, esse conceito tem sido analisado principalmente sob a perspectiva temporal dos fenômenos climáticos.

Neste contexto, os atributos que demonstram a variabilidade como parte do processo de análise climática fornecem parâmetros para identificar a gênese dos fenômenos climáticos. Isso envolve a interação entre os elementos do clima, os diversos fatores presentes na realidade regional e a consideração dos diferentes e variados problemas geográficos dessa realidade (NASCIMENTO JÚNIOR, 2017; p. 100 *apud* MONTEIRO, 1971, p. 9-10).

Ainda de acordo com Nascimento Junior (2017):

A variabilidade é revelada à luz de outro conceito, o de mudança climática. Este, por sua vez, oferece mais uma possibilidade de problematização, pois coloca a variabilidade como inerente ao sistema climático, na medida em que ela deve ser considerada como um atributo que compõe um conjunto maior (clima). Assim, ela não é elemento, e nem fator climático, ela é variabilidade é uma componente do clima. (NASCIMENTO JÚNIOR, 2017; p. 101).

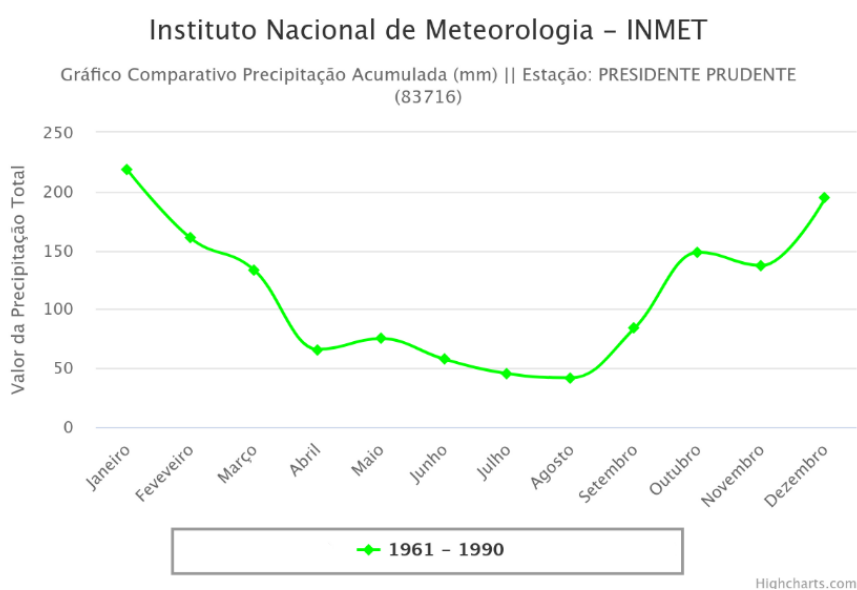
Conclui-se assim que, a variabilidade climática se diferencia das mudanças climáticas de longo prazo, que estão mais associadas a tendências permanentes, como o aquecimento global causado por atividades humanas. A variabilidade climática pode causar eventos extremos, como secas, enchentes e ondas de calor, impactando diretamente a agricultura, os recursos hídricos e a saúde humana.

Para o desenvolvimento da pesquisa se fez necessário a análise de gráficos com dados de variações da precipitação acumulada, das temperaturas média, máxima e mínima, umidade relativa e insolação, fornecidos pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) para o entendimento das características climatológicas na região, em um período 30 anos. Os gráficos utilizados para análise de comparação do município de Presidente Prudente, município esse que o clima será considerado como representativo de uma região onde também está localizada Sandovalina, SP.

4.1.1. Precipitação Acumulada

O gráfico fornecido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) mostra a precipitação acumulada (mm) na estação meteorológica de Presidente Prudente ao longo dos meses do ano. O gráfico compara os dados em períodos: 1961-1990, a linha verde representa esse período

Gráfico 1 – Comparativo Precipitação Acumulada (mm). INMET.



Os dados indicam que os meses de verão (janeiro, fevereiro, dezembro) apresentam os maiores valores de precipitação, acima de 150 mm mensal. A precipitação diminui progressivamente ao longo do ano, atingindo os valores mais baixos entre junho e agosto, onde a precipitação fica em torno de 50 mm ou menos. A partir de setembro, há um aumento gradual da precipitação até atingir novamente os valores elevados no final do ano.

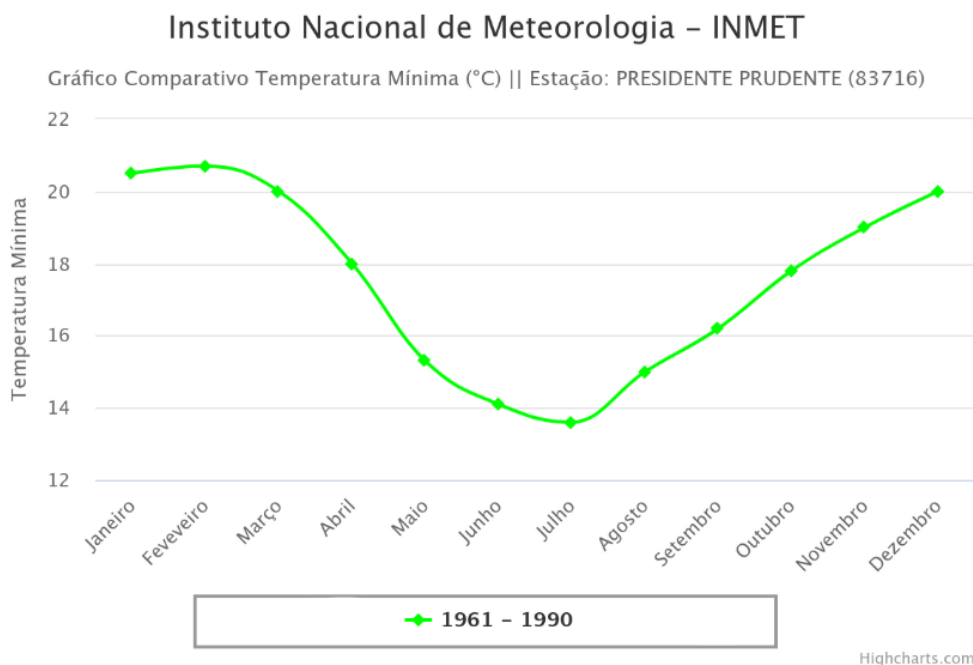
Este padrão indica uma concentração das chuvas nos meses mais quentes (verão), com um período de seca mais pronunciado durante o inverno.

4.1.2. Temperatura Mínima

O gráfico apresentado pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) exibe a variação comparativa da temperatura mínima (°C) para a estação meteorológica de Presidente

Prudente ao longo dos meses do ano. As linhas comparativas estão organizadas em períodos: 1961-1990, com as curvas representando os valores médios para cada intervalo temporal

Gráfico 2 – Comparativo de Temperatura Mínima (°C). INMET.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia- INMET.

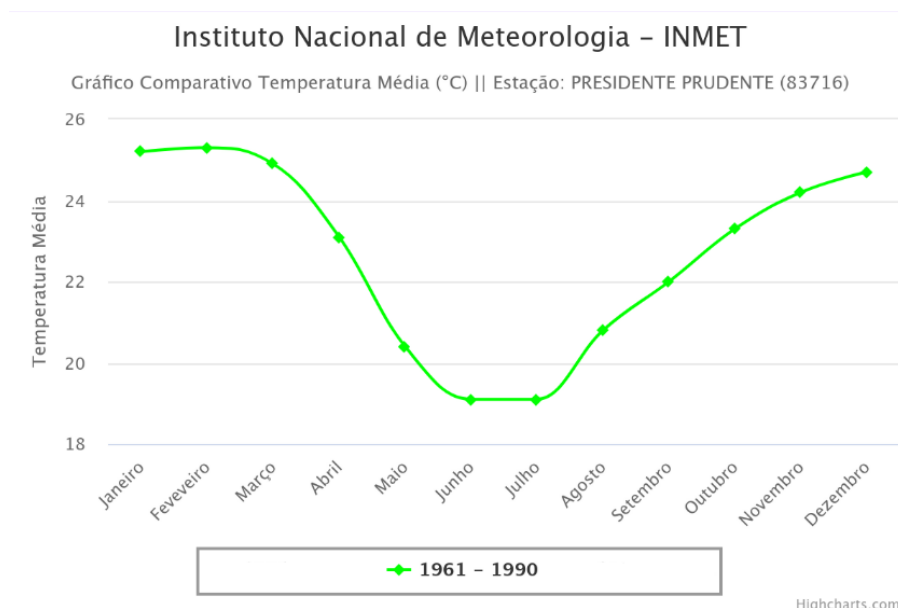
No gráfico em questão, as temperaturas mínimas tendem a ser mais altas nos meses de verão (janeiro, fevereiro, março e dezembro), atingindo valores próximos a 20°C, e caem gradualmente até os meses de inverno (junho e julho), onde atingem os valores mais baixos, aproximadamente 14°C. Após o inverno, as temperaturas começam a subir gradualmente até o final do ano.

A curva mostra uma variação sazonal clara, com temperaturas mínimas mais baixas no meio do ano e mais altas no início e no final do ano.

4.1.3. Temperatura Média

O gráfico mostra a variação da temperatura média mensal em Presidente Prudente, de acordo com dados do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). Ele compara as temperaturas médias em um intervalo de tempo: 1961 a 1990 (representado em verde).

Gráfico 3 – Comparativo de Temperatura Média (°C). INMET.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia- INMET.

