

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

LEONARDO FERNANDES CESAR

Título: Influência da vegetação urbana na qualidade de vida sob a lógica
capitalista do espaço

São Carlos
2023

LEONARDO FERNANDES CESAR

**Título: Influência da vegetação urbana na qualidade de vida sob a lógica
capitalista do espaço**

Monografia apresentada ao Curso de Engenharia Ambiental, da Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, como parte dos requisitos para obtenção do título de Engenheiro Ambiental.

Orientador: Prof. Dr. Marcel Fantin

VERSAO CORRIGIDA

São Carlos

2023

AUTORIZO A REPRODUÇÃO TOTAL OU PARCIAL DESTE TRABALHO, POR QUALQUER MEIO CONVENCIONAL OU ELETRÔNICO, PARA FINS DE ESTUDO E PESQUISA, DESDE QUE CITADA A FONTE.

Ficha catalográfica elaborada pela Biblioteca Prof. Dr. Sérgio Rodrigues Fontes da EESC/USP com os dados inseridos pelo(a) autor(a).

Fernandes, Leonardo Fernandes Cesar
F363i Influência da vegetação urbana na qualidade de vida sob a lógica capitalista do espaço / Leonardo Fernandes Cesar Fernandes; orientador Marcel Fantin Fantin. São Carlos, 2023.

Monografia (Graduação em Engenharia Ambiental) --
Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de
São Paulo, 2023.

1. Cobertura Vegetal Urbana . 2. Qualidade de Vida.
- 3 . Lógica Capitalista. 4. Espaço Urbano. I. Título.

Eduardo Graziosi Silva - CRB - 8/8907

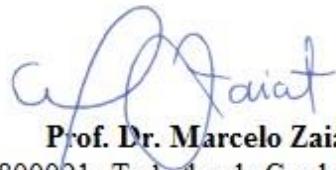
FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): **Leonardo Fernandes Cesar**

Data da Defesa: 17/11/2023

Comissão Julgadora: Resultado:

Marcel Fantin (Orientador(a))	<u>Aprovado</u>
Breno Malheiros de Melo	<u>Aprovado</u>
Victor Eduardo Lima Ranieri	<u>Aprovado</u>



Prof. Dr. Marcelo Zaiat

Coordenador da Disciplina 1800091- Trabalho de Graduação

DEDICATÓRIA

*A Deus, por me permitir existir e ser
contemplado com a graça da
oportunidade.*

AGRADECIMENTOS

A Deus, por me permitir existir e ter a oportunidade de desenvolver tal trabalho,

A Universidade de São Paulo, por propiciar as ferramentas necessárias para a produção desse estudo,

A meus pais, Daniel e Elaine, que lutam incessantemente todos os dias para que eu possa concluir meus estudos,

A minha avó Aparecida Zélia, que sempre me apoiou e compartilhou dos meus momentos de maior conquista,

A todos os meus amigos e amigas que me ajudaram nesse processo,

A meu orientador e membros da banca que me ajudaram a melhorar esse produto.

EPÍGRAFE

“Educação não transforma o mundo.
Educação muda as pessoas. Pessoas
transformam o mundo”

Paulo Freire (1967)

RESUMO

FERNANDES, L. F. C. **Título: Influência da vegetação urbana na qualidade de vida sob a lógica capitalista do espaço.** 2023. 67 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023.

O estudo em questão se propôs a analisar a influência da cobertura vegetal urbana na qualidade de vida da população em meio à lógica capitalista do espaço urbano. Esta pesquisa utilizou a metodologia de regressão linear e análise gráfica, com o intuito de investigar a relação entre os indicadores de percentual de cobertura vegetal e fatores críticos relacionados a qualidade de vida, como a ilha de calor e a presença dos gases poluentes MP10, NO2 e O3. O estudo foi conduzido nas principais cidades industriais do ABC: Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul, no período compreendido entre 2017 a 2021.

Os resultados revelaram informações substanciais sobre a relação entre a cobertura vegetal urbana e conforto térmico. O coeficiente de determinação (R^2) foi notavelmente elevado, atingindo 0,8967, indicando que o modelo de regressão explica aproximadamente 89% da variação observada na Ilha de Calor Urbana, com base na cobertura vegetal.

A análise da regressão indica fortemente que a cobertura vegetal urbana desempenha um papel altamente significativo na explicação das variações em parâmetros relacionados a qualidade de vida da população estudada. A alta porcentagem de variabilidade explicada, juntamente com o baixo erro padrão e valor-p, sugere uma relação robusta e confiável entre a cobertura vegetal e o conforto térmico, contudo, a análise gráfica não se mostrou eficiente para a explicação da variação dos poluentes atmosféricos.

Os resultados têm implicações significativas para o planejamento urbano, destacando a importância da preservação e expansão de estudos da cobertura vegetal urbana como um potencial elemento na melhoria da saúde da população, estando alinhada com a crescente compreensão de que o ambiente urbano desempenha um papel crítico na saúde e bem-estar das pessoas, especialmente no contexto da lógica capitalista de produção do espaço que tende a suprimir a vegetação em prol do lucro.

Palavras-chave: Cobertura Vegetal Urbana 1. Qualidade de vida 2. Lógica Capitalista 3. Espaço Urbano 4.

ABSTRACT

FERNANDES, L. F. C. **Title in english: Influence of urban vegetation on quality of life under the capitalist logic of space.** 2023. 67 f. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2023.

The study in question set out to analyze the influence of urban vegetation cover on the population's quality of life amid the capitalist logic of urban space. This research used linear regression methodology and graphical analysis, with the aim of investigating the relationship between indicators of percentage of vegetation cover and critical factors related to quality of life, such as the heat island and the presence of polluting gases PM10, NO₂ and O₃. The study was conducted in the main industrial cities of ABC: Santo André, São Bernardo do Campo and São Caetano do Sul, in the period between 2017 and 2021.

The results revealed substantial information about the relationship between urban vegetation cover and thermal comfort. The coefficient of determination (R^2) was notably high, reaching 0.8967, indicating that the regression model explains approximately 89% of the variation observed in the Urban Heat Island, based on vegetation cover.

The regression analysis strongly indicates that urban vegetation cover plays a highly significant role in explaining variations in parameters related to the quality of life of the studied population. The high percentage of explained variability, together with the low standard error and p-value, suggests a robust and reliable relationship between vegetation cover and thermal comfort, however, the graphical analysis did not prove to be efficient in explaining the variation in atmospheric pollutants. .

The results have significant implications for urban planning, highlighting the importance of preserving and expanding studies of urban vegetation cover as a potential element in improving population health, being in line with the growing understanding that the urban environment plays a critical role in people's health and well-being, especially in the context of the capitalist logic of space production that tends to suppress vegetation in favor of profit.

Keywords: Urban Vegetation Cover 1. Quality of life 2 Capitalist Logic 3. Urban Space 4.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

Figura 1 – Localização regional do município de Santo André.....	39
Figura 2 – Localização regional do município de São Bernardo do Campo.....	41
Figura 3 – Localização regional do município de São Caetano do Sul.....	42
Figura 4 – PCV e presença de poluentes – Santo André.....	52
Figura 5 – PCV e presença de poluentes – São Bernardo do Campo.....	52
Figura 6 – PCV e presença de poluentes – São Caetano do Sul.....	53

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 – Dados de Santo André.....	47
Tabela 2 – Dados de São Bernardo do Campo.....	48
Tabela 3 – Dados de São Caetano do Sul.....	49
Tabela 4 – Resultados da Regressão.....	50
Tabela 5 – Resultados da ANOVA.....	51

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ICU	–	Ilha de calor urbana
Cetesb	–	Companhia Ambiental do Estado de São Paulo
PCV	–	Percentual de cobertura vegetal
ha	–	Habitantes
PM10	–	Particulate Matter
NO2	–	Dióxido de Nitrogênio
COVs	–	Compostos orgânicos voláteis
NOx	–	Óxidos de nitrogênio
ANOVA	–	Análise de variância
MQO	–	Mínimos quadrados ordinários

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO.....	21
1.1 Contextualização do tema e sua relevância.....	21
1.2 Objetivos.....	22
1.2.1 Objetivo geral.....	22
1.2.2 Objetivos específicos.....	22
1.2.3 Justificativa.....	22
2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA.....	24
2.1 Cobertura vegetal urbana.....	24
2.2 Relação entre cobertura vegetal e conforto térmico.....	25
2.3 Impactos da vegetação urbana na qualidade do ar.....	26
2.4 Aspectos socioeconômicos influenciados pela presença de vegetação.....	27
2.5 A lógica capitalista na produção do espaço urbano.....	29
2.5.1 Principais impactos do capitalismo no espaço urbano.....	29
2.5.2 Como a lógica capitalista afeta a vegetação urbana.....	30
3 METODOLOGIA.....	34
3.1 Dados Ambientais.....	34
3.2 Dados sobre conforto térmico.....	35
3.3 Dados sobre qualidade do ar.....	36
3.4 Caracterização da população amostral.....	37
3.5 Regressão linear.....	42
3.6 Análise de variância	44
3.7 Limitações dos métodos	44
4 RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	47
4.1 Resultados.....	47
4.2 Análise gráfica.....	51
5 CONCLUSÃO.....	56
REFERÊNCIAS.....	58

1 INTRODUÇÃO

1.1 Contextualização do tema e sua relevância

A qualidade de vida nas áreas urbanas é uma preocupação crescente devido à concentração populacional e às demandas relacionadas à saúde física, mental e social. A cobertura vegetal pode influenciar significativamente a qualidade de vida, proporcionando benefícios como melhora da saúde, redução do estresse, aumento da interação social e recreação (Kaplan e Kaplan, 1989).

A sustentabilidade é uma questão central nas discussões contemporâneas sobre o desenvolvimento urbano, sendo que a preservação e ampliação da cobertura vegetal urbana estão alinhadas com princípios de sustentabilidade, pois contribuem para a mitigação das mudanças climáticas, a redução do calor urbano, a filtragem da poluição do ar e a promoção da biodiversidade (Jim, 2013).

Segundo Jones (2018), o conflito entre interesses econômicos, muitas vezes impulsionados pela lógica capitalista de produção de espaço, e a preservação da vegetação urbana é uma realidade em muitas cidades. Este tema abre espaço para entender como as decisões de planejamento urbano podem ser melhoradas para equilibrar o desenvolvimento econômico com a qualidade ambiental e de vida.

Além disso, com o advento da pandemia de COVID-19 intensificou-se a necessidade da criação e manutenção dos ambientes urbanos saudáveis e resilientes. A vegetação urbana é um destaque como um elemento crucial para o bem-estar físico e mental das populações urbanas, bem como para a criação de espaços públicos que promovam a distância física e segurança sanitária.

Sendo assim, surge a necessidade da conscientização sobre a importância da cobertura vegetal urbana, levando a uma maior ênfase em políticas públicas voltadas para a preservação e o aumento das áreas verdes nas cidades (Iwama et al., 2014).

Harvey (2001), argumenta que a urbanização capitalista promove uma lógica de privatização do espaço, onde áreas verdes muitas vezes são transformadas em commodities, disponíveis apenas para aqueles que podem arcar com os custos associados a sua fruição. Nesse sentido, a cobertura vegetal urbana torna-se não apenas um reflexo das desigualdades socioeconômicas, mas também um componente determinante na configuração da qualidade de vida das diferentes camadas da população.

Este tema engloba diversas disciplinas, como urbanismo, arquitetura, meio ambiente, saúde pública, economia e sociologia. A abordagem interdisciplinar é crucial para entender plenamente os diferentes aspectos e complexidades envolvidos na relação não somente lógica, mas também estatística entre a cobertura vegetal urbana, a lógica capitalista de produção de espaço e a qualidade de vida.

1.2 Objetivos

1.2.1 Objetivo geral

Investigar, por meio da aplicação do método da regressão linear e análise gráfica, a influência da vegetação urbana na qualidade de vida da população sob a influência da lógica capitalista do espaço. O estudo visa compreender a relação entre o percentual de cobertura vegetal urbana e variáveis como intensidade da ilha de calor urbana e concentrações de poluentes atmosféricos (MP10, NO2, O3), a fim de entender a importância das políticas públicas para a criação e manutenção dos espaços verdes para aspectos relacionados ao bem estar das comunidades urbanas.

1.2.2 Objetivos específicos

- Contribuir com dados que possam auxiliar a formulação de políticas públicas que abranjam a produção de novos espaços verdes e a conservação das áreas verdes já existentes, com foco na promoção da qualidade de vida urbana.
- Investigar como o percentual de cobertura vegetal está associado estatisticamente à manifestação da ilha de calor urbana e à relação gráfica de tendência da concentração dos poluentes MP10, NO2 e O3, oferecendo insights sobre a interdependência entre esses elementos.

1.3 Justificativa

A lógica capitalista da produção de espaço muitas vezes prioriza o desenvolvimento urbano visando lucro e crescimento econômico, o que pode resultar na redução da vegetação urbana. A presença de vegetação urbana é muitas vezes vista como secundária em relação às demandas de expansão e desenvolvimento imobiliário, o que pode ter impactos negativos no

meio ambiente e na qualidade de vida das pessoas. Essa relação ressalta a necessidade de equilibrar o desenvolvimento urbano com a preservação e promoção da vegetação urbana para um ambiente mais sustentável e habitável.

A urbanização acelerada e os padrões de desenvolvimento urbano sob a lógica capitalista têm transformado o ambiente urbano de maneira marcante, podendo impactar diretamente a qualidade de vida das populações urbanas. A busca incessante pelo crescimento econômico e a maximização dos lucros muitas vezes resulta na expansão descontrolada das áreas urbanas, levando à substituição de áreas verdes por infraestruturas, edificações e empreendimentos imobiliários (Siqueira et al., 2017).

Nesse cenário, a cobertura vegetal urbana surge como um dos vários elementos para a saúde e o bem-estar, as áreas verdes podem desempenhar um papel vital na mitigação dos efeitos nocivos da urbanização, contribuindo para a qualidade do ar, regulação térmica, redução da poluição sonora, promoção da atividade física, lazer e saúde mental. Entretanto, a pressão exercida pela lógica capitalista muitas vezes resulta em uma distribuição desigual de áreas verdes, privando certos grupos socioeconômicos do acesso a esses benefícios (Barros e Lombardo, 2016).

A relevância desta pesquisa está intrinsecamente ligada à necessidade de orientar políticas públicas, práticas de planejamento urbano e decisões de investimento em direção a um modelo de urbanização mais sustentável e equitativo. Compreender como a cobertura vegetal se relaciona com o capitalismo pela variação de poluentes e conforto térmico, permite abrir precedentes para novas estratégias que possam equilibrar o desenvolvimento econômico com a preservação do ambiente natural, promovendo a melhoria da qualidade de vida e o bem-estar da população urbana (Carbone et al., 2015).

2 REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

2.1 Cobertura vegetal urbana

A cobertura vegetal urbana, em sua expressão mais abrangente e multifacetada, representa a manifestação física e material da flora em ambientes urbanos. Constitui-se em um elemento crucial na paisagem metropolitana contemporânea, englobando uma diversidade de formas vegetativas, que vão desde árvores urbanas, arbustos e gramados, até parques, praças e jardins, compreendendo uma complexa rede de ecossistemas que interage com a infraestrutura e as construções urbanas (Bargos, 2011).

A vegetação que esteve presente nos mais variados recantos urbanos tem adquirido, em termos conceituais, algo que transcende as meras considerações de estética, constituindo um elemento multifuncional de valor inestimável. Segundo Berté (2009), dentro do âmbito ecológico, a cobertura vegetal urbana atua como um mecanismo regulador da qualidade ambiental. Ocupa o papel de filtro natural do ar, exercendo a importante função de reduzir a concentração de poluentes atmosféricos, notadamente dióxido de carbono (CO₂) e partículas em suspensão (Buccheri et al., 2006).

Este processo de filtração resulta em uma melhoria significativa na qualidade do ar nas cidades, mitigando os efeitos negativos na saúde pública que agravam as doenças respiratórias. Paralelamente, a vegetação urbana realiza a absorção de ruídos, contribuindo para a redução da poluição sonora, com consequentes impactos positivos na qualidade de vida dos habitantes urbanos (Mazzei, 2007).

No que tange ao clima urbano, a cobertura vegetal desempenha um papel primordial na modulação do fenômeno conhecido como ilha de calor urbana. A capacidade de absorção e retenção de calor do asfalto e das construções de concreto, comuns nas cidades, intensifica as temperaturas locais (Lago, 2001). A vegetação, por sua vez, atua como um resfriador natural, aliviando esse acúmulo de calor e tornando as condições urbanas mais amenas. Este efeito, crucial em regiões urbanas, contribui para a adaptação às mudanças climáticas e o conforto dos habitantes.

No domínio sociocultural, a cobertura vegetal urbana transcende o papel de elemento meramente estético. Ela se apresenta como um recurso recreativo, oferecendo espaços para atividades ao ar livre, exercício físico e relaxamento, fomentando o senso de comunidade, fornecendo locais de encontro e interação social (Souza, 2011).

A biodiversidade urbana, por sua vez, encontra na cobertura vegetal uma espécie de último refúgio. Áreas verdes nas cidades podem abrigar uma variedade de espécies vegetais, animais e insetos. Esses oásis de biodiversidade representam não apenas a preservação de ecossistemas autóctones, mas também a manutenção da base para a polinização das plantas e a regulação de pragas (Gil, 2008).

Portanto, a cobertura vegetal urbana, além de desempenhar um papel vital na estética das cidades, configura-se como um elemento de inegável relevância em múltiplas dimensões. Seu estudo e preservação tornam-se, portanto, imperativos, visando não apenas à promoção de ambientes urbanos saudáveis e habitáveis, mas também à mitigação dos impactos negativos da urbanização.

2.2 Relação entre cobertura vegetal e conforto térmico

A interação entre a cobertura vegetal urbana e o conforto térmico é um tema de estudo complexo e multidisciplinar, que demanda uma análise aprofundada sob a perspectiva da física ambiental, ecologia urbana, climatologia, e design urbano. A cobertura vegetal urbana, exerce influências significativas sobre o microclima de áreas urbanas, desempenhando um papel preponderante na modulação das condições térmicas (Lombardo et al., 1985).

No contexto da climatologia urbana, a cobertura vegetal se destaca como um regulador ambiental, atenuando a amplitude térmica diária e as variações de temperatura ao longo do ano. Ela exerce um efeito de sombreamento que reduz a exposição direta à radiação solar, minimizando o aquecimento excessivo das superfícies urbanas, em especial o asfalto e o concreto, que são notórios absorvedores de calor (Campos, 2008). Essa ação de sombreamento tem o potencial de criar microambientes mais frescos, aliviando a sensação de calor e, consequentemente, contribuindo para o conforto térmico dos habitantes urbanos (Carvalho et al., 2003).

A influência da cobertura vegetal na redução do calor urbano é evidenciada pelo fenômeno conhecido como "ilha de calor urbana." Nas áreas densamente construídas, a cobertura vegetal pode ser escassa, resultando em temperaturas substancialmente mais elevadas em comparação com áreas circundantes menos urbanizadas. A presença de árvores e vegetação consegue modular esse calor excessivo, reduzindo os picos de e retardando o aumento das temperaturas ao longo do dia, principalmente em áreas de sombreamento.

Além disso, o processo de evapotranspiração das plantas urbanas, que envolve a liberação de água na forma de vapor, tem efeitos de resfriamento significativos. Essa

evapotranspiração contribui para a umidade relativa do ar, tornando o ambiente mais ameno e menos propenso à sensação de desconforto térmico (Mazzei, 2007).

Do ponto de vista do design urbano, a integração da cobertura vegetal nas áreas urbanas é essencial. Planejadores urbanos e arquitetos paisagistas têm o desafio de otimizar a presença de vegetação para maximizar seu impacto no conforto térmico (Nucci, 2001). Isso pode ser alcançado por meio do planejamento estratégico da localização de árvores e áreas verdes, bem como a escolha de espécies vegetais adequadas, considerando fatores como sombreamento, evapotranspiração e a sazonalidade de folhagens (García et al., 1995).

Em termos de pesquisa e prática, a análise do impacto da cobertura vegetal no conforto térmico requer métodos complexos, que envolvem medições microclimáticas, modelagem computacional e observação empírica. Além disso, segundo Shinzato (2018), a manutenção e gestão adequada das áreas verdes urbanas desempenham um papel fundamental, uma vez que a saúde e a vitalidade das plantas são determinantes para a eficácia de sua atuação no resfriamento urbano, entendendo as demandas de cada espécie que será plantada.

Portanto, a relação entre a cobertura vegetal urbana e o conforto térmico possui claras implicações na qualidade de vida dos habitantes urbanos. A integração e preservação de áreas verdes nas cidades são importantes não apenas para a mitigação das temperaturas extremas, mas também para a promoção de ambientes urbanos mais sustentáveis e habitáveis. O estudo deste tópico continua a ser uma área vital de pesquisa para abordar os desafios das cidades do século XXI em relação às mudanças climáticas e ao bem-estar urbano.

2.3 Impactos da vegetação urbana na qualidade do ar

A vegetação, desempenha um papel vital na regulação dos parâmetros atmosféricos, contribuindo de maneira significativa para a qualidade do ar e, por conseguinte, para o bem-estar dos habitantes das cidades (Nucci et al., 2001).

A contribuição da vegetação urbana para a qualidade do ar é evidenciada, em primeiro lugar, por sua capacidade de atuar como um filtro natural. Os poluentes atmosféricos, notadamente dióxido de enxofre (SO₂), óxidos de nitrogênio (NO_x), partículas finas em suspensão (PM2.5 e PM10) e compostos orgânicos voláteis (COVs), são capturados pelas superfícies foliares das plantas (Guzzo, 1999). O processo de absorção e retenção desses poluentes ocorre de maneira ativa, resultando em uma redução da concentração de contaminantes na atmosfera. Essa capacidade de filtração da vegetação desempenha um papel

fundamental na promoção de um ambiente urbano mais saudável e na mitigação de efeitos adversos na saúde pública (Lima, 2006).

A vegetação, sobretudo as árvores, atua como um sumidouro de carbono, desempenhando um papel importante na captura e armazenamento do dióxido de carbono (CO₂), um dos principais gases de efeito estufa responsáveis pelo aquecimento global. Além disso, as plantas liberam oxigênio durante o processo de fotossíntese, contribuindo para a manutenção do equilíbrio atmosférico e a saúde respiratória da população urbana (Zanin et al., 2002).

Outro aspecto crucial na análise da relação entre a vegetação urbana e a qualidade do ar é a promoção da biodiversidade microbiana. Os microrganismos presentes no solo e nas superfícies foliares das plantas desempenham um papel importante na decomposição de poluentes orgânicos e na manutenção da qualidade do solo. Essa rede microbiana contribui para a remoção de substâncias poluentes e a manutenção da fertilidade do solo urbano, que por sua vez, é essencial para o crescimento saudável da vegetação (Guimarães et al., 1984).

A filtragem de poluentes contribui para a redução de doenças respiratórias, alergias e problemas de saúde relacionados à exposição a contaminantes atmosféricos. A análise dos impactos da vegetação urbana na qualidade do ar revela uma interação complexa e multifuncional.

Seu reconhecimento como um recurso crítico nas políticas de planejamento urbano e de conservação do meio ambiente se mostra imperativo à medida que as cidades continuam a enfrentar os desafios do crescimento populacional e da urbanização crescente.

2.4 Aspectos socioeconômicos influenciados pela presença de vegetação

A valorização imobiliária é um aspecto importante da influência socioeconômica da vegetação urbana. A proximidade de áreas verdes e a presença de árvores maduras nas ruas podem aumentar o valor das propriedades, tornando-se um fator relevante para o mercado imobiliário. Isso não apenas beneficia os proprietários de imóveis, mas também gera receita para governos locais por meio de impostos sobre a propriedade.