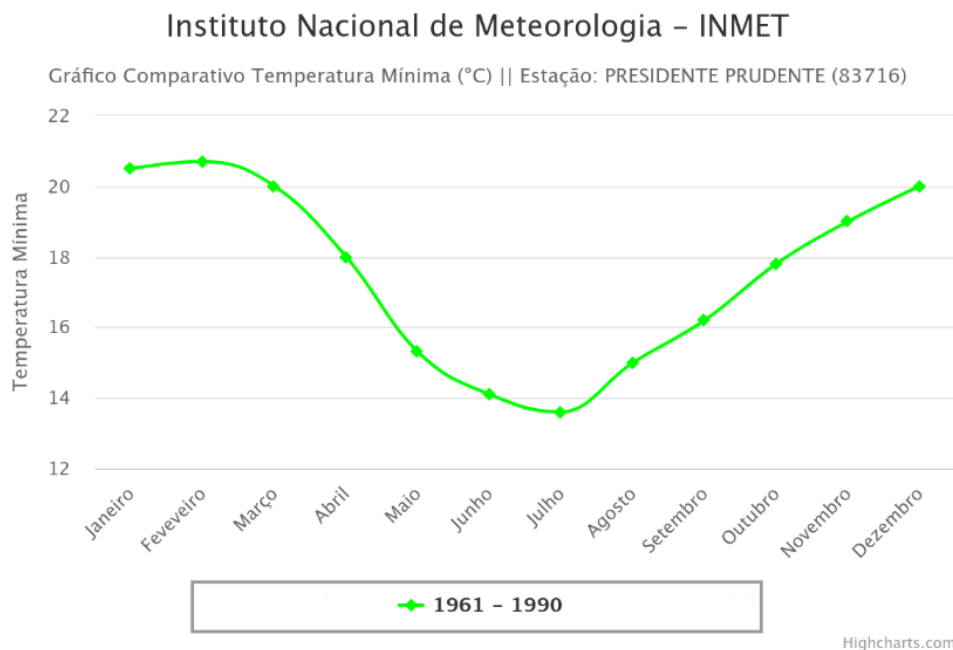
No gráfico, a linha verde (1961-1990) destaca-se. Observa-se que as temperaturas médias são mais altas nos meses de verão (janeiro a março), atingindo cerca de 25°C, e mais baixas nos meses de inverno (junho e julho), quando caem para cerca de 20°C. Em setembro, as temperaturas começam a subir, atingindo cerca de 25°C novamente.

O gráfico sugere um padrão climático típico de regiões com estações bem definidas, onde os meses de inverno apresentam temperaturas significativamente mais baixas, e os meses de verão são marcados por temperaturas elevadas.

4.1.4. Temperatura Máxima

Este gráfico do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) mostra a variação da temperatura máxima mensal em Presidente Prudente ao longo de 30 anos. Os períodos de comparação foram 1961- 1990 (linha verde): Esta série está claramente representada pela cor verde.

Gráfico 4 – Comparativo Temperatura Máxima (°C). INMET.



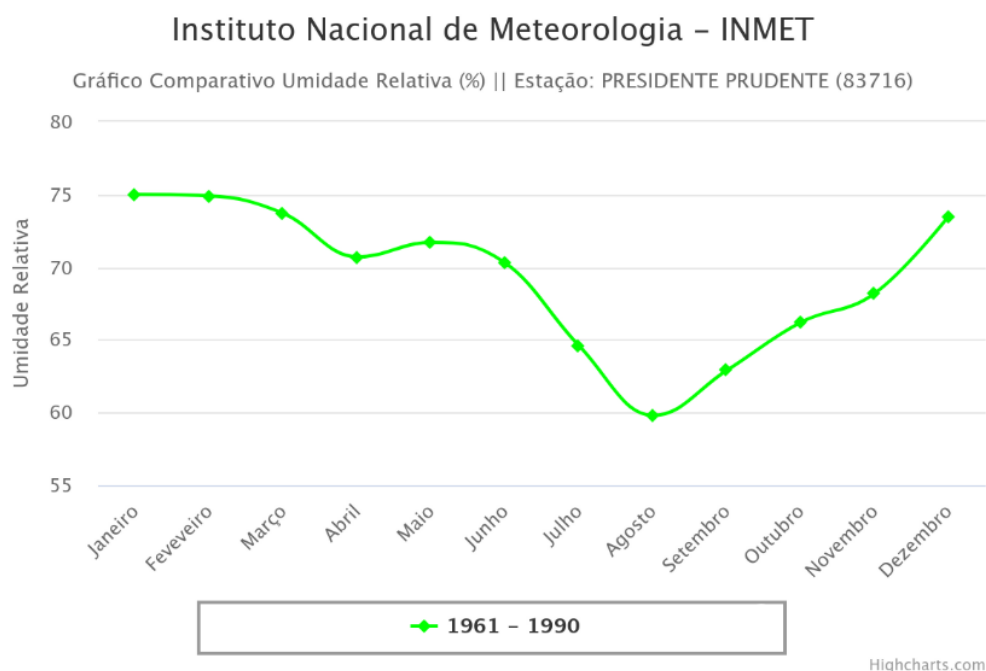
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia- INMET.

O gráfico apresenta um padrão semelhante ao observado na temperatura média, com máximas elevadas durante os meses de verão e uma queda acentuada no inverno. No entanto, as máximas permanecem significativamente altas, mesmo durante os meses mais frios. Como o gráfico exhibe apenas os dados de 1961-1990, a comparação com os outros períodos históricos (1931-1960 e 1991-2020) não é possível diretamente, o que poderia fornecer informações adicionais sobre possíveis tendências de aquecimento ou resfriamento ao longo do tempo.

4.1.5 Umidade Relativa

Este gráfico do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET) mostra a variação da umidade relativa do ar ao longo dos meses na estação de Presidente Prudente, comparando o período de tempo: 1961-1990 em destaque na cor verde.

Gráfico 5 – Comparativo Umidade Relativa (%). INMET.



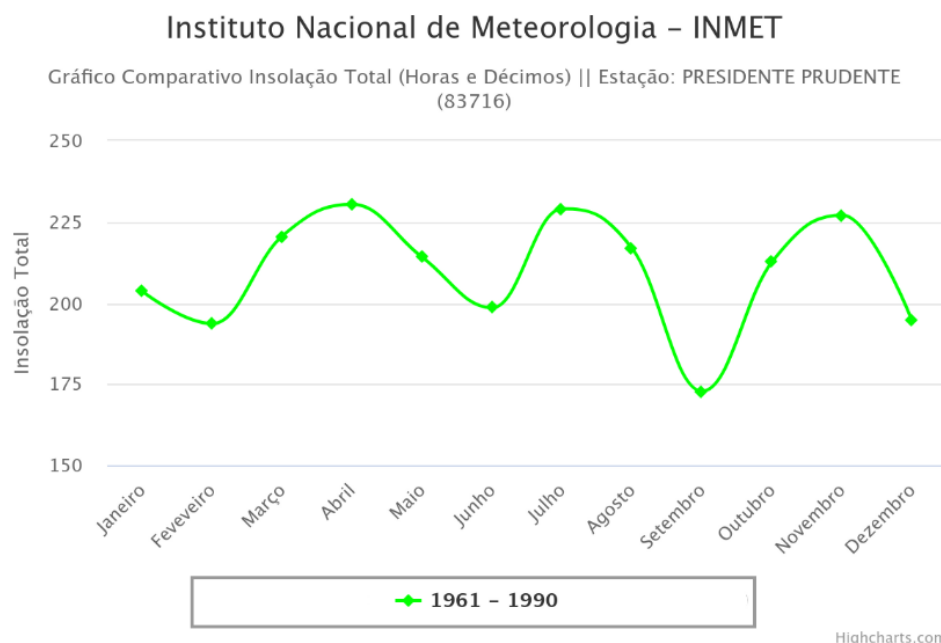
Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia- INMET.

O gráfico mostra um padrão sazonal típico: maior umidade nos meses de verão e chuvas, e uma redução acentuada durante o inverno, quando o ar se torna mais seco. A curva representando o período de 1961-1990 evidencia esta variação cíclica, embora a ausência de dados visíveis para os outros períodos impeça uma comparação mais detalhada ao longo das décadas.

4.1.6. Insolação

Este é um gráfico comparativo de Insolação Total, representando as horas e décimos de exposição solar ao longo dos meses, na estação meteorológica de Presidente Prudente, fornecido pelo Instituto Nacional de Meteorologia (INMET). A curva representada em verde corresponde ao período de 1961-1990.

Gráfico 6 – Comparativo Insolação Total (Horas e Décimos). INMET.



Fonte: Instituto Nacional de Meteorologia- INMET.

Os picos em março/abril e agosto/setembro sugerem que há maior incidência solar nesses períodos, enquanto as quedas em junho/julho e dezembro/janeiro indicam menor insolação. Isso pode estar relacionado à inclinação do eixo da Terra e ao movimento de translação ao redor do Sol, afetando a distribuição da luz solar nas diferentes estações do ano. Esses padrões são típicos de regiões localizadas próximas aos trópicos.

4.2. Partículas em Suspensão e a Qualidade do ar

Sob o termo geral de Material Particulado, inclui-se um conjunto de poluentes formados por poeiras, fumaças e diversos materiais sólidos e líquidos que permanecem suspensos na atmosfera devido ao seu tamanho reduzido.

O material particulado consiste em uma mistura complexa de partículas sólidas e líquidas (com exceção da água pura) presente no ar, com características químicas e físicas variadas. Essas partículas podem ser emitidas diretamente por fontes poluidoras ou formadas na própria atmosfera. Apresentam uma ampla diversidade de tamanhos, com alguns visíveis a olho nu e outras detectáveis apenas com o uso de materiais específicos. (RESENDE, 2007; *apud* US EPA, 2006; US EPA, 2004).

Segundo a CETESB, o material particulado (MP) abrange diferentes tipos de partículas, como Partículas Totais em Suspensão (PTS), Partículas Inaláveis (MP10), Partículas Inaláveis Finas (MP2,5) e Fumaça (FMC). As principais fontes de emissão dessas

partículas na atmosfera são: veículos automotores, processos industriais, queima de biomassa, e a ressuspensão de poeira do solo, entre outros.

O material particulado também pode ser formado diretamente na atmosfera a partir de gases como dióxido de enxofre (SO_2), óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (COVs), que são liberados principalmente em atividades de combustão e se transformam em partículas por meio de reações químicas no ar.

O tamanho das partículas está diretamente relacionado ao seu potencial de causar danos à saúde, sendo que partículas menores tendem a ter maiores impactos. Além disso, o material particulado pode reduzir a visibilidade na atmosfera. Ele pode ser classificado em diversas categorias, dependendo de suas características. Os materiais particulados analisados foram os presentes no município de Presidente Prudente através de dados fornecidos pela QUALAR- CETESB, para comparação com a área de estudo sendo eles: MP10 e MP2,5.

4.2.1. Partículas Inaláveis (MP10)

As Partículas Inaláveis (MP10) são partículas suspensas no ar com diâmetro aerodinâmico igual ou inferior a 10 micrômetros (μm). Devido ao seu pequeno tamanho, estas partículas podem ser inaladas e se depositar nas vias respiratórias superiores, como o nariz e a garganta, e em alguns casos, penetrar mais profundamente nos pulmões. As MP10 são um componente significativo da poluição do ar e podem ser emitidas por diversas fontes, como veículos automotores, processos, queima de biomassa e poeira do solo.

De forma sintetizada pela CETESB, podem ser definidas como aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor ou igual a 10 μm . Dependendo da distribuição de tamanho na faixa de 0 a 10 μm , podem ficar retidas na parte superior do sistema respiratório ou penetrar mais profundamente, essa exposição prolongada ou em altas concentrações a essas partículas pode causar sérios danos à saúde, especialmente problemas respiratórios.

4.2.2. Partículas Inaláveis finas (MP2,5)

As Partículas Inaláveis Finas (MP2,5) são partículas suspensas no ar com diâmetro aerodinâmico igual ou inferior a 2,5 micrômetros (μm), sendo ainda menores e mais perigosas do que as MP10. Devido ao seu tamanho extremamente reduzido, essas partículas podem ser inaladas profundamente, atingindo os alvéolos pulmonares, onde podem causar ou agravar

problemas de saúde, como doenças respiratórias, cardiovasculares e, em casos mais graves, câncer de pulmão.

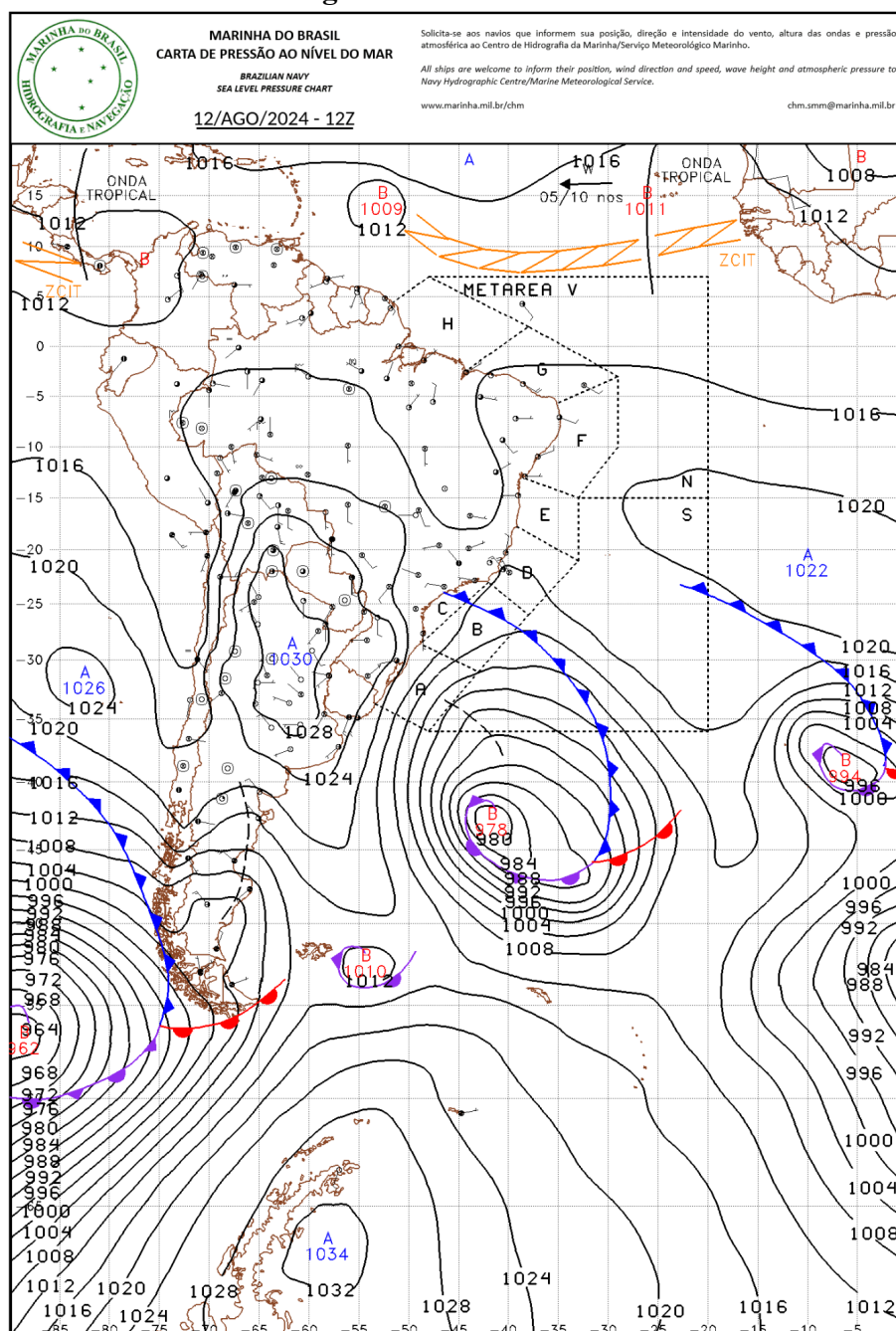
As principais fontes de emissão de MP_{2,5} incluem a queima de combustíveis fósseis, processos industriais, emissões de veículos e incêndios florestais. Por serem tão pequenas, essas partículas permanecem suspensas no ar por mais tempo. De forma sintetizada pela CETESB, podem ser definidas de maneira simplificada como aquelas cujo diâmetro aerodinâmico é menor ou igual a 2,5 µm, por causa do seu tamanho diminuto, penetram profundamente no sistema respiratório, aumentando seu potencial no impacto ambiental e na saúde humana.

As partículas inaláveis, tanto as MP₁₀ quanto as MP_{2,5}, representam um risco significativo à saúde humana e ao meio ambiente. Sua capacidade de penetrar no sistema respiratório e se depositar em áreas sensíveis dos pulmões, como os alvéolos, está diretamente associada ao aumento de doenças respiratórias e cardiovasculares, além de reduzir a qualidade do ar e a visibilidade atmosférica. A exposição prolongada a esses poluentes, especialmente em áreas urbanas e industriais, reforça a necessidade de monitoramento constante e políticas públicas eficazes para controlar suas emissões, de forma a minimizar seus impactos adversos sobre a saúde pública e o ecossistema.

Uma análise a partir dos dados fornecidos pelo site da CETESB e a Carta Sinótica fornecida pela Marinha do Brasil é possível analisar os dados que apresenta as emissões de partículas MP₁₀ e MP_{2,5} no município de Presidente Prudente. Os dados coletados fazem parte da análise de um dia classificado com uma boa qualidade do ar, com a direção do vento a sudoeste (direção do vento que passa pelo município de Sandovalina, SP por sua localização).

A partir da carta sinótica é possível analisar a direção do vento, partindo de sudoeste, onde de vento essa que passa pelo município de Sandovalina, chegando ao município de Presidente Prudente. A direção do vento a sudoeste indica a passagem de frente fria (ocasionando uma mudança no clima) sendo representada por linhas azuis com triângulos apontando na direção do movimento.

Figura 6 – Carta Sinótica.



Fonte: Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil.

As áreas de baixa pressão são marcadas pela letra B em vermelho e estão associadas a condições instáveis, como chuvas e tempestades. As frentes são transições entre diferentes massas de ar (frio e quente) e estão associadas a mudanças significativas nas condições do tempo, levando as baixas pressões e mostrando condições climáticas mais instáveis, especialmente no sul e sudeste.