Adicionalmente, é crucial considerar não apenas a presença de espaços verdes, mas também a sua qualificação, ou seja, a forma como são projetados, mantidos e utilizados. A qualidade desses espaços desempenha um papel significativo na influência socioeconômica da vegetação urbana. Parques bem planejados, com infraestrutura adequada, áreas de lazer, trilhas para caminhadas e espaços para atividades culturais, têm potencial para atrair não apenas

moradores locais, mas também visitantes de outras regiões. A qualificação dos espaços verdes, ao proporcionar experiências agradáveis e multifuncionais, contribui para a construção de uma imagem positiva da cidade, elevando sua atratividade tanto para investidores quanto para os próprios residentes.

Dessa forma, a valorização imobiliária não está apenas associada à presença de áreas verdes, mas também à qualidade e diversidade das experiências que esses espaços oferecem. Um planejamento urbano que priorize a qualificação dos espaços verdes não apenas impulsiona o mercado imobiliário, mas também fomenta a economia local de maneira mais ampla, ampliando as oportunidades de negócios e fortalecendo a identidade da comunidade. Essa abordagem integrada, considerando tanto a presença quanto a qualidade dos espaços verdes, ressalta a importância de políticas urbanas que promovam não apenas a expansão quantitativa, mas também a melhoria qualitativa do ambiente urbano.

Além disso, a vegetação urbana promove o turismo e o lazer, impulsionando a economia local. Parques, praças e áreas verdes atraem turistas e residentes, contribuindo para a atividade econômica em termos de hospedagem, restaurantes, lojas e serviços relacionados. Esse influxo de visitantes resulta em empregos no setor de hospitalidade e no comércio, aumentando a renda da comunidade local (Loboda et al., 2005).

A vegetação nas áreas urbanas também desempenha um papel fundamental na promoção da coesão social e da igualdade de oportunidades. A disponibilidade de espaços verdes acessíveis a todos os estratos sociais cria um ambiente inclusivo e promove a participação ativa da comunidade. Além disso, programas de engajamento comunitário, como hortas urbanas e projetos de revitalização de espaços verdes, podem fortalecer os laços sociais e promover a colaboração entre os residentes (Iwama et al., 2014).

A educação e a consciência ambiental são componentes adicionais da influência socioeconômica da vegetação urbana. Segundo Morero (2007), a presença de áreas verdes oferece oportunidades para a educação ambiental, sensibilizando a população para questões relacionadas à sustentabilidade e conservação. Isso, por sua vez, pode levar ao desenvolvimento de setores econômicos relacionados à preservação ambiental, como a criação de empregos em áreas de reflorestamento, conservação de parques e planejamento urbano sustentável (Mazzei, 2007).

A presença de cobertura vegetal nas áreas urbanas influencia de maneira profunda e complexa os aspectos socioeconômicos da vida nas cidades. Seu impacto se estende desde a saúde e o bem-estar da população até a economia local, a dinâmica social e a educação ambiental.

2.5 A lógica capitalista na produção do espaço urbano

2.5.1 Principais impactos do capitalismo no espaço urbano

Segundo Tavares (1986), o espaço urbano, como palco da vida moderna, é profundamente moldado por princípios intrínsecos do capitalismo, o sistema econômico predominante em grande parte do mundo.

Em sua essência, o capitalismo é um sistema econômico baseado na propriedade privada dos meios de produção e na busca do lucro. Esses princípios fundamentais têm uma influência profunda na configuração do espaço urbano. Para Andrade (2005), a propriedade privada, por exemplo, está intrinsecamente ligada à organização do espaço urbano, onde a terra é frequentemente tratada como uma mercadoria sujeita a transações de mercado. Essa comercialização da terra influencia a distribuição desigual de recursos e a estrutura social das cidades, criando disparidades econômicas e segregação espacial.

O desenvolvimento do espaço urbano é fortemente influenciado pela busca do lucro. Empreendimentos imobiliários, expansões urbanas e renovações urbanas são frequentemente motivados por considerações econômicas. A maximização do valor da terra, muitas vezes, resulta em processos de gentrificação, nos quais áreas anteriormente acessíveis à população de baixa renda são transformadas para atender às demandas de consumidores de maior poder aquisitivo. Isso leva à expulsão de comunidades tradicionais e à homogeneização socioeconômica de bairros urbanos (Beck, 2000).

A mobilidade do capital também exerce um impacto na forma urbana. A especulação imobiliária e o investimento estrangeiro podem distorcer o mercado imobiliário, aumentando os preços dos imóveis e acentuando a segregação espacial. Além disso, a busca de lucro muitas vezes resulta na privatização de espaços públicos, como parques e praças, em nome da comercialização e do consumo (Donnay et al., 2001).

O capitalismo também promove a exploração dos recursos naturais nas áreas urbanas. A extração de recursos minerais e a exploração de terras para desenvolvimento imobiliário podem levar a danos ambientais significativos. Isso, por sua vez, tem implicações diretas para a qualidade de vida dos habitantes urbanos, à medida que a degradação ambiental afeta a saúde e o bem-estar das comunidades.

A concorrência capitalista também tem efeitos na infraestrutura urbana. A busca por eficiência e lucratividade pode levar a decisões de planejamento que priorizam o

desenvolvimento de determinadas áreas em detrimento de outras, levando a desigualdades em termos de acesso a serviços públicos, transporte e oportunidades de emprego (Foresti, 1987).

A compreensão da influência da concorrência capitalista na infraestrutura urbana pode ser enriquecida ao analisarmos casos específicos, como o da Foresti (1987), onde tais dinâmicas se manifestam de maneira tangível. Dados referentes a essa região evidenciam como a busca por eficiência e lucratividade pode impactar diretamente o planejamento urbano, resultando em disparidades expressivas em relação ao acesso a serviços públicos, transporte e oportunidades de emprego.

Ainda no contexto utilizado no trabalho da Celina Foresti, observa-se que a concorrência capitalista, muitas vezes representada por interesses imobiliários e empresariais, influencia diretamente as decisões de planejamento. Dados de investimento e desenvolvimento revelam que determinadas áreas são priorizadas em detrimento de outras, muitas vezes marginalizando comunidades de menor poder aquisitivo ou relegando-as a condições precárias de infraestrutura.

Os dados socioeconômicos específicos podem apontar para disparidades no acesso a serviços públicos, como educação e saúde, onde bairros mais valorizados recebem maiores investimentos, enquanto áreas periféricas enfrentam carências estruturais. Além disso, informações sobre sistemas de transporte público e a distribuição de oportunidades de emprego podem destacar como a lógica competitiva do capital influencia na mobilidade e nas perspectivas profissionais dos habitantes da região.

Um estudo de Gonçalves (2004) sugere que a influência do capitalismo no espaço urbano é uma narrativa complexa que envolve não apenas os princípios econômicos, mas também questões de poder, justiça social e sustentabilidade ambiental. O entendimento dessas dinâmicas é fundamental para o planejamento urbano e políticas públicas que buscam promover cidades mais equitativas, sustentáveis e habitáveis. É uma análise profunda e em constante evolução que continua a desafiar os urbanistas, pesquisadores e formuladores de políticas urbanas em busca de soluções que equilibrem os imperativos econômicos com o bem-estar e a preservação do ambiente.

2.5.2 Como a lógica capitalista afeta a vegetação urbana

A influência da lógica capitalista na gestão e preservação da vegetação urbana é marcada por uma série de impactos negativos que ecoam em toda a estrutura das cidades contemporâneas. O capitalismo, com sua ênfase na propriedade privada, busca do lucro e

concorrência, muitas vezes entra em conflito direto com a necessidade de conservação da vegetação nas áreas urbanas (Mello, 1982).

Um dos principais impactos negativos da lógica capitalista na vegetação urbana é a pressão de desenvolvimento. As áreas de vegetação frequentemente representam oportunidades de lucro no mercado imobiliário, a conversão de terrenos com vegetação em empreendimentos imobiliários é vista como uma maneira de maximizar o valor da terra (Santos, 2005). Isso resulta na perda de áreas verdes e na fragmentação dos ecossistemas urbanos, com graves consequências para a biodiversidade e a qualidade de vida dos habitantes urbanos.

A gentrificação, um fenômeno urbano impulsionado pela busca do lucro, muitas vezes leva à expulsão de comunidades de baixa renda de áreas urbanas onde a vegetação é removida para dar lugar a empreendimentos de alto padrão. Isso resulta em uma homogeneização socioeconômica das áreas urbanas, com o deslocamento de grupos marginalizados e a perda da diversidade cultural (Harvey et al., 2005).

A especulação imobiliária, uma característica do capitalismo, frequentemente distorce o mercado imobiliário, aumentando os preços das propriedades e pressionando as áreas de vegetação a serem desenvolvidas para atender à demanda crescente. Isso pode resultar na degradação de áreas verdes preciosas e na redução de espaços naturais que são acessíveis à população.

Segundo um estudo de Smith (2007), a privatização de espaços públicos é outra consequência da lógica capitalista que afeta negativamente a vegetação urbana. A busca pelo lucro muitas vezes leva à transformação de espaços públicos, como parques e praças, em áreas comerciais ou residenciais. Isso restringe o acesso público a áreas verdes e pode resultar na exclusão de grupos sociais menos favorecidos.

A lógica capitalista também promove a competição pela terra, resultando em decisões de planejamento que priorizam o desenvolvimento de áreas em detrimento de outras. Isso pode levar a desigualdades no acesso a serviços públicos, infraestrutura e oportunidades econômicas, contribuindo para disparidades socioeconômicas nas áreas urbanas.

A competição por uso da terra, influenciada pela lógica do capital, pode desencadear uma distribuição desigual de vegetação, onde áreas mais valorizadas economicamente tendem a receber menos atenção para preservação de espaços verdes. Isso resulta na concentração de áreas verdes em regiões de elite ou em zonas periféricas de baixa densidade populacional, enquanto áreas urbanas mais densamente habitadas sofrem com a escassez de vegetação (Harvey et al., 2005).

Políticas que valorizem e protejam as áreas verdes, considerando seu papel na saúde pública e no bem-estar social, são essenciais. Estratégias que incentivem a educação ambiental e o engajamento da comunidade na preservação de áreas verdes podem desempenhar um papel fundamental na mudança de mentalidades e na defesa de políticas públicas mais eficazes (Smith, 2007).

A influência negativa da lógica capitalista na gestão e preservação da vegetação urbana é evidente em uma série de impactos prejudiciais que vão desde a perda de áreas verdes, gentrificação, especulação imobiliária e privatização de espaços públicos até a degradação ambiental e desigualdades sociais (Carlos, 1994). Esses impactos colocam em evidência a necessidade de repensar as políticas de planejamento urbano e ambiental, de modo a equilibrar os interesses.

3 METODOLOGIA

3.1 Dados Ambientais

O Percentual de Cobertura Vegetal (PCV) é um parâmetro crucial utilizado para quantificar a extensão de áreas ocupadas por vegetação em relação à área total de um determinado local. Refere-se à proporção de terreno ou superfície coberta por vegetação em comparação com a área total da amostra considerada. Esta medida é fundamental na análise ambiental e no estudo de ecossistemas, uma vez que fornece uma representação quantitativa da presença e distribuição da vegetação em uma determinada região geográfica (Affonso, 2002).

A determinação do PCV pode ser realizada por meio de diferentes métodos, incluindo técnicas de sensoriamento remoto, análises de imagens de satélite e uso de índices de vegetação. Tais métodos permitem a identificação e quantificação das áreas verdes em uma determinada região, utilizando parâmetros como a densidade e diversidade da cobertura vegetal. A determinação dos valores para as cidades estudadas foram retirados da plataforma pública UrbVerde, de 2017 a 2021 usando a representação temporal o valor mediano da vegetação naquela ano, extraída por meio da técnica do modelo linear de mistura espectral, usando as imagens de satélite Landsat 8, com resolução de 15 m no a 30m.