Em complemento a carta sinótica os dados presentes na tabela 1 também apresenta as variações climáticas (especificamente do município de Presidente Prudente) cobrindo as 24

horas do dia. O vento predomina ao longo do dia de sudoeste (SW), com variações leves para oeste-sudoeste (WSW), as velocidades do vento também variaram de 0,6 m/s a 2,5 m/s, com os picos de vento ocorrendo durante a tarde. A temperatura variou de 11,6°C durante a madrugada até 22,3°C no final da tarde, refletindo um padrão típico de aquecimento diurno e por fim a umidade relativa, que esteve mais baixa durante o pico de temperatura e mais alta nas horas mais frescas.

Tabela 1 – Dados Horários- Meteorológico.



Sistema de Informação de Qualidade do Ar

Dados Horários - Meteorológico

Estação: Presidente Prudente						
DATA / HORA	DVG (Direção do Vento Global) °	DV (Direção do Vento) °	VV (Velocidade do Vento) m/s	TEMP (Temperatura do Ar) °C	UR (Umidade Relativa do Ar) %	PRESS (Pressão Atmosférica) hPa
	MÉDIA HORÁRIA	MÉDIA HORÁRIA	MÉDIA HORÁRIA	MÉDIA HORÁRIA	MÉDIA HORÁRIA	MÉDIA HORÁRIA
12/08/2024 24:00	SW	SW	1,1	12,2	41	972,9
12/08/2024 23:00	SSW	S	1,3	13,9	37	972,6
12/08/2024 22:00	SSW	SSW	1,5	14,9	35	972,4
12/08/2024 21:00	SW	SW	1,6	16,2	33	971,9
12/08/2024 20:00	WSW	WSW	1,0	16,9	34	971,4
12/08/2024 19:00	WSW	SW	1,4	18,9	31	971,0
12/08/2024 18:00	WSW	W	2,3	21,1	28	971,0
12/08/2024 17:00	WSW	WSW	3,2	21,9	26	970,9
12/08/2024 16:00	WSW	WSW	3,3	22,3	27	970,8
12/08/2024 15:00	WSW	WSW	3,3	21,6	31	971,7
12/08/2024 14:00	WSW	WSW	3,0	20,9	32	972,9
12/08/2024 13:00	WSW	WSW	3,0	19,7	34	973,9
12/08/2024 12:00	SW	SW	2,5	18,3	39	974,3
12/08/2024 11:00	WSW	WSW	2,3	16,0	50	974,7
12/08/2024 10:00	WSW	WSW	1,9	14,0	56	974,1
12/08/2024 09:00	WSW	WSW	1,9	11,7	62	973,1
12/08/2024 08:00	SW	SW	1,9	10,1	65	972,1
12/08/2024 07:00	SW	SW	1,9	10,1	65	971,3
12/08/2024 06:00	WSW	WSW	1,3	10,1	65	970,7
12/08/2024 05:00	SW	SW	1,4	10,9	65	970,6
12/08/2024 04:00	SW	SW	1,2	10,6	77	970,9
12/08/2024 03:00	W	Calm	0,0	10,3	72	971,0
12/08/2024 02:00	SW	SW	0,7	11,1	74	971,5
12/08/2024 01:00	W	W	0,6	11,6	69	971,8

LEGENDA
(--) Dados indisponíveis.

Fonte: CETESB

A partir das análises da carta sinótica e da tabela 1, é possível visualizar que no dia 12 de agosto as temperaturas estavam amenas, picos de ventos leves e umidade relativa estável. Por essa questão a dissipação dos poluentes estavam classificados com uma boa qualidade como mostra a tabela 2, levando em consideração a direção do vento passando primeiramente pelo município de Sandovalina, e as condições climáticas do dia, os poluentes e fumaças por queimadas estavam controladas além de existir a possibilidade da pouca atividade industrial local, gerando uma qualidade de ar para Presidente Prudente estável.

Tabela 2 – Dados Horários – Poluentes.



Sistema de Informação de Qualidade do Ar

Dados Horários - Poluente

Limites do Índice	0-40	41-80	81-120	121-200	201-400
Qualidade do Ar	N1 - BOA	N2 - MODERADA	N3 - RUIM	N4 - RUIM RUIM	N5 - PÉSSIMA

Estação: Presidente Prudente																		
DATA / HORA	MP10 (Partículas Inaláveis) µg/m³			NO2 (Dióxido de Nitrogênio) µg/m³			NO (Monóxido de Nitrogênio) µg/m³			NOx (Óxidos de Nitrogênio) µg/m³			MP2.5 (Partículas Inaláveis Finas) µg/m³			O3 (Ozônio) µg/m³		
	MÉDIA HORÁRIA	MÉDIA MÓVEL	ÍNDICE / QUALIDADE	MÉDIA HORÁRIA	MÉDIA MÓVEL	ÍNDICE / QUALIDADE	MÉDIA HORÁRIA	MÉDIA MÓVEL	ÍNDICE / QUALIDADE	MÉDIA HORÁRIA	MÉDIA MÓVEL	ÍNDICE / QUALIDADE	MÉDIA HORÁRIA	MÉDIA MÓVEL	ÍNDICE / QUALIDADE	MÉDIA HORÁRIA	MÉDIA MÓVEL	ÍNDICE / QUALIDADE
12/08/2024 01:00	14	12	10	45	**	8	7	**	--	30	**	--	6	--	--	1	27	11
12/08/2024 02:00	17	12	10	23	**	5	1	**	--	12	**	--	4	--	--	21	21	8
12/08/2024 03:00	9	12	10	28	**	6	1	**	--	16	**	--	3	--	--	9	15	6
12/08/2024 04:00	12	12	10	13	**	3	0	**	--	7	**	--	4	--	--	30	14	6
12/08/2024 05:00	11	12	10	6	**	1	0	**	--	3	**	--	2	--	--	42	17	7
12/08/2024 06:00	9	12	10	8	**	2	0	**	--	4	**	--	4	--	--	37	20	8
12/08/2024 07:00	11	12	10	10	**	3	2	**	--	6	**	--	3	--	--	37	23	9
12/08/2024 08:00	7	12	10	23	**	5	6	**	--	17	**	--	0	--	--	27	26	10
12/08/2024 09:00	13	12	10	20	**	4	6	**	--	16	**	--	6	--	--	32	29	12
12/08/2024 10:00	11	12	10	13	**	3	4	**	--	10	**	--	11	--	--	43	32	13
12/08/2024 11:00	14	13	10	8	**	2	3	**	--	6	**	--	31	--	--	51	37	15
12/08/2024 12:00	14	13	10	6	**	1	2	**	--	5	**	--	23	--	--	66	42	17
12/08/2024 13:00	16	13	10	7	**	1	2	**	--	5	**	--	27	--	--	70	45	18
12/08/2024 14:00	25	13	10	8	**	2	2	**	--	6	**	--	10	--	--	73	50	20
12/08/2024 15:00	24	14	11	7	**	1	1	**	--	5	**	--	20	--	--	81	55	22
12/08/2024 16:00	18	14	11	8	**	2	2	**	--	6	**	--	14	10	10	74	61	24
12/08/2024 17:00	31	15	12	8	**	2	1	**	--	5	**	--	10	10	16	77	67	27
12/08/2024 18:00	27	15	12	16	**	3	3	**	--	11	**	--	9	10	16	68	70	28
12/08/2024 19:00	32	16	12	34	**	7	6	**	--	23	**	--	4	10	16	46	69	27
12/08/2024 20:00	27	17	12	55	**	11	14	**	--	41	**	--	0	9	14	20	64	25
12/08/2024 21:00	21	17	12	15	**	3	1	**	--	9	**	--	1	9	14	55	62	25
12/08/2024 22:00	29	18	14	14	**	3	1	**	--	8	**	--	1	9	14	52	59	23
12/08/2024 23:00	46	19	15	23	**	5	4	**	--	16	**	--	3	8	13	40	54	21
12/08/2024 24:00	21	19	15	19	**	4	1	**	--	11	**	--	4	8	13	38	49	20

LEGENDA

(--) Dados indisponíveis.

(**) O Índice de Qualidade do Ar é calculado a partir da média horária.

Fonte: CETESB

Os níveis de poluição eram baixos e não houve registros de picos de substâncias prejudiciais. Isso indica uma boa qualidade do ar, o que pode estar relacionado às condições climáticas (com bons ventos, queimadas estáveis, e pouca atividade industrial), além de possíveis ações de controle de emissões.

4.2.3. Área fonte de um sensor instalado a sotavento SW de Sandovalina, SP

A partir da metodologia de área fonte que pode ser definida como uma área total (Fig.07) que contribui para os padrões térmicos, de umidade e concentração de poluentes de um determinado ponto. Esse termo refere-se a uma definição geral que inclui diversos pontos incluindo a dissipação do ar, associada ao transporte turbulento dos ventos. Uma análise da região foi realizada utilizando o município de Presidente Prudente como representativo dos

aumentos nas taxas de concentração quando sopra o vento sudoeste (SW), geralmente associado à passagem de uma frente fria.

A partir dos dados da CETESB e carta sinótica, a direção do vento em sudoeste passando pelo município de Sandovalina, em direção a Presidente Prudente em um dia em que a indústria local esteja em funcionamento, queimadas e os agrotóxicos por vias aéreas estejam presente na atmosfera do município, a direção do vento iria ocasionar a dissipação desses materiais para a região como um todo, sob risco de atingir o núcleo urbano mais densamente povoado do extremo oeste paulista.

Figura 7 – Representação conceitual da contribuição da área fonte para sensores instalados em Presidente Prudente, SP, sob influência do vento SW.



Fonte: Ribeiro Neto, Luan (Criado pelo autor).