É importante destacar que o PCV desempenha um papel crucial na caracterização e avaliação quantitativa e qualitativa de ecossistemas urbanos e rurais, bem como na compreensão dos impactos ambientais, climáticos e na qualidade de vida das populações locais. A presença de uma cobertura vegetal significativa está diretamente associada a inúmeros benefícios já citados.

Segundo estudos de Hansen et al. (2000), o percentual de cobertura vegetal não se limita apenas a identificar a presença da vegetação, mas também possibilita a análise da estrutura e da dinâmica dos ecossistemas, influenciando diretamente processos ecológicos e ambientais.

Vale ressaltar que o PCV não é um parâmetro estático e está sujeito a mudanças temporais e espaciais, sendo influenciado por fatores como atividades humanas, mudanças climáticas, processos de urbanização e práticas de uso da terra. Como abordado por Druck et al. (2004), essas variáveis em constante alteração destacam a importância de monitorar e conservar a cobertura vegetal para garantir a sustentabilidade ambiental e a qualidade de vida das comunidades, sendo esse o principal motivo para a escolha do escopo temporal de 2017 a 2021, afim de avaliar como essa variação na distribuição afetaria o outro parâmetro estudado.

3.2 Dados sobre conforto térmico

A Ilha de Calor Urbana (ICU) é um fenômeno complexo e significativo, intrinsecamente associado ao ambiente urbano, caracterizado pelo aumento da temperatura em áreas urbanizadas em comparação com suas áreas circundantes não urbanizadas (Oke, 1982).

A ICU surge devido à substituição de vegetação natural por superfícies pavimentadas e construções urbanas, resultando em alterações nas propriedades térmicas e na transferência de energia. Isso desencadeia uma série de efeitos térmicos que contribuem para o aquecimento do ambiente urbano. Conforme indicado por Santamouris (2001), a presença de materiais com alta capacidade de armazenamento térmico, como concreto e asfalto, aliada à redução da vegetação, resulta na absorção de calor e sua posterior liberação, mantendo as áreas urbanas mais quentes do que as áreas rurais circundantes.

As fontes antropogênicas de calor, como a atividade industrial, o tráfego de veículos e a utilização de sistemas de ar condicionado, também desempenham um papel significativo no agravamento da ICU (Grimmond & Oke, 1999). Além disso, a configuração das edificações e a morfologia urbana, como a altura dos edifícios e a presença de ruas estreitas, influenciam a circulação do ar e a retenção do calor, ampliando o efeito de ilha de calor em determinadas regiões urbanas.

Os impactos da ICU são abrangentes, incluindo efeitos na saúde humana, como o aumento do estresse térmico e agravamento de condições médicas preexistentes, além de influenciar a qualidade do ar, a demanda por energia (devido ao aumento do uso de sistemas de resfriamento) e até mesmo a biodiversidade, com alterações nos ecossistemas urbanos (Arnfield, 2003).

Para mitigar os efeitos da Ilha de Calor Urbana, estratégias variadas têm sido propostas. Estas incluem a implementação de telhados verdes, o aumento de áreas verdes e a utilização de materiais urbanos com menor capacidade de retenção de calor. Ademais, intervenções urbanas planejadas e a conscientização pública são essenciais para minimizar os impactos negativos e criar ambientes urbanos mais sustentáveis e resilientes.

Os dados também foram retirados da plataforma UrbVerde, dos anos de 2017 a 2021, tendo como representação temporal o valor médio das temperaturas acima da média daquele ano, referindo-se assim, a população multiplicada pela intensidade da ilha de calor, soma dos graus ($^{\circ}\text{C}$) acima da média dividido pela área ocupada (setores censitários), tendo como unidade “ha”, ou seja, hectares por região.

3.3 Dados sobre qualidade do ar

Compreender o impacto dos poluentes atmosféricos como MP10, NO₂ e O₃ na saúde respiratória é crucial devido à sua influência direta na qualidade do ar e, por conseguinte, na saúde humana. A exposição a esses poluentes está associada a uma série de efeitos adversos nos sistemas respiratório e cardiovascular, resultando em preocupações significativas para a saúde pública.

As partículas finas, como as MP10, provenientes de fontes como veículos automotores, processos industriais e atividades agrícolas, têm sido associadas a uma série de problemas de saúde respiratória. Estudos mostram que as MP10 são capazes de penetrar profundamente nos pulmões, desencadeando inflamação das vias aéreas, agravando condições pré-existentes, como asma e doença pulmonar obstrutiva crônica (DPOC) (Smith et al., 2019).

Juntamente com as partículas finas, o dióxido de nitrogênio (NO₂), um gás emitido principalmente por veículos e atividades industriais, também tem demonstrado ter efeitos prejudiciais na saúde respiratória. A exposição ao NO₂ está associada a um aumento na prevalência de sintomas respiratórios como tosse e falta de ar em crianças e adultos, além de exacerbar doenças pulmonares crônicas (Faustini et al., 2018).

Da mesma forma, o ozônio (O₃), um poluente atmosférico formado pela reação de óxidos de nitrogênio (NO_x) e compostos orgânicos voláteis (COV) na presença de luz solar, tem sido implicado como um irritante respiratório significativo. A exposição ao O₃ pode causar danos nas vias aéreas, resultando em inflamação pulmonar aguda e agravamento de condições respiratórias pré-existentes (Bell et al., 2016).

Estudos epidemiológicos destacam a associação entre esses poluentes atmosféricos e o aumento na morbidade e mortalidade relacionadas a doenças respiratórias. A poluição do ar tem sido identificada como um fator de risco significativo para o desenvolvimento e agravamento de doenças pulmonares crônicas, bem como para o aumento de internações hospitalares e consultas médicas devido a complicações respiratórias (Guan et al., 2020).

Além disso, é importante considerar que a exposição a longo prazo a esses poluentes atmosféricos pode ter efeitos adversos mais graves, contribuindo para o desenvolvimento de condições crônicas, como bronquite crônica, enfisema e fibrose pulmonar. A comunidade científica tem alertado sobre a necessidade de políticas eficazes de controle da qualidade do ar, enfatizando a importância de reduzir a emissão desses poluentes para proteger a saúde pública (Bowe, 2021).

Os dados sobre a presença de poluentes nas cidades estudadas foram retirados do site do Instituto de Energia e Meio Ambiente, dentro do escopo de 2017 a 2021, tendo como representação temporal o valor médio das somas dos valores diários da presença de poluentes que é captada pela rede de monitoramento atualizando seus valores automaticamente de hora em hora, tendo como método da obtenção desses dados a radiação Beta para detecção das partículas MP10, a quimiluminescência para NO₂ e o ultravioleta para O₃.

3.4 Caracterização da população amostral

A escolha das três principais cidades da região do ABC - Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul - como foco de estudo para avaliar a influência da cobertura vegetal urbana na qualidade de vida da população sob a lógica capitalista é justificada por uma série de fatores significativos. Primeiramente, essa região é emblemática dentro do contexto do desenvolvimento urbano e industrial no Brasil, apresentando características e desafios que espelham muitas outras áreas metropolitanas no país.

A região do ABC desempenhou um papel central no processo de industrialização do Brasil, com um histórico marcado pela expansão da indústria automobilística, metalúrgica e química. Essa industrialização acelerada trouxe consigo uma rápida urbanização e expansão urbana, que frequentemente resultou em uma diminuição significativa da cobertura vegetal. A relação intrínseca entre o desenvolvimento econômico capitalista e a transformação do ambiente urbano torna essa região um contexto interessante para analisar como a presença de áreas verdes influencia a qualidade de vida da população.

Além disso, as três cidades escolhidas possuem uma estrutura urbana diversificada, incluindo áreas altamente urbanizadas, áreas residenciais e industriais. Esse cenário variado oferece a oportunidade de examinar como diferentes níveis de cobertura vegetal afetam a vida cotidiana de diversas comunidades, desde bairros mais densamente povoados até regiões mais arborizadas.

A escolha dessas cidades também se justifica pela existência de registros históricos e dados socioeconômicos confiáveis, permitindo uma análise mais robusta dos impactos da cobertura vegetal urbana na qualidade de vida. Dessa forma, o estudo proposto contribuirá para um melhor entendimento de como as áreas verdes podem ser incorporadas ao desenvolvimento urbano de maneira sustentável, considerando os interesses econômicos e as necessidades da população.

Santo André, destaca-se por sua relevância territorial e populacional. Com uma área territorial de 175,782 km², conforme dados de 2022 fornecidos pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), o município se estende por uma extensa porção, proporcionando uma base geográfica ampla para suas atividades urbanas e rurais.

A sua densidade demográfica é de 4.260,50 habitantes por quilômetro quadrado, conforme o censo de 2022. A educação é uma prioridade evidente no município, conforme indicado pela taxa de escolarização entre crianças de 6 a 14 anos. Em 2010, 97,4% dessa faixa etária estava matriculada no ensino regular, evidenciando o compromisso de Santo André com o desenvolvimento educacional de suas gerações mais jovens.

Além disso, o Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM), calculado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) em 2010, atingiu a marca de 0,815. Esse indicador composto reflete os avanços em saúde, educação e padrões de vida, posicionando-o como um município com um alto padrão de qualidade de vida para seus residentes, quando comparado aos demais municípios do Estado de São Paulo.

Outro aspecto crucial da realidade de Santo André é a taxa de mortalidade infantil, que em 2020 registrava 8,61 óbitos por mil nascidos vivos, de acordo com dados do Ministério da Saúde e do Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS). Essa métrica é crucial para avaliar a eficácia dos sistemas de saúde locais e as condições gerais de bem-estar da população infantil.

No âmbito financeiro, as receitas realizadas e despesas empenhadas, ambas referentes ao ano de 2017, totalizaram 2.493.588,88 R\$ (em milhares) e 2.301.852,31 R\$ (em milhares), respectivamente. Esses números, extraídos do Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (Siconfi), ilustram a gestão fiscal responsável do município, indicando uma alocação eficiente de recursos para atender às necessidades da comunidade.

Destaca-se o Produto Interno Bruto (PIB) per capita da cidade, alcançando 40.812,01 R\$ em 2020, conforme dados do IBGE. Esse indicador econômico per capita é um reflexo direto da atividade econômica local e da distribuição de riqueza entre os habitantes do município.

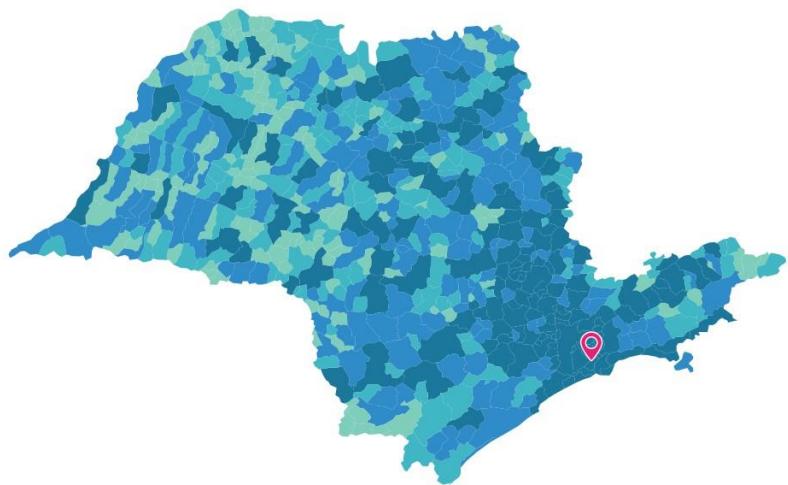
Santo André, além de seus indicadores quantitativos, possui uma rica diversidade cultural e histórica. Com uma população residente de 748.919 pessoas em 2022, conforme dados do último censo, o município se destaca como um ponto de encontro de diferentes origens e tradições, formando uma comunidade multicultural e dinâmica.

Além disso, é importante destacar a sua capacidade em manter uma economia robusta e diversificada. O PIB per capita de 40.812,01 R\$ em 2020 evidencia uma base econômica

sustentada por setores variados que vão desde a indústria até os serviços, contribuindo para a estabilidade financeira do município.

Santo André apresenta uma comunidade dinâmica e em constante evolução, enraizada em sua história, impulsionada por uma economia diversificada e comprometida com o bem-estar de seus cidadãos. Este panorama abrangente reflete um município que não apenas enfrenta os desafios contemporâneos, mas também constrói as bases para as discussões desse trabalho.

Figura 1 – Localização regional do município de Santo André



Fonte: IBGE

São Bernardo do Campo, sob a liderança do prefeito Orlando Morando Junior em 2021, é uma cidade emblemática no cenário brasileiro, combinando uma extensa área territorial com uma densidade demográfica. Com uma área territorial de 409,532 km², conforme dados de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cidade abrange uma vasta extensão, proporcionando um ambiente diversificado para seus habitantes. A população residente de São Bernardo do Campo atingiu a marca de 810.729 pessoas em 2022, segundo o censo mais recente. Essa expressiva população posiciona São Bernardo como um dos municípios mais habitados do país, contribuindo para a dinâmica social, cultural e econômica da região.

A densidade demográfica de 1.979,65 habitantes por quilômetro quadrado, também de acordo com os dados de 2022, reflete uma significativa concentração populacional. Esse indicador, combinado com a área territorial, evidencia uma eficiente utilização do espaço urbano e rural, além de apontar para a vitalidade econômica da cidade.

Com uma taxa de escolarização entre crianças de 6 a 14 anos atingindo 97,6% em 2010, esse compromisso com a formação educacional da juventude é crucial para o desenvolvimento futuro da cidade, refletindo-se no Índice de Desenvolvimento Humano Municipal (IDHM) de 0,805 em 2010, de acordo com o Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD).

A saúde infantil também é uma preocupação fundamental, com uma taxa de mortalidade infantil de 8,95 óbitos por mil nascidos vivos em 2020. Essa métrica é fornecida pelo Ministério da Saúde e pelo Departamento de Informática do Sistema Único de Saúde (DATASUS).

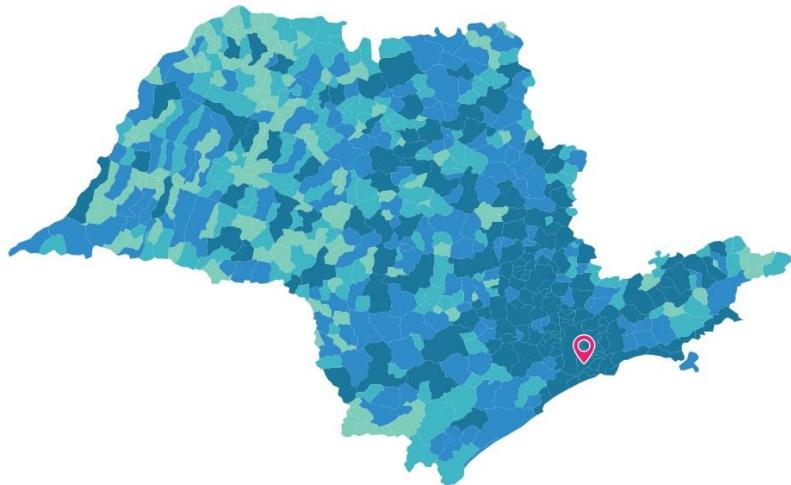
No aspecto financeiro, as receitas realizadas e despesas empenhadas em 2017 totalizaram 3.962.694,36 R\$ (em milhares) e 3.574.828,54 R\$ (em milhares), respectivamente. Esses números, provenientes do Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (Siconfi).

O PIB per capita, atingindo a marca de 57.566,99 R\$ em 2020, esse indicador econômico per capita reflete a capacidade da cidade em gerar riqueza e distribuí-la entre os residentes, evidenciando uma economia também diversificada e dinâmica.

A infraestrutura urbana desempenha um papel significativo no cotidiano dos residentes. Devido a sua vasta extensão territorial, a cidade é equipada com uma infraestrutura diversificada que abrange desde bairros residenciais até áreas industriais. Essa diversidade reflete uma cidade que se adapta continuamente para atender às necessidades variadas de seus cidadãos.

A cidade se destaca não apenas pelos números, mas também pela qualidade de vida que oferece. A harmonia entre o ambiente urbano e as áreas verdes, aliada a uma abordagem sustentável, contribui para um ambiente propício ao bem-estar e à saúde mental da população.

Figura 2 – Localização regional do município de São Bernardo do Campo



Fonte: IBGE

São Caetano do Sul, sob a gestão do prefeito José Auricchio Júnior em 2021, também se destaca como um município ímpar para os objetivos desse estudo, apresentando indicadores que refletem sua excelência em diversos aspectos. Com uma área territorial de 15,331 km², conforme dados de 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), a cidade se enquadra como uma das menores em extensão na região do ABC, mas sua grandeza se revela em outros aspectos.

A população residente, atingindo 165.655 pessoas em 2022, conforme o censo mais recente, contrasta com a pequena área territorial, resultando em uma densidade demográfica surpreendente de 10.805,23 habitantes por quilômetro quadrado. Essa alta densidade destaca a eficiente ocupação urbana e a intensidade da vida comunitária, consolidando São Caetano do Sul como uma das cidades mais populosas proporcionalmente do país.

O comprometimento com a educação é evidenciado pela taxa de escolarização entre crianças de 6 a 14 anos, alcançando 97,4% em 2010 e IDHM de 0,862 em 2010, calculado pelo Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD), sublinha o compromisso de São Caetano do Sul com a qualidade de vida de seus habitantes. Esse índice, que engloba saúde, educação e padrões de vida, posiciona o município em um patamar elevado de desenvolvimento humano.

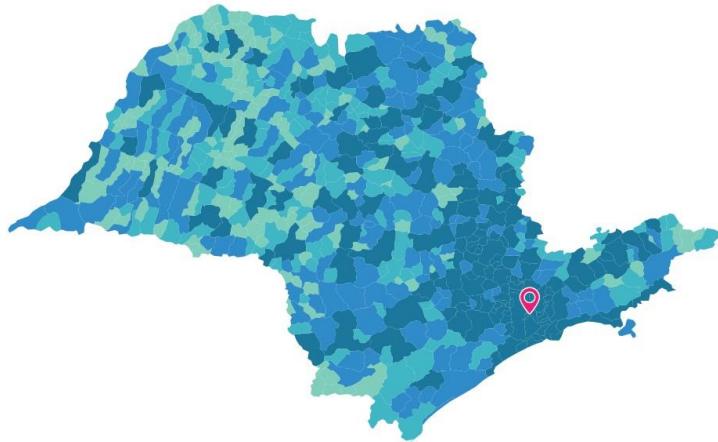
A taxa de mortalidade infantil de 7,21 óbitos por mil nascidos vivos em 2020, conforme dados do Ministério da Saúde e do DATASUS, evidencia os esforços empreendidos na promoção da saúde materno-infantil.

No cenário financeiro, as receitas realizadas e despesas empenhadas em 2017 totalizaram 1.332.807,61 R\$ (em milhares) e 1.158.170,91 R\$ (em milhares), respectivamente. Esses números, provenientes do Sistema de Informações Contábeis e Fiscais do Setor Público Brasileiro (Siconfi), refletem a capacidade de São Caetano do Sul em gerir suas finanças públicas de maneira eficiente.

A economia de São Caetano do Sul não se traduz apenas no PIB per capita, mas também na diversificação das atividades econômicas. A presença de indústrias, comércios e serviços de alta qualidade contribui para a estabilidade econômica, atraindo investimentos e gerando empregos.

A mortalidade infantil baixa reflete não apenas avanços na área da saúde, mas também uma abordagem abrangente para garantir o bem-estar das famílias. Programas de saúde preventiva, acesso a serviços médicos de qualidade e iniciativas sociais contribuem para a construção de uma comunidade saudável e resiliente.

Figura 3 – Localização regional do município de São Caetano do Sul



Fonte: IBGE

3.5 Regressão linear

A análise de dados e modelagem estatística têm desempenhado um papel crucial na compreensão e interpretação de fenômenos complexos em diversas áreas do conhecimento. Dentre as técnicas estatísticas, a regressão linear emerge como uma ferramenta fundamental para investigar as relações entre variáveis dependentes e independentes. Ela oferece um método

para modelar a relação linear entre variáveis, permitindo a previsão e a inferência com base em dados observacionais, sendo escolhida para o presente estudo.

A teoria da regressão linear remonta ao trabalho de Galton (1886), que introduziu o conceito de regressão ao investigar a relação entre a altura dos pais e a altura de seus filhos. No entanto, foi Sir Francis Galton quem formalizou a técnica de regressão em sua obra "Natural Inheritance," estabelecendo os alicerces para o desenvolvimento posterior dessa metodologia (Galton, 1889). Posteriormente, Karl Pearson expandiu o formalismo matemático da regressão, apresentando a expressão para o coeficiente de correlação, que se tornou uma medida-chave na análise de regressão (Pearson, 1901).

A regressão linear, em sua forma simples, assume uma relação linear entre a variável dependente Y e a variável independente X representada por $Y=B_0+B_1X+E$, onde B_0 é o intercepto, B_1 é o coeficiente angular, e E é o erro aleatório. A estimativa dos parâmetros da regressão é frequentemente realizada pelo método dos mínimos quadrados, desenvolvido por Legendre e Gauss no início do século XIX.

À medida que a regressão linear evoluiu, diversas extensões e aplicações foram desenvolvidas para lidar com cenários mais complexos. Uma dessas extensões é a regressão linear, que permite modelar relações entre uma variável dependente e várias variáveis independentes simultaneamente. O trabalho seminal de Fisher (1922) desempenhou um papel fundamental na formalização e aplicação da regressão linear, abrindo caminho para a análise de modelos mais sofisticados.

Além disso, a regressão linear generalizada, proposta por Nelder e Wedderburn (1972), amplia ainda mais o escopo da técnica ao lidar com variáveis dependentes que não seguem uma distribuição normal. Essa generalização incorpora funções de ligação, proporcionando flexibilidade adicional na modelagem estatística.

Sendo assim, é crucial reconhecer os desafios associados à regressão linear, como a suposição de linearidade, normalidade dos resíduos e independência dos erros. Tais pressupostos podem ser violados em situações do mundo real, exigindo abordagens alternativas, como técnicas de bootstrap (Efron, 1979) para estimativas robustas dos intervalos de confiança.

A correta interpretação dos resultados do modelo de regressão linear é essencial para garantir a robustez das inferências e previsões. Métricas como o coeficiente de determinação e o teste F têm sido amplamente utilizadas para medir a qualidade do ajuste do modelo. No entanto, é importante considerar também medidas de validação cruzada, como o valor-p, para avaliar a dependência e relação entre as variáveis.

3.6 Análise de variância

Juntamente da regressão linear foi calculada a variância dos indicadores, afim de analisar individualmente como a variável ICU de relaciona com a cobertura vegetal urbana. A análise de variância (ANOVA) é uma técnica estatística essencial da regressão linear, que é amplamente utilizada para comparar médias entre três ou mais grupos, sendo um método poderoso para avaliar diferenças significativas entre esses grupos. A aplicação da ANOVA é crucial em diversas áreas, como medicina, psicologia, agricultura, entre outras, para investigar e compreender variações e efeitos de diferentes tratamentos ou condições experimentais (Maxwell & Delaney, 2004).

O princípio básico da ANOVA está fundamentado na decomposição da variabilidade total em componentes, permitindo identificar se existem diferenças estatisticamente significantes entre as médias dos grupos estudados (Tabachnick & Fidell, 2013). A ANOVA parte do pressuposto de que as amostras são independentes e que as populações subjacentes seguem uma distribuição normal, garantindo a validade dos resultados (Kirk, 2013).