A partir da figura 06, é possível analisar a dissipação do vento através do conceito de área fonte, possuindo seu ponto central o município de Sandovalina, e sua elipse em direção ao município de Presidente Prudente. Essa dissipação ainda em uma análise utilizando os dados do dia 12 pontuados nas tabelas 1 e 2 deste trabalho.

Tendo Sandovalina, como o centro da área fonte em azul, abrangendo todo o município e áreas em sua volta e sua elipsoide em vermelho abrangendo uma área maior, pegando áreas com uma distância maior, chegando ao rio Paranapanema todas as partículas de materiais particulados que estão dentro dessa fonte (vermelho) tendo Sandovalina, como o epicentro se dissipam para o município próximos.

Com a direção do vento a sudoeste essa dissipação aconteceu com picos de ventos moderados a partir das 11 horas da manhã (2,3) chegando aos ventos leves as 24 horas (1,1; dados apresentados na tabela 1). Embora o índice de qualidade apresentado para análise nos aponta uma qualidade “BOA” as médias horárias são altas, apresentando picos durante a tarde chegando ao ápice às 23 horas com uma média horária de 46 μm para MP10 e de 31 μm para MP2,5 às 11 horas (dados apresentados na tabela 2), mantendo seus picos durante o fim da manhã e início da tarde.

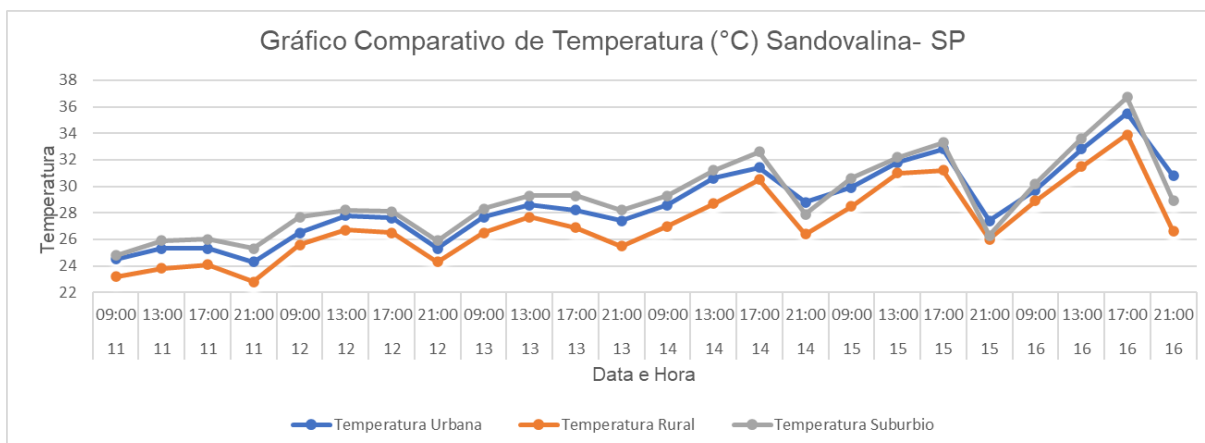
A partir dessa análise conclui-se que, a direção do vento desempenha um papel fundamental na dispersão de poluentes de Sandovalina, para Presidente Prudente e arredores, mesmo com uma qualidade do ar “boa”, com os picos de concentração de materiais particulados durante determinados períodos do dia representam um risco para a saúde pública, demandando monitoramento contínuo de mitigação para reduzir a exposição da população a esses poluentes.

Ações para melhorar a qualidade do ar devem ser tomadas, como regulamentação sobre fontes de emissão locais e monitoramento mais detalhado dos impactos na saúde da população.

4.3. Energia Armazenada na Superfície

4.3.1. Evolução Horária da Temperatura à Superfície

A partir dos dados coletados em campo nas áreas de análise se fez a criação de cinco gráficos, retratando a temperatura, umidade, temperatura do solo, edificação e copas de árvores do município. Com os gráficos já prontos foi possível notar as diferenças e características entre as áreas de análise para o entendimento do clima local e suas consequências para a população.

Gráfico 7 – Comparativo de Temperatura (°C) Sandovalina, SP.

Fonte: Ribeiro Neto, Luan. (Criado pelo autor).

O gráfico comparativo de temperatura do município de Sandovalina, SP apresenta a análise em três tipos de ambientes na cidade sendo eles: urbano, rural e subúrbio, ambientes esses escolhidos para captura dos dados.

Representada pela linha azul a área urbana, geralmente com temperaturas que se mantém em níveis intermediários em comparação com a área rural, essa instabilidade se deve a retenção de calor em superfícies com edificações e pavimentação. Essa área mostra uma tendência de aquecimento durante o dia e durante a noite temperaturas mais baixas, mas em menor intensidade se comparado com os outros pontos do município.

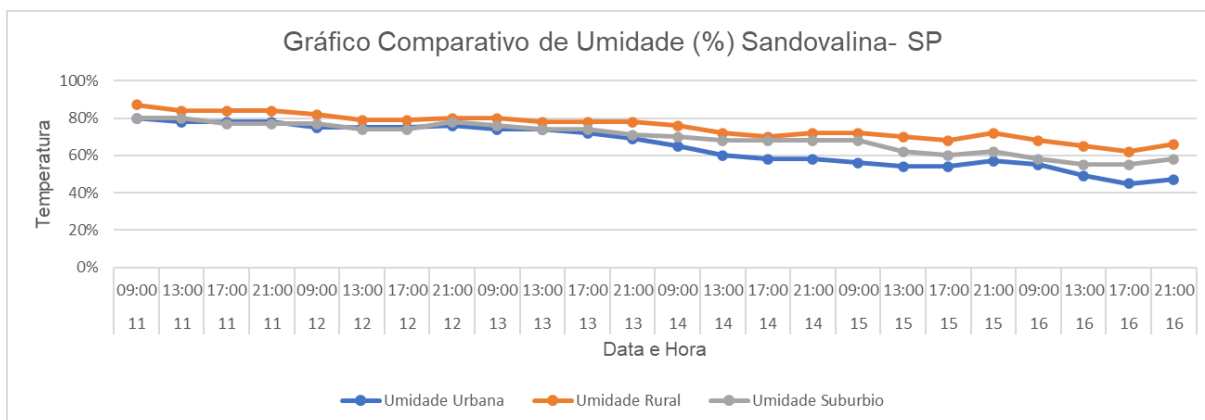
Na cor laranja a área rural é representada mostrando que as temperaturas são consistentemente mais baixas, especialmente durante a noite, esse resfriamento é esperado devido a maior cobertura vegetal e menor quantidade de estruturas para a retenção de calor. Esse ponto de coleta apresenta variações mais suaves, com um resfriamento mais acentuado durante a noite e temperaturas não tão elevadas durante o dia.

O subúrbio representado pela linha de cor cinza, apresenta picos de temperaturas mais elevados durante o dia em relação a área urbana e rural, essa área pode acular calor devido a presença de casas muito próximas, pavimentação e falta de vegetação, contudo durante a noite as temperaturas caem causando um resfriamento devido a localização ser próxima a represa e mata local, ocasionando a queda de temperatura em certos períodos. Com temperaturas mais variáveis, a localização possui as temperaturas mais elevadas em muitos pontos do dia, mas ainda é capaz de resfriar um pouco mais rápido que o centro urbano.

O gráfico demonstra claramente a diferença térmica entre as áreas urbana, rural e suburbana do município. As áreas urbanas e suburbanas tendem a reter mais calor, enquanto as áreas rurais resfriam rapidamente, com temperaturas máximas chegando em 35,5°C;

36,7°C e 33,9°C respectivamente. Durante o dia, a área suburbana possui temperaturas mais altas, mas à noite existe uma convergência nas temperaturas, com a área rural se destacando como a mais fria.

Gráfico 8 – Comparativo de Umidade (%) Sandovalina, SP.



Fonte: Ribeiro Neto, Luan. (Criado pelo autor).

O gráfico comparativo de umidade do município de Sandovalina, SP, apresenta a comparação entre os três pontos de análises sendo eles: urbano, rural e subúrbio, apresentando a variação da umidade ao longo dos dias.

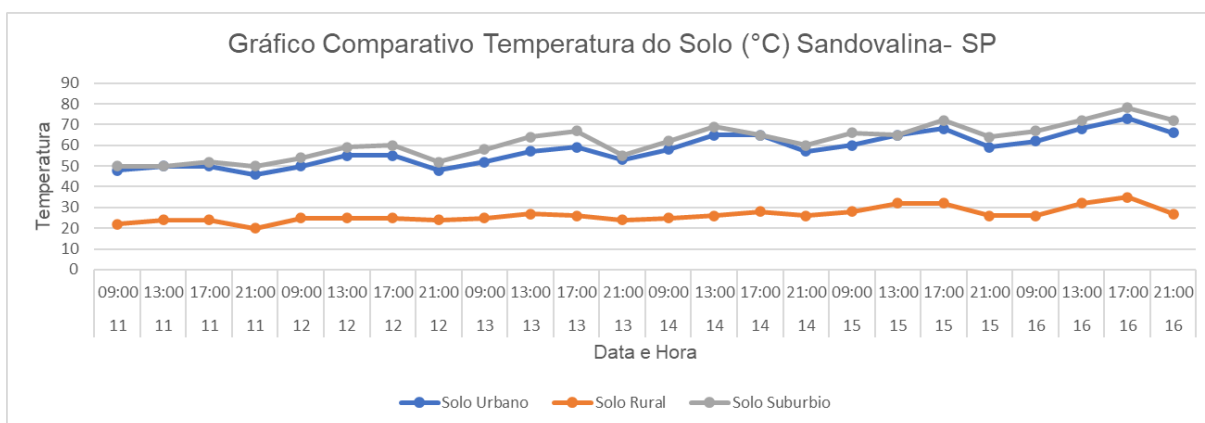
Na cor azul representando a variação da umidade na área urbana, ela possui valores mais baixos em comparação aos outros pontos, indicando um ambiente urbano mais seco, uma possível causa seria a quantidade de vegetação e a presença de maior superfícies impermeáveis (asfalto, concreto) que acabam retendo menos umidade. A área urbana apresenta os menores níveis de umidade no período analisado.

Representado pela linha de cor laranja a umidade da área rural, possui uma consistência em valores mais altos se comparados com os outros pontos especialmente nas primeiras horas do dia. Esses níveis de umidade mais altos são típicos de regiões com vegetação de solos permeáveis, ocasionando uma evapotranspiração mais intensa e constante mantendo o ar mais úmido.

O subúrbio representado pela cor cinza no gráfico, representa uma área com valores entre valores da área urbana e rural. O subúrbio tem características diversas, com menos vegetação que a área rural, mas sua localização próxima a represa e mata local explicaria os valores intermediários, refletindo o equilíbrio entre espaços construídos e áreas verdes que o caracterizam.

Em suma, o gráfico revela uma clara diferença na umidade relativa do ar entre as áreas urbanas, rurais e suburbanas no município. A área rural mantém-se consistentemente mais úmida, enquanto a área urbana mais seca, já o subúrbio apresenta valores intermediários com quedas nas horas mais quentes do dia, mais um aumento gradual durante a noite, assim como nas demais áreas.

Gráfico 9 – Comparativo Temperatura do Solo (°C) Sandovalina, SP.



Fonte: Ribeiro Neto, Luan. (Criado pelo autor).

O gráfico comparativo de temperatura do solo do município de Sandovalina, SP, apresenta a comparação entre os três pontos de análises sendo eles: urbano, rural e subúrbio, apresentando a variação da temperatura ao longo dos dias.

Na linha azul (solo urbano), a temperatura varia entre 50°C e 60°C, com leve tendência de aumento ao longo dos dias. As variações são menores durante o dia mas as temperaturas se mantêm com valores elevados, devido ao solo urbano ser pavimentado acaba retendo mais calor de forma mais eficiente se comparado com a área rural. O solo urbano aquece mais rapidamente e atinge temperaturas mais elevadas devido à maior absorção de calor resultando nas altas temperaturas.

O solo rural (representado pela cor laranja) apresenta valores significativamente mais baixos, variando entre os 20°C e 30°C, o que indica que o solo rural com uma maior cobertura vegetal e umidade, aquece menos e dissipa o calor mais rapidamente, permanecendo fresco mesmo com temperaturas mais elevadas e durante a noite permanecendo fresco.

O subúrbio representado pela linha de cor cinza, apresenta valores entre o urbano e rural, com temperaturas variando entre 55°C e 65°C, possuindo essas características mistas, com um solo mais permeável que o urbano, tendo em vista sua localização ser afastada do centro e próxima a propriedades rurais, represa e mata, mas com menos vegetação que o rural

o que justifica as temperaturas. Refletindo a combinação de áreas densamente construídas e espaços abertos.

Os gráficos demonstram uma clara diferença na capacidade de retenção de calor das três áreas, o solo urbano é o mais quente devido sua impermeabilização e falta de vegetação, enquanto o solo rural é mais fresco, mantendo-se em uma faixa confortável mesmo em horários mais quentes e por fim o solo suburbano,

Sistematicamente mais quente que a área urbana, com uma diferença de aproximadamente 2 a 3 °C. Essa diferença indica que a área suburbana possui a capacidade de retenção de calor maior do que a urbana, o que pode estar relacionado a características específicas, como a vegetação, solos parcialmente impermeáveis e a localização.

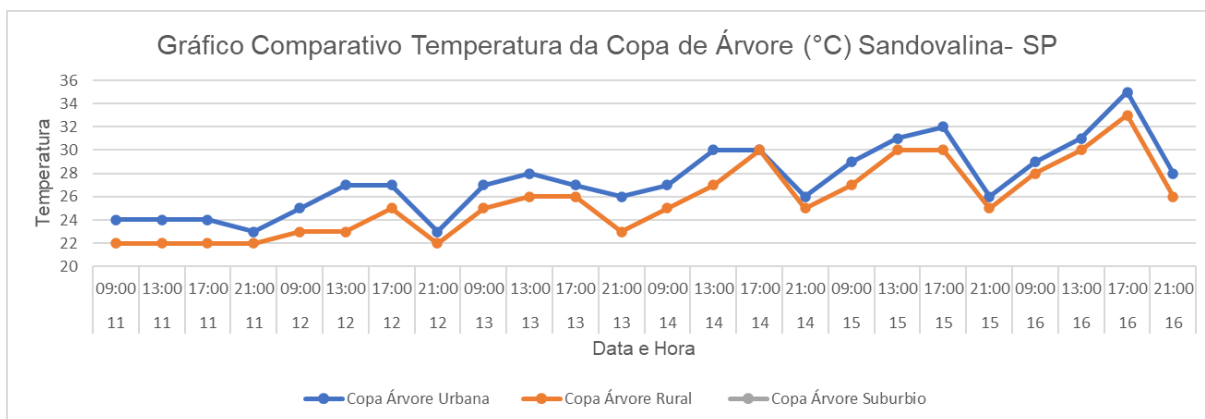
A diferença mais significativa encontrada foi entre as áreas urbanas/suburbanas e a área rural. A área urbana e a suburbana são cerca de 30°C mais quentes do que a área rural, que se mantém mais frescas devido a cobertura vegetal e a permeabilidade do solo, esse contraste é um dos resultados que demonstram o impacto do avanço da urbanização e da redução de áreas verdes na elevação da temperatura do solo.

Ao longo da semana as amplitudes térmicas foram aumentando, com temperaturas mais elevadas ao final da tarde, esse fator sugere a retenção de calor no solo que aumenta durante o dia, especialmente em áreas pavimentadas e com baixa cobertura vegetal. Uma observação válida é sobre a temperatura do solo que chega a valores extremos de 70 a 80 °C, especialmente nas horas mais quentes.

Essa análise permite destaque, pois as temperaturas elevadas no solo são potencialmente perigosas. O provável material que essa superfície seja feita é com alta capacidade de absorção e retenção de calor, como asfalto e concreto, que tendem a aquecer intensamente sob a exposição solar.

O uso desses tipos de materiais em áreas residenciais, especialmente em áreas de calor em excesso podem impactar negativamente o bem estar dos moradores, a partir dessa análise é passível sugestão de considerar materiais alternativos ou intervenções urbanísticas, como a implementação de pavimentos com materiais que reflitam menos calor ou a adição de arborismo para a criação de áreas mais sombreadas para mitigar os efeitos das altas temperaturas.

Gráfico 10 – Comparativo Temperatura da Copa de Árvore (°C) Sandovalina, SP.



Fonte: Ribeiro Neto, Luan. (Criado pelo autor).

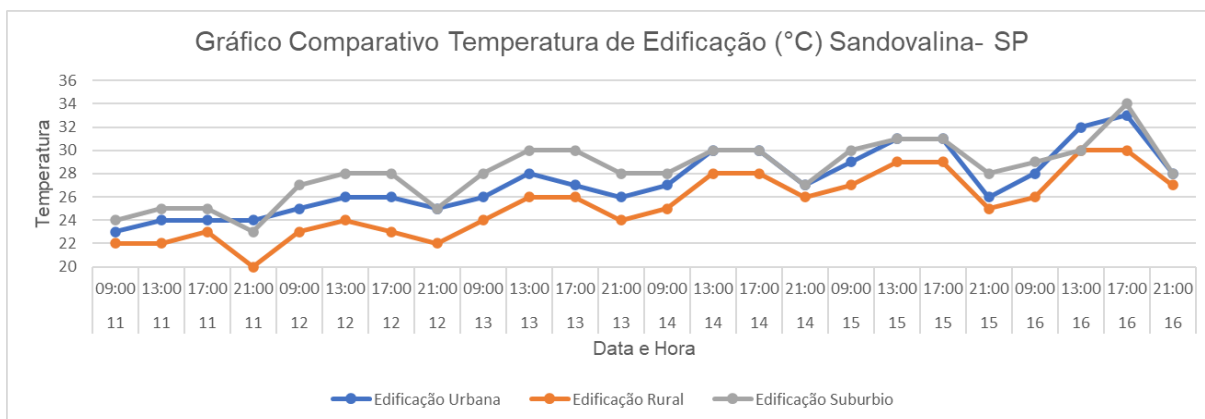
O gráfico comparativo de temperatura de copa de árvore do município de Sandovalina, SP, apresenta a comparação entre os três pontos de análises sendo eles: urbano, rural e subúrbio, apresentando a variação da temperatura ao longo dos dias.

Em azul representando o ponto urbano as copas das árvores apresentam uma maior variação de temperatura, a temperatura urbana tende a aumentar progressivamente e atingir picos especialmente no período da tarde já as menores temperaturas se encontram no início da manhã e fim do dia. Ao longo do período representado, há um padrão claro de elevação ao longo do dia, com maiores flutuações durante a tarde.