A aplicação da ANOVA requer atenção aos pressupostos subjacentes, especialmente a homogeneidade das variâncias, conhecida como homocedasticidade, para garantir a confiabilidade dos resultados (Crawley, 2013).

A interpretação dos resultados da ANOVA, também é crucial para extrair conclusões válidas. Ao aplicar o teste, é fundamental observar a estatística F e seu valor-p associado, os quais indicam se existem diferenças significativas entre as médias dos grupos estudados, valores esses que serão apresentados no próximo capítulo.

3.7 Limitações dos métodos

O uso da regressão linear na análise da relação entre indicadores de cobertura vegetal urbana e indicadores de qualidade de vida, no contexto da lógica capitalista de produção do espaço, apresenta limitações dignas de consideração. Embora essa abordagem seja comum em estudos ambientais, é fundamental reconhecer as restrições inerentes a essa metodologia estatística.

Uma das principais limitações da regressão linear reside na questão da causalidade. Ao estabelecer uma relação entre a cobertura vegetal urbana e a qualidade de vida, é importante notar que essa relação pode ser bidirecional e influenciada por uma série de fatores não controlados pelo modelo de regressão (O'neill et al., 1997). Por exemplo, a qualidade de vida

de uma determinada população pode influenciar a demanda por espaços verdes, resultando em maior cobertura vegetal, e não necessariamente o contrário.

Além disso, a regressão linear presume a linearidade da relação entre as variáveis independentes (cobertura vegetal urbana) e a variável dependente (ilha de calor urbana). No entanto, essa suposição pode ser inadequada, uma vez que as relações podem ser mais complexas e não-lineares. A presença de efeitos não-lineares, como pontos de inflexão ou interações complexas entre variáveis, pode não ser capturada de forma adequada por esse modelo (Hair et al., 1998).

Outra limitação importante é a questão da multicolinearidade, que ocorre quando as variáveis independentes estão altamente correlacionadas entre si. Isso pode dificultar a distinção dos efeitos individuais de cada variável sobre a qualidade de vida (Kutner et al., 2004). No contexto da cobertura vegetal urbana, variáveis como densidade populacional, infraestrutura urbana e características socioeconômicas podem estar fortemente interligadas, tornando desafiador separar o impacto específico da vegetação.

Finalmente, é importante reconhecer que a qualidade de vida é um conceito multidimensional e subjetivo, que pode ser difícil de capturar de forma abrangente por meio de indicadores quantitativos (Diener et al., 1999). Os indicadores utilizados em estudos de regressão linear podem não refletir completamente as complexas nuances da percepção da qualidade de vida pela população.

Sendo assim, a regressão linear e a ANOVA se mostram como uma ferramenta valiosa na análise da relação entre cobertura vegetal urbana e qualidade de vida, sendo necessário levar cuidados com a causalidade, a linearidade, a multicolinearidade e a escolha de variáveis de controle e a natureza multidimensional da qualidade de vida. Estudos futuros podem se beneficiar da combinação de diferentes métodos analíticos e os resultados aqui obtidos para entender melhor as complexidades envolvidas na relação entre vegetação urbana e qualidade de vida.

4 RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Resultados

A tabela 1, referente aos dados do município de Santo André, exibe um declínio na cobertura vegetal urbana ao longo desses anos. Os dados coletados mostram uma redução da cobertura vegetal, indo de 0,105 em 2017 para 0,094 em 2021, percentualmente falando representam 10,5% e 9,4% de cobertura vegetal nesses anos.

Além disso, a qualidade do ar, representada pelos níveis de poluentes MP10, NO2 e O3, demonstra uma dinâmica variada ao longo dos anos. Os níveis de MP10 e NO2 tiveram variação entre 24 e 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para MP10 e entre 26 e 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para NO2. No entanto, o O3 apresentou maior flutuação, oscilando entre 68 e 83 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tais oscilações nos níveis de poluentes atmosféricos, embora não mostrem uma tendência clara, merecem uma investigação mais aprofundada, particularmente em relação aos fatores influenciadores dessas variações, como as mudanças na cobertura vegetal.

Tabela 1 – Dados de Santo André

	Cobertura Vegetal Urbana	Conforto Térmico	Saúde Respiratória		
Escopo Temporal	Percentual de Cobertura Vegetal	Ilha de Calor Urbana (ha)	MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2017	0,105	0,5217	29	29	83
2018	0,106	0,5339	27	29	73
2019	0,110	0,5324	24	28	74
2020	0,099	0,524	24	27	68
2021	0,094	0,4664	28	26	77

Fonte: Elaborado pelo Autor

Para o município de São Bernardo do Campo, também nota-se uma variabilidade na cobertura vegetal urbana ao longo dos anos. O percentual de cobertura vegetal, embora tenha oscilado, manteve-se menos instável em comparação com as variações contidas na tabela 1, variando de 0,138 em 2020 para 0,152 em 2019, esta flutuação contrasta com a dinâmica observada na ilha de calor urbana, que variou de 0,4811 hectares em 2021 para 0,6544 hectares em 2020.

Já os níveis de MP10 e NO2 variaram entre 24 e 27 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para MP10, enquanto que entre 23 e 28 $\mu\text{g}/\text{m}^3$ para NO2, e por fim o O3 variando entre 76 e 86 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabela 2 – Dados de São Bernardo do Campo

	Cobertura Vegetal Urbana	Conforto Térmico	Saúde Respiratória		
Escopo Temporal	Percentual de Cobertura Vegetal	Ilha de Calor Urbana (ha)	MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2017	0,149	0,6494	27	27	84
2018	0,144	0,6193	27	27	86
2019	0,152	0,6438	27	28	79
2020	0,138	0,6544	25	24	76
2021	0,140	0,4811	24	23	84

Fonte: Elaborado pelo Autor

São Caetano do Sul, segundo os dados informados na tabela 3, apresentaram uma redução no valor final do percentual de cobertura vegetal urbana ao longo dos anos. O percentual de cobertura vegetal diminuiu de 0,047 em 2017 para 0,045 em 2021.

Já os níveis de MP10 oscilaram entre 26 e 29 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, e os de NO2 variaram de 26 a 36 $\mu\text{g}/\text{m}^3$, o O3 apresentou flutuações, com variações entre 74 e 84 $\mu\text{g}/\text{m}^3$.

Tabela 3 – Dados de São Caetano do Sul

	Cobertura Vegetal Urbana	Conforto Térmico	Saúde Respiratória		
Escopo Temporal	Percentual de Cobertura Vegetal	Ilha de Calor Urbana (ha)	MP10 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	NO2 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)	O3 ($\mu\text{g}/\text{m}^3$)
2017	0,047	0,0829	29	36	76
2018	0,053	0,0789	29	34	78
2019	0,053	0,0823	28	30	84
2020	0,050	0,0773	26	26	74
2021	0,045	0,077	27	27	79

Fonte: Elaborado pelo Autor

A análise dos resultados da regressão linear entre variáveis de cobertura vegetal e qualidade de vida revelou informações substanciais sobre a relação entre esses fatores no determinado contexto. O R múltiplo, também conhecido como coeficiente de correlação, indica a força e a direção da relação linear entre as variáveis independentes e a variável dependente no modelo de regressão. É uma medida da força do ajuste global do modelo e varia de 0 a 1, sendo interpretado de forma semelhante ao R^2 .

Os resultados apresentam um R múltiplo de 0,9694, o que indica que o modelo de regressão explica aproximadamente 96,94% da variabilidade dos indicadores. Isso sugere que a cobertura vegetal urbana pode desempenhar um papel significativo na explicação das variações no conforto térmico da população de acordo com o modelo.

O coeficiente de determinação (R^2) é uma medida crucial que fornece a proporção da variabilidade da variável dependente explicada pelas variáveis independentes no modelo. Em outras palavras, é uma medida da adequação do modelo de regressão aos dados observados, variando de 0 a 100%.

O R^2 , da analise representa a proporção da variabilidade na variável dependente (ilha de calor urbana) que pode ser explicada pelas variáveis independentes (percentual de cobertura vegetal). No caso desse estudo, o valor elevado de 0,9397 indica que a relação entre a cobertura vegetal e a ilha de calor urbana é altamente forte e linear.

Já o R² ajustado é uma versão corrigida do R², que leva em consideração o número de variáveis independentes no modelo e penaliza a inclusão de variáveis que não contribuem significativamente para explicar a variabilidade da variável dependente. Diferentemente do R², o R² ajustado tende a diminuir quando variáveis irrelevantes são adicionadas ao modelo. Na presente análise foi obtido de R² ajustado um valor de 0,9156 que sugere, mesmo após ajustes, cerca de 91,56% da variação nos indicadores é explicada pelas variáveis independentes incluídas no modelo. Isso é um indicativo de que a relação entre a cobertura vegetal urbana e a ilha de calor permanecem altamente significativa, mesmo após considerar possíveis ajustes e a inclusão da variável independente.

O erro padrão, com um valor de 0,080, é uma medida da dispersão dos pontos de dados em torno da linha de regressão. Quanto menor o erro padrão, mais os pontos de dados estão próximos da linha de regressão, indicando um melhor ajuste do modelo. Neste caso, o erro padrão é baixo, sugerindo que o modelo é capaz de prever com precisão os valores da qualidade de vida com base na cobertura vegetal.

Tabela 4 – Resultados da Regressão

<i>Estatística de regressão</i>	
R múltiplo	94,69%
R-Quadrado	89,67%
R-quadrado ajustado	88,87%
Erro padrão	0,08092443
Observações	15

Fonte: Elaborado pelo Autor

Em relação à variável dependente "Ilha de Calor Urbana (ha)", observamos um valor-p extremamente baixo de 0,00000191 pois é muito menor que o sugerido de p < 0,05. Isso sugere que a cobertura vegetal urbana tem uma relação significativa com ilha de calor, com forte evidência estatística de sua importância.

Tabela 5 – Resultados da ANOVA

	<i>Coeficiente</i>	<i>Erro padrão</i>	<i>Stat t</i>	<i>valor-P</i>
Percentual de Cobertura Vegetal	5,66522193	0,533316773	10,62262	0,0000000889

Fonte: Elaborado pelo Autor

A pesquisa baseia-se na premissa de que a expansão urbana desenfreada pode resultar na diminuição da cobertura vegetal, e por conseguinte, na deterioração da qualidade de vida, devido à poluição do ar e ao aumento das ilhas de calor urbano.

É fundamental destacar que, além do valor-p, a interpretação dos resultados de uma regressão linear deve levar em consideração o tamanho do efeito da variável independente, bem como as implicações práticas.

Essa análise reforça a complexidade da relação entre a cobertura vegetal urbana e as variáveis dependentes investigadas, sugerindo que a ilha de calor urbana pode ser um fator determinante.

Os resultados sugerem fortemente que a cobertura vegetal urbana desempenha um papel altamente significativo na explicação das variações do fenômeno da ilha de calor. A alta porcentagem de variabilidade explicada, juntamente com o baixo erro padrão, sugere uma relação robusta e confiável entre esses indicadores.

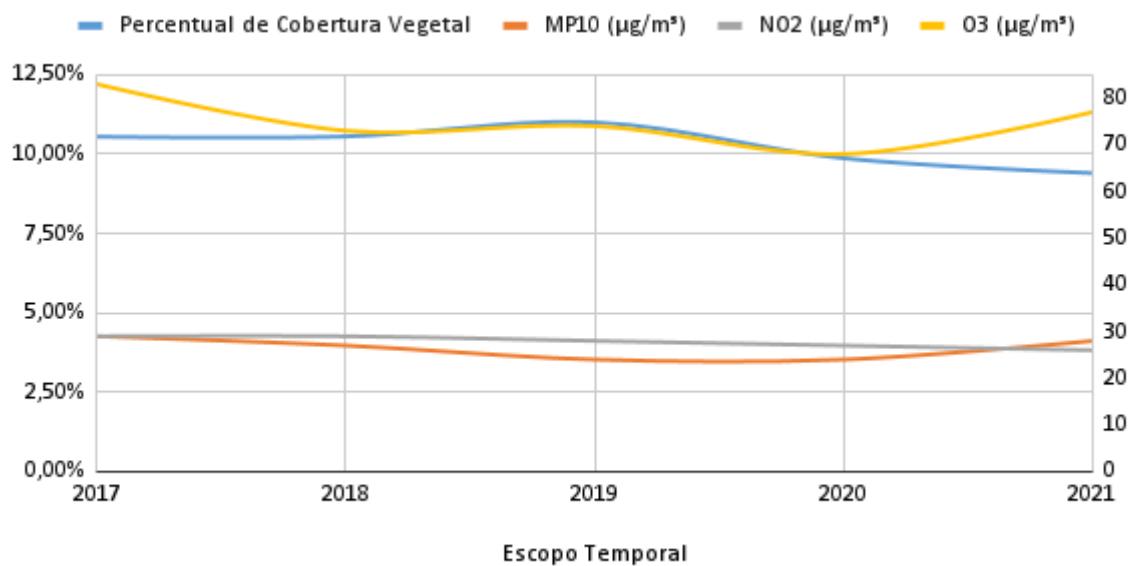
No entanto, é essencial reconhecer que esta análise é baseada em no conjunto específico de variáveis e em um contexto particular, e outros fatores podem influenciar a qualidade de vida em diferentes cenários.

Essa conclusão está alinhada com a compreensão crescente de que a configuração do ambiente urbano desempenha um papel crítico na saúde e bem-estar das pessoas, considerando, especialmente, o contexto da lógica capitalista de produção do espaço.

4.2 Análise Gráfica

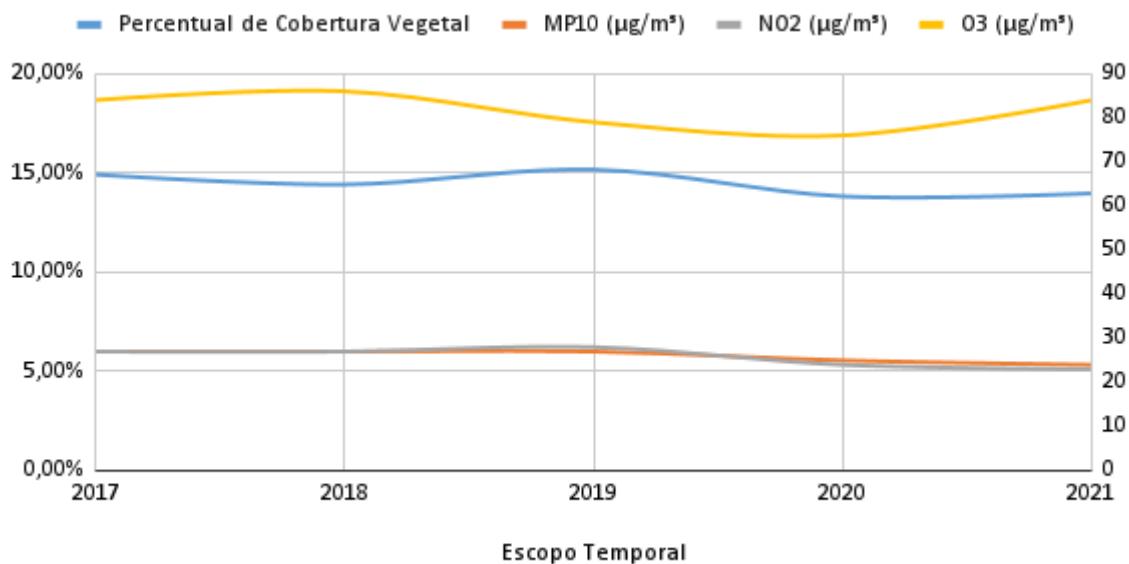
Utilizando os dados das tabelas 1,2 e 3 foram criados três gráficos de linha com dois eixos verticais cada, o eixo esquerdo refere-se a porcentagem de cobertura vegetal, variando de 0% até o máximo da porcentagem de cada região dentro do escopo temporal, sendo que apenas a linha do PCV está projetada sobre ele. No eixo direito tem-se a linhas sobre a presença em $\mu\text{g}/\text{m}^3$ dos poluentes MP10, NO2 e O3. No eixo horizontal temos o escopo temporal que varia de 2017 a 2021. Com essa tabela foi possível analisar as tendências entre as variáveis.

Figura 4 – PCV e presença de poluentes - Santo André



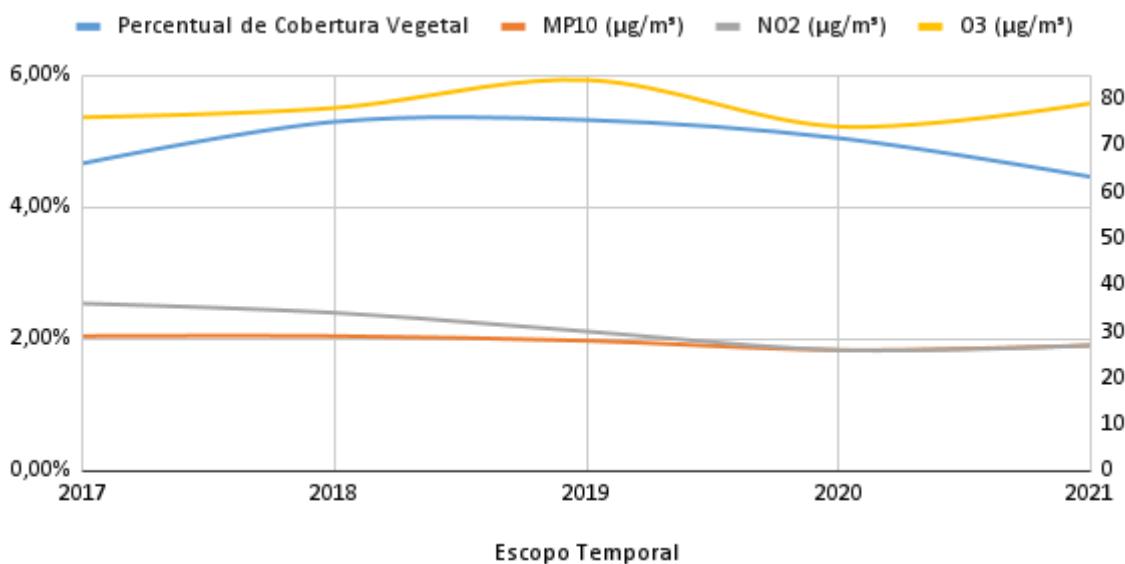
Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 5 – PCV e presença de poluentes – São Bernardo do Campo



Fonte: Elaborado pelo Autor

Figura 6 – PCV e presença de poluentes – São Caetano do Sul



Fonte: Elaborado pelo Autor

Os dados apresentados nas tabelas e nos gráficos presentes nas figuras 4,5 e 6 revelam variações no percentual de cobertura vegetal ao longo do período analisado. Em Santo André, observamos uma ligeira redução de 10,55% em 2017 para 9,40% em 2021. São Bernardo do Campo, por sua vez, exibiu uma tendência decrescente de 14,92% em 2017 para 13,97% em 2021. Já São Caetano do Sul apresentou um comportamento mais estável quando comparado as outras, com percentuais oscilando entre 4,66% e 4,46% no mesmo período.

Considerando a relação intrínseca entre a cobertura vegetal urbana e a qualidade do ar apresentadas na revisão bibliográfica, os resultados demostram a importância de explorar como as variações no percentual de cobertura vegetal podem influenciar os níveis de poluentes atmosféricos, notadamente MP10, NO2 e O3. Através apenas da análise das figuras apresentadas não é possível inferir uma tendência entre a diminuição entre percentual de cobertura vegetal e aumento da presença de poluentes detectado, reforçando assim a necessidade de mais estudos sobre essa relação.

A cidade de Santo André, ao apresentar uma ligeira redução na cobertura vegetal, observou um aumento nos níveis de O3. Essa correlação pode sugerir uma possível influência da vegetação na dinâmica do ozônio atmosférico. Estudos indicam que áreas com maior cobertura vegetal tendem a apresentar uma melhor capacidade de retenção e remoção de poluentes atmosféricos, incluindo o ozônio (Nowak et al., 2014).

Em São Bernardo do Campo, apesar da tendência decrescente na cobertura vegetal, os níveis de O3 mantiveram-se relativamente estáveis. Essa aparente dissociação entre cobertura

vegetal e ozônio pode ser atribuída a diversos fatores locais, como padrões meteorológicos e fontes específicas de emissões.

A estabilidade na cobertura vegetal urbana em São Bernardo do Campo não demonstra uma correlação imediata com os indicadores de qualidade do ar. Enquanto houve melhorias no dióxido de enxofre, outros componentes como as partículas em suspensão e óxidos de nitrogênio não apresentam padrões claros relacionados à cobertura vegetal.

No caso de São Caetano do Sul, que apresenta os menores percentuais de cobertura vegetal entre as cidades analisadas, os níveis de poluentes variaram de maneira menos pronunciada.

A redução na cobertura vegetal urbana em São Caetano do Sul pode estar associada a melhorias em alguns indicadores de qualidade do ar, como PM10 e óxidos de nitrogênio. Esta contradição pode sugerir que outros fatores além da cobertura vegetal, como mudanças nas fontes de emissão ou políticas ambientais, podem estar desempenhando um papel significativo.

Sendo assim, é crucial ressaltar que a influência da vegetação na qualidade do ar pode ser mais complexa do que uma relação linear e gráfica, envolvendo aspectos como a configuração urbana e o tipo de vegetação presente. A compreensão da relação entre a cobertura vegetal urbana e a presença de poluentes atmosféricos é uma questão complexa que demanda abordagens metodológicas mais amplas e sofisticadas. A análise gráfica em questão, que se baseia na observação direta dos dados quantitativos, como apresentado nas tabelas fornecidas, pode oferecer uma visão superficial dessa dinâmica. Sendo assim, a complexidade ambiental requer uma revisão crítica dos métodos utilizados para obter uma compreensão mais profunda. (Nowak, et al., 2014).

A simples correlação entre a diminuição da cobertura vegetal e o aumento dos poluentes, ou vice-versa, se mostrou insuficiente para capturar a verdadeira interdependência entre essas variáveis. É fundamental reconhecer que outros fatores, como características geográficas específicas, padrões de uso do solo, densidade populacional e atividades industriais, podem influenciar significativamente os resultados. A necessidade de metodologias mais avançadas, como modelagem espacial e análise multivariada, torna-se evidente para uma melhor compreensão dessas relações.

5 CONCLUSÃO

A presente pesquisa sobre a influência da vegetação urbana na qualidade de vida, dentro do contexto da lógica capitalista de produção do espaço, revelou resultados significativos que realçam elementos da cobertura vegetal nas áreas urbanas para o bem-estar das populações. A análise estatística, baseada no método de regressão linear, demonstrou uma relação robusta e altamente significativa entre a presença de vegetação e o conforto térmico, explicando uma parcela substancial da variabilidade observada, enquanto que a análise gráfica se mostrou ser insuficiente para estabelecer relação entre as variáveis.

Os dados indicam que a cobertura vegetal urbana apresenta uma forte correlação com a regulação térmica do ambiente urbano através dos valores dos coeficientes, como por exemplo o coeficiente de determinação (R^2), que foi notavelmente elevado atingindo 0,8967, indicando que o modelo de regressão explica aproximadamente 89% da variação observada na Ilha de Calor Urbana, além de um valor-p menor que 0,05, alinhando-se com descobertas anteriores na literatura acadêmica apresentada. Estes benefícios podem incluir a redução do estresse, melhoria da saúde mental, promoção da interação social e a criação de um ambiente mais saudável e agradável para a população.

No entanto, a pesquisa também salienta a necessidade de considerar esses resultados no contexto mais amplo do planejamento urbano. Enfatiza-se a importância de integrar o aumento da cobertura vegetal com outras necessidades urbanas, como infraestrutura, acessibilidade a serviços e parques e praças dentro do perímetro urbano. O equilíbrio entre áreas verdes e espaços construídos é fundamental para um planejamento urbano sustentável e para garantir um ambiente que seja saudável, habitável e resilientes.