Em laranja representando a área rural, as temperaturas apresentam uma curva mais estável, com variações menores em comparação às áreas urbanas, suas elevações são principalmente no início da tarde, chegando ao seu pico. A curva para essa área é menos acentuada com uma pequena diferença entre o máximo e o mínimo, indicando uma maior instabilidade térmica.

Em cinza representando área suburbana, não existem dados pois é uma localização não arborizada, o que se explica as maiores temperaturas durante os dias de análises serem nessa área durante o dia.

O gráfico evidencia o impacto da urbanização nas temperaturas locais, onde as copas de árvores urbanas exibem temperaturas consistentemente mais altas e com maior variação durante o dia, sugerindo a presença de ilhas de calor urbano. Por outro lado a área rural, demonstrando uma maior estabilidade térmica, com temperaturas amenas e menos flutuações durante o dia. Essa comparação evidencia as diferenças climáticas entre zonas urbanas e rurais, especialmente quando se trata da urbanização sobre o microclima das áreas verdes.

Gráfico 11 – Comparativo Temperatura de Edificações (°C) Sandovalina, SP.

Fonte: Ribeiro Neto, Luan. (Criado pelo autor).

O gráfico comparativo de temperatura de edifícios no município de Sandovalina, SP, apresenta a comparação entre os três pontos de análises sendo eles: urbano, rural e subúrbio, apresentando a variação de edificação ao longo dos dias. Ele compara como diferentes tipos de construção reagem à variação de temperatura, refletindo as condições climáticas e o efeito das características das áreas (como materiais de construção e planejamento).

Seguindo os outros gráficos a linha azul representa as edificações urbanas, variando entre 24°C e 31°C, mostrando a variação gradual durante os dias, as edificações urbanas apresentam um aumento de temperatura ao longo do dia, principalmente devido ao uso de materiais que retêm mais calor como concertos e tijolos em grande escala. A retenção de calor acontece principalmente nos períodos da tarde, atingindo temperaturas mais altas em comparação com as áreas rurais devido a densidade e aos materiais que absorvem mais calor.

Na linha de cor laranja (edificações rurais) as temperaturas se apresentam mais estáveis, com variações entre 22°C e 28°C. A linha mostra que nas áreas rurais, as edificações são menos afetadas pela variação de temperatura diária, provavelmente devido à maior presença de vegetação, temperaturas mais estáveis, assim como a umidade elevada. As edificações rurais têm temperaturas mais baixas variando ao longo do dia, nesse contexto pode-se sugerir que as edificações são mais ventiladas ou feitas com materiais que retêm menos calor.

Por fim a linha cinza (edificação suburbana), as temperaturas variam entre 26°C e 34°C, sendo menos quente que as edificações urbanas, isso se deve a combinação de áreas mais densas do que as áreas rurais, mas com características específicas entre zonas urbanas e rurais. Essa variação reflete o efeito de aquecimento mais elevado, possivelmente pela

combinação de zonas construídas e áreas abertas, mas com características de urbanização mais intensa que as áreas rurais.

Este gráfico apresenta as diferenças de aquecimento de edifícios nas três zonas da cidade de Sandovalina. As áreas suburbanas e urbanas apresentam maiores variações de picos de temperaturas, enquanto a área rural se mantém com temperaturas mais constantes e amenas, esses pontos refletem os impactos que a urbanização e materiais de construção nas condições térmicas para os edifícios de uma cidade, criando um novo micro clima para essa região.

A partir das análises dos gráficos é possível analisar as características e mudanças atmosféricas, como a temperatura e umidade devido a expansão rural e urbano no município e é possível a análise da variação climática entre os espaços analisados.

No espaço urbano, a temperatura tende a ser mais elevada devido a presença das ilhas de calor que aumentam a retenção de calor em superfícies pavimentadas e urbanizadas. Essas superfícies absorvem e irradiam o calor, ocasionando o aumento de temperatura ao longo do dia, durante a noite, as temperaturas caem, mas permanecem elevadas em comparação com a área rural e suburbanas. Os níveis de umidade se mantêm baixos devido aos mesmos pontos que elevam as temperaturas (impermeabilização e falta de vegetação).

O espaço rural apresenta temperaturas amenas e menos flutuantes, em parte devido a presença de vegetação e solos permeáveis, que ajudam a manter a umidade e a dissipar o calor de forma mais eficaz. Com temperaturas máximas geralmente mais baixas, o espaço rural apresenta níveis de umidade mais elevados, sendo resultado da evapotranspiração constante da vegetação, características essas que tornam o clima rural mais estável e menos afetado com as mudanças de urbanização e temperatura.

Por fim a área suburbana, além de exibir características interessantes com picos de calor durante o dia e especialmente em áreas sem presença de vegetação e maior densidade de edificações próximas, no entanto a presença de áreas verdes próximas, e nessa situação corpos d'água, como represas podem resfriar a temperatura mais rapidamente durante a noite, o que resulta em um ambiente com variações térmicas significativas durante o dia.

Essas diferenças entre os três pontos refletem a urbanização e a expansão rural no microclima local, onde as áreas urbanas e suburbanas tendem a aquecer mais rápido e manter temperaturas mais elevadas por mais tempo, enquanto nas áreas rurais as temperaturas permanecem mais frescas e úmidas.

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS.

O estudo deixou evidenciado o quanto as ações antrópicas e o crescimento urbano desordenado têm impactado significativamente o clima e a qualidade do ar no município de Sandovalina. A partir do desenvolvimento da pesquisa, ficou evidente que a urbanização e industrialização modificaram a dinâmica ambiental do local, gerando a elevação da temperatura, redução de umidade, modificação na paisagem e aumento dos níveis de poluição do ar, sobretudo em áreas com altas concentrações de pavimentação e edificação. Ao se aplicar o conceito da área fonte percebe-se que, sob determinada condição sinóptica, os efeitos das alterações nas características atmosféricas locais podem ser afetados pelos ventos até cidades próximas mais densamente povoadas.

A análise dos dados de temperatura, umidade e concentração de materiais particulados (MP10 e MP2,5) nas áreas de análise- urbana, suburbana e rural- indicou que as áreas urbanas e suburbanas sofrem com fenômenos como a criação de ilhas de calor, onde as superfícies pavimentadas e construídas retêm mais calor ao longo do dia e irradia à noite, elevando as temperaturas de forma contínua. Em contrapartida, a área rural, com maior cobertura vegetal e solos permeáveis, mostrou-se mais estáveis termicamente, apresentando menores variações de temperatura e níveis de umidade mais elevados.

A análise de dispersão desses materiais provenientes do município de Sandovalina, em direção a Presidente Prudente no estado de São Paulo, evidenciam a importância dessa análise, a direção do vento desempenha um papel crucial nessa dispersão de poluentes, influenciando na qualidade do ar na região. Durante o período analisado, a qualidade do ar foi classificada como “boa”, apesar dos picos de concentração de materiais particulados em alguns momentos do dia, indicando um risco potencial para a saúde pública. A concentração desses materiais em áreas urbanas e suburbanas reflete a necessidade de um monitoramento ambiental constante e de medidas de controle de emissão de poluentes e queimadas, principalmente devido à proximidade de áreas residenciais com zonas industriais e agrícolas que utilizam agrotóxicos.

A necessidade de estratégias para minimizar os impactos desses poluentes atmosféricos na saúde da população local. Recomenda-se um monitoramento contínuo e implementação de medidas para reduzir a exposição dos moradores aos materiais particulados, promovendo assim uma melhor qualidade de vida e controle de agravamentos de doenças respiratórias, cardiovasculares e cancerígenas associadas a esses poluentes.

A partir das análises dos dados coletados em campo, a importância de políticas públicas que integrem um planejamento urbano mais sustentável e que buscam mitigar os impactos causados pela urbanização desordenada, recomenda-se a preservação e ampliação de áreas verdes, a fim de melhorar o microclima e a qualidade do ar. A implementação de urbanização sustentável, com instalação de telhados verdes, pavimentos permeáveis e a criação de zonas de amortecimento entre áreas industriais e residenciais, o que pode ajudar a reduzir as ilhas de calor e melhorar a qualidade ambiental.

As zonas de amortecimento podem reduzir a pressão direta de atividades humanas, como desmatamento, caça, ou construção de infraestruturas; permitir que as atividades humanas sejam compatíveis com a conservação, trazer uma garantia que os processos naturais, como a purificação de água, a regulação do clima e a proteção da biodiversidade, sejam preservados e promover práticas agrícolas, econômicas e sociais que respeitem o meio ambiente e beneficiem a população local.

Ao enfatizar a interdependência entre desenvolvimento urbano e qualidade de vida, o estudo contribui para a conscientização sobre a importância de um crescimento econômico que respeite os limites ambientais e priorize a saúde e o bem-estar da população.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ARAÚJO, I. P. S. Metodologia para medição de emissão de material particulado em canteiros de obras. Dissertação (mestrado) - Universidade Federal da Bahia. Escola Politécnica, Salvador, 2014.

BERTRAND, G. PAISAGEM E GEOGRAFIA FÍSICA GLOBAL. ESBOÇO METODOLÓGICO. R. RAÍ E GA, Curitiba, n. 8, p. 141-152, 2004. Editora UFPR.

BRAGA, R. M. O Espaço Geográfico: Um Esforço de Definição. GEOUSP - Espaço e Tempo, São Paulo, Nº 22, pp. 65 - 72, 2007.

BRASIL. (1990). Resolução CONAMA no 3, de 28 de junho de 1990. Dispõe sobre padrões de qualidade do ar, previstos no PRONAR. Brasília: CONAMA. Disponível em: <https://www.ibama.gov.br/sophia/cnia/legislacao/MMA/RE0003-280690.PDF>. Acesso em: 04 de Maio de 2024.

BRITO, P. H. F.; ARAÚJO, R. S. SILVA, G. M. M. Composição química do material particulado atmosférico: uma revisão de literatura. HOLOS, Ano 34, Vol. 03 2018.

CETESB. Clima e Poluição do Ar no Estado de São Paulo, 2001.

CETESB. Companhia Ambiental do Estado de São Paulo. Dados Qualar- Qualidade do ar. Disponível em: <https://cetesb.sp.gov.br/ar/qualar/>

COELHO NETO, A. S. Política de desenvolvimento territorial rural no Brasil: limites da concepção de ruralidade e de territórios rurais. Campo-Território: Revista de Geografia Agrária, Uberlândia, v. 8, n. 16, p. 152-169, ago. 2013.

CONTI, J. B. A questão climática do Nordeste brasileiro e os processos de desertificação. Revista Brasileira de Climatologia, v.1, n.1, p.7-14, 2005b.

CONTI, J. B. Considerações sobre as mudanças climáticas globais. In: Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, v. 16, 2005a, p.70-75.

CORRÊA, R. L. Espaço Geográfico: algumas considerações. In: _____. Novos Rumos da Geografia Brasileira. 5ª Ed. São Paulo: HUCITEC, 1982. p. 25-34.

CORRÊA, R. L. O espaço urbano. São Paulo: Ática, 1995.

DANTAS, L.; AZEVEDO, J. C.; FELICIANO, M. O impacto da queima doméstica de biomassa lenhosa nos níveis de PM_{2,5} na cidade de Bragança, Portugal. *Revista de Ciências Agrárias*, v. 40, p. 282-290, 2017.

DEFFONTAINES, J.-P. (1972) “Analyse des situations dans différentes régions de France”. *Freins à l’adoption d’innovations techniques, Études Rurales*, n. 52, pp.81-90

DOMINGUES, Álvaro. (Sub)úrbios e (sub) urbanos – o mal-estar da periferia ou a mistificação dos conceitos? *Geografia – Revista da faculdade de Letras. I série*, vol. X, XI. Porto, 1994/95 pp. 5-18

GOOGLE EARTH. Imagem aérea. Disponível em: <https://earth.google.com/web/>

GOUVEIA, N.; LEON, A. P.; JUNGER, W.; LINS, J. F.; FREITAS, C. U. Poluição do ar e impactos na saúde na Região Metropolitana de Belo Horizonte – Minas Gerais, Brasil. *Ciência & Saúde Coletiva*, v. 24, n. 10, p. 3773-3781, 2019.

HARVEY, D. O espaço como palavra-chave. *GEOgraphia*, v. 14, n. 28, 2012 [2006], p. 8-39.

HARVEY, David. *O enigma do capital e as crises do capitalismo*. São Paulo: Boitempo, 2011.

HIERNAUX, D; LINDÓN, A. La periferia: voz y sentido en los estudios urbanos. *Papeles de Población*, vol. 10 no . 42. Cidade do México, Universidad Autónoma del Estado de México, Centro de Investigación y Estudios Avanzados de la Población, 2004, p. 101-123.

INMET. Instituto Nacional de Meteorologia. Gráficos Climatológicos. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/GraficosClimatologicos/SP/83716>

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. IBGE. População estimada em 2022. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/sandovalina/panorama>

JACINTO, J. M; MENDES, C. M; PEREHOUSKEI, N. A. O rural e o urbano: contribuições para a compreensão da relação do espaço rural e do espaço urbano. *Revista Percurso - NEMO Maringá*, v. 4, n. 2 , p. 173- 191, 2012.

JARDIM, C. H. Aspectos teórico-metodológicos relativos à dimensão temporal e espacial do clima. Disponível em: *Geografias artigos científicos*. Belo Horizonte, 01 de Janeiro - 30 Junho de 2017. Vol.14, no1, 2017.

LANDSBERG, H. E. O CLIMA DAS CIDADES. Disponível em: Revista do Departamento de Geografia, 18 (2006) 95-111.

MACHADO, P.J.O. Climatologia. Juiz de Fora: UFJF, 2000. (Notas de aula)

MAIA, J. L. M.; NETTO, V. M.; COSTA, B. L. G. Forma urbana e poluição atmosférica: impactos na cidade do Rio de Janeiro. Revista Brasileira de Gestão Urbana, v. 11, p. 1-20, 2019.

MARINHA BRASILEIRA. Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil. Disponível em: https://www.marinha.mil.br/chm/dados-do-smm-cartas-sinoticas/cartas-sinoticas?field_data_value%5Bvalue%5D%5Bday%5D=30&field_data_value%5Bvalue%5D%5Bmonth%5D=9&field_data_value%5Bvalue%5D%5Byear%5D=2024&field_horario_value=12HMG

MARTINS, J. S. A aparição do demônio na fábrica – origens sociais do eu dividido no subúrbio operário. São Paulo: Ed. 34, 2008.

MATEUS, V. L; GOULART, E. V; GALVÃO, E. S; SANTOS, J. M; FURIERI, B; REIS JUNIOR, N. C. O material particulado e seus efeitos à saúde. Material Particulado na atmosfera urbana e suas interações com a saúde humana. Jane Meri Santos, Neyval Costa Reis Junior, Elson Silva Galvão (orgs.). – Goiânia:. Alta Performance, 2022.

MONTEIRO, C. A. F. Teoria e Clima Urbano. Tese (Livre Docência) – Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1975. Diário Oficial da União, seção 1, 15.937-15.939.

MORAES, S. L.; ALMENDRA, R.; SANTANA, P.; GALVANI, E. Variáveis meteorológicas e poluição do ar e sua associação com internações respiratórias em crianças: estudo de caso em São Paulo, Brasil. Cadernos de Saúde Pública, v. 35, n. 7, p. 1-16, 2019.

MÜLLER, R. S. Diagnóstico ambiental das áreas de expansão urbana do município de Jaguariúna - SP. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental)- Universidades Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas- Rio Claro 2009.

NASCIMENTO JÚNIOR, L. PERSPECTIVAS DA VARIABILIDADE CLIMÁTICA. Geografia em Questão, [S. l.], v. 10, n. 1, 2017. DOI: 10.48075/geq.v10i1.15076. Disponível

em: <https://e-revista.unioeste.br/index.php/geoemquestao/article/view/15076>. Acesso em: 8 out. 2024.

NÚÑEZ PEIRÓ, M., SÁNCHEZ-GUEVARA SÁNCHEZ, C., & NEILA GONZÁLEZ, F. J. (2019). Source area definition for local climate zones studies. A systematic review. *Building and Environment*, 148, 258-285. doi:10.1016/j.buildenv.2018.10.050

PINTO, J. E. S. de S; AGUIAR NETO, A. de O. *Clima, Geografia e Agrometeorologia: Uma Abordagem Interdisciplinar*. São Cristóvão. Ed. UFS, Aracaju. Fundação Quêdo Teixeira. 2008.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SANDOVALINA. História do Município. Disponível em: https://www.sandovalina.sp.gov.br/pagina/2_Historia-do-Municipio.html

RESENDE, F. *Poluição atmosférica por emissão de material particulado: avaliação e controle nos canteiros de obras de edifícios / Fernando Resende. - Edição Revisada - São Paulo, 2007. 210p.*

ROTH, C. G; GARCIAS, C. M. *Construção Civil e a degradação ambiental. Desenvolvimento em Questão*, v. 7, n. 13, 2009. ISO 14001 2004 – 3.6 Aspecto Ambiental.

SANTOS, M. *O Dinheiro e o Território*. In: SANTOS, Milton e BECKER, Bertha (orgs.). *Território, territórios: Ensaio sobre o ordenamento territorial*, Rio de Janeiro: DP&A Editora, 2006.

SANTOS, M. *O espaço: sistemas de objetos, sistemas de ação*. In: SANTOS, Milton. *A natureza do espaço: técnica e tempo, razão e emoção*. São Paulo: EDUSP, 2006.

SILVA, V.G. *Avaliação da sustentabilidade de edifícios de escritórios brasileiros: diretrizes e base metodológica*. 2003. 210f. Tese de doutorado. Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2003.

SOTO, W. H. G. *Subúrbio, periferia e vida cotidiana*. *Estudos Sociedade e Agricultura*, abril 2008, vol. 16 no. 1, p. 109- 131. ISSN 1413-0580.

TORRES, F. T. P; MARTINS, L. A. *Fatores que influenciam na concentração do material particulado inalável na cidade de Juiz de Fora (MG)*. Disponível em: CAMINHOS DE GEOGRAFIA - revista on line <http://www.ig.ufu.br/revista/caminhos.html>.

TRICART, J. L. F. Paisagem e Ecologia: Igeo/USP. São Paulo. 1981 MAXIMIANO, Liz Abad. Considerações sobre o conceito de Paisagem. Revista Raega. Editora UFPR. 2004.

VORMITTAG, E. M. P. A. A. et al. Avaliação dos impactos da poluição atmosférica no Estado do Rio de Janeiro sob a visão da saúde. São Paulo. Instituto Saúde e Sustentabilidade, 2013.

YANAGI, Y.; ASSUNÇÃO, V. J.; BARROZO, V. L. Influência do material particulado atmosférico na incidência e mortalidade por câncer no Município de São Paulo, Brasil. Cadernos de Saúde Pública, Rio de Janeiro, v.28, n.9, p.1737-48, 2012.