Conclui-se, portanto, que a preservação e expansão da cobertura vegetal urbana estão relacionados com a ideia da criação de cidades mais saudáveis e sustentáveis, promovendo não apenas a qualidade ambiental, mas também o bem-estar social e o desenvolvimento urbano. A incorporação da natureza no tecido urbano pode garantir um futuro onde a população possa desfrutar de uma vida mais saudável e gratificante, e estudos como esse são ferramentas de suma importância, fornecendo resultados valiosos que podem auxiliar na criação de políticas públicas.

REFERÊNCIAS

AFFONSO, A. Introdução ao Geoprocessamento e ao Sensoriamento Remoto. 52 f. 2002. Dissertação (Mestrado em Sensoriamento Remoto), Faculdade de Agronomia, Universidade de Taubaté, Taubaté, 2002.

Alberti, M. "Advances in Urban Ecology: Integrating Humans and Ecological Processes in Urban Ecosystems." Springer, 2008.

ALVES, D. B. Cobertura vegetal e qualidade ambiental na área urbana de Santa Maria RS. 2012. Dissertação (Mestrado em Geografia) – UFSM, Santa Maria, 2012.

ANDRADE, H.; VIEIRA, R. Estudo climático de um espaço verde de Lisboa: o Jardim da Fundação Calouste Gulbenkian. Área de Investigação de Geoecologia, Relatório n.5, CEG, 2005.

ANGEOLETTO, F. H. S. Pirajá, um bairro e um parque: a vegetação como fator de aumento da biodiversidade e da qualidade de vida nos biomas urbanos. 2000. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) – Universidade Federal da Bahia, Salvador, 2000.

ARNFIELD, A. J. Two decades of urban climate research: a review of turbulence, exchanges of energy and water, and the urban heat island. International Journal of Climatology, v. 23, n. 1, p. 1-26, 2003.

ARON, A., & ARON, E. N. Statistics for psychology. Prentice Hall, 2001.

BARGOS, D. C.; MATIAS, L. F. Áreas verdes urbanas: um estudo de revisão e proposta conceitual. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Curitiba, v. 6, n. 3, p. 172-88, jul./set. 2011.

Barros, H. R., & Lombardo, M. A. (2016). A ilha de calor urbana e o uso e cobertura do solo em São Paulo-SP. Geousp -Espaço E Tempo, 20(1), 160–177.

BELL, M. L. et al. Ozone and short-term mortality in 95 US urban communities, 1987-2000. JAMA, v. 292, n. 19, p. 2372-2378, 2016.

BELSLEY, D. A., KUH, E., & WELSCH, R. E. (1980). Regression diagnostics: Identifying influential data and sources of collinearity. John Wiley & Sons.

BERTÉ, R. Gestão Socioambiental no Brasil. Curitiba: Ibpex, 2009.

BOWE, B. et al. The 2016 global and national burden of diabetes mellitus attributable to PM2.5 air pollution. *The Lancet Planetary Health*, v. 5, n. 2, p. e68-e79, 2021.

BRATMAN, G. N. et al. Nature experience reduces rumination and subgenual prefrontal cortex activation. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, v. 112, n. 28, p. 8567-8572, 2015.

BUCCHERI FILHO, A. T.; NUCCI, J. C. Espaços livres, áreas verdes e cobertura vegetal no bairro alto da XV, Curitiba/PR. *Revista do Departamento de Geografia*, São Paulo, v. 1, n. 18, p. 48-59, jan./dez. 2006.

CAMPOS, M. O.; RODRIGUES NETO, J. F. Qualidade de vida: um instrumento para promoção de saúde. *Revista Baiana Saúde Pública*, Salvador, v. 32, n. 2, p. 232-40, maio/ago. 2008.

Carbone, A. S., Coutinho, S. M. V., Tomerus, S. & Philippi Junior, A. (2015). Gestão de áreas verdes no município de São Paulo: Ganhos e Limites. *Ambiente & Sociedade*, (4), 201-220.

CARVALHO, P. F. Repensando as áreas verdes urbanas. Rio Claro: Unesp, 2003.

CHIESURA, A. The role of urban parks for the sustainable city. *Landscape and Urban Planning*, v. 68, n. 1, p. 129-138, 2004.

COHEN, J.; COHEN, P.; WEST, S. G.; AIKEN, L. S. Applied multiple regression/correlation analysis for the behavioral sciences. Mahwah, N.J: L. Erlbaum Associates, 2003.

CRAWLEY, M. J. The R book. John Wiley & Sons, 2013.

DIENER, E.; SUH, E. M.; LUCAS, R. E.; SMITH, H. L. Subjective well-being: Three decades of progress. *Psychological Bulletin*, v. 125, n. 2, p. 276-302, 1999.

Druck, S., Carvalho, M.S., Câmara, G., & Monteiro, A.V.M. (eds). (2004). Análise Espacial de Dados Geográficos. Brasília: EMBRAPA

Efron, B. (1979). Bootstrap Methods: Another Look at the Jackknife. *The Annals of Statistics*, 7(1), 1-26.

Faustini A, Stafoggia M, Cappai G, Forastiere F. Short-term effects of air pollution in a cohort of patients with chronic obstructive pulmonary disease. *Epidemiology*. 2012.

FIELD, A. Discovering statistics using IBM SPSS statistics, 2013.

FIORINI, A. J. C. E.; SOUZA, C. C.; MERCANTE, M. A. A pegada ecológica como instrumento de avaliação ambiental da cidade de Campo Grande, Mato Grosso do Sul. *Sustentabilidade em Debate*, Brasília, v. 4, n. 1, p. 231-248.

Fisher, R. A. (1922). On the Mathematical Foundations of Theoretical Statistics.

Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 222(594-604), 309-368.

FORESTI, C., PEREIRA, M. D. B. Utilização de índices vegetativos obtidos com dados do sistema TM-Landsat no estudo de qualidade ambiental urbana; Cidade de São Paulo. São José dos Campos: Inpe, 1987 (INPE – 4177. PRE /1071) 24p.

FREIRE, P. Educação como prática da liberdade. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1967.

Galton, F. (1886). Regression Towards Mediocrity in Hereditary Stature. *Journal of the Anthropological Institute of Great Britain and Ireland*, 15, 246-263.

Galton, F. (1889). Natural Inheritance. London: Macmillan.

García, F. F. (1995) Manual de climatología aplicada: clima, medio ambiente y planificación, Madrid: Editorial síntesis S. A.

Gil, A. C. (2008). Métodos e técnicas de pesquisa social. 6 ed. São Paulo: Atlas.

GONÇALVES, H., PANAO, M. et. al. Ambiente construído, clima urbano, utilização racional de energia nos edifícios da cidade de Lisboa. Lisboa: Ineti, 2004.

GREENE, W. H. (2012). Econometric analysis. Pearson Education.

GRIMMOND, SUE, T. Urbanization and global environmental change: Local effects of urban warming. Geographical Review, v. 89, n. 1, p. 122-132, 1999.

GUAN, W. J. et al. Impact of air pollution on the burden of chronic respiratory diseases in China: time for urgent action. The Lancet, v. 396, n. 10259, p. 157-159, 2020.

GUIMARÃES, R.P. Ecopolítica em áreas urbanas: a dimensão dos Indicadores de Qualidade Ambiental. In: SOUZA (Org.). Qualidade de vida urbana. Série Debates Urbanos. Rio de Janeiro: Zahar Edit.1984.

GUJARATI, D. N., & PORTER, D. C. (2009). Econométrica básica. Editora Elsevier.

GUZZO, P. Estudos dos espaços livres de uso público e da cobertura vegetal em área urbana da cidade de Ribeirão Preto-SP. 1999. 106f. Dissertação (Mestrado em Geociências). Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro. 1999.

HAIR, J. F. et al. Multivariate data analysis. Upper Saddle River, N.J: Prentice Hall, 1998.

HANSEN, M. et al. Global land cover classification at 1 km spatial resolution using a classification tree approach. International Journal of Remote Sensing, v. 21, n. 6-7, p. 1331-1364, 2000.

Harvey, D. (2001). Spaces of Capital: Towards a Critical Geography. New York: Routledge.

HARVEY, David. A Produção Capitalista do Espaço. São Paulo: Anablume, 2005, 251p.

Hastie, T., Tibshirani, R., & Friedman, J. (2009). The Elements of Statistical Learning: Data Mining, Inference, and Prediction. Springer.

HOSMER, D. W., LEMESHOW, S., & STURDIVANT, R. X. (2013). Applied logistic regression. John Wiley & Sons.

HOWELL, D. C. (2012). Statistical methods for psychology. Cengage Learning.

IWAMA, A. Y. Indicador de arborização urbana como apoio ao planejamento de cidades brasileiras. Revista da Sociedade Brasileira de Arborização Urbana, Piracicaba, SP, v. 9, n. 3, p. 156-172, 2014.

James, G., Witten, D., Hastie, T., & Tibshirani, R. (2013). An Introduction to Statistical Learning. Springer.

Jim, C.Y. Sustainable urban greening strategies for compact cities in developing and developed economies. *Urban Ecosyst* 16, 741–761 (2013).

Jones, P. (2018). Urban Greening for Sustainable Cities: Strategies and Methods. Routledge.

Kaplan, R., & Kaplan, S. (1989). The Experience of Nature: A Psychological Perspective. Cambridge University Press.

KENNEDY, P. (2008). A guide to econometrics. John Wiley & Sons.

KEPPEL, G., & WICKENS, T. D. (2004). Design and analysis: A researcher's handbook. Pearson/Prentice Hall.

KIRK, R. E. (2013). Experimental design: Procedures for the behavioral sciences. SAGE Publications.

KONDO, M. C. et al. Urban green space and its impact on human health. *International Journal of Environmental Research and Public Health*, v. 15, n. 3, p. 445, 2018.

KUTNER, M. H. et al. Applied linear statistical models. Boston, Mass: McGraw-Hill/Irwin, 2004.

LAGO, W. J. S. Determinação do índice de qualidade de vida urbana na área da Lagoa da Jansen e adjacências. 2001. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) – Universidade Federal do Maranhão, 2001.

Li, X., et al. (2021). "Urban Green Spaces and Their Impact on the Spatiotemporal Distribution of NO₂ in Nanjing, China." *Sustainability*, 13(6), 3213.

LIMA, V.; AMORIM, M. C. C. T. A importância das áreas verdes para a qualidade ambiental das cidades. *Revista Formação*, n.13, p. 139 -165. 2006.

LOBODA, C. R.; DE ANGELIS, B. L. D. Áreas verdes públicas urbanas: conceitos, usos e funções. *Ambiência -Revista do Centro de Ciências Agrárias e Ambientais*, v. 1 n. 1, p. 125-139, jan/jun. 2005.

LOMBARDO, M.A. Ilha de calor nas metrópoles: O exemplo de São Paulo. Ed. HUCITEC, São Paulo, 1985, 244p.

MAXWELL, S. E., & DELANEY, H. D. (2004). *Designing experiments and analyzing data: A model comparison perspective*. Psychology Press.

MAZZEI, K.; COLSESANTI, M. T. M.; SANTOS, D. G. Áreas verdes urbanas, espaços livres para o lazer. *Sociedade e Natureza*, Uberlândia, v. 19, n. 1, p. 33-43, jun. 2007.

MELLO, J.M. Cardoso de. *O Capitalismo Tardio*. São Paulo: Brasiliense. 1982. 183p.

MONTGOMERY, D. C., PECK, E. A., & VINING, G. G. (2012). *Introduction to linear regression analysis*. John Wiley & Sons.

MORERO, A.M.; SANTOS, R.F.; FIDALGO, E.C.C. Planejamento ambiental de áreas verdes: estudo de caso de Campinas-SP. *Revista do Instituto Florestal*, São Paulo, v.19, n.1, p. 19-30, jun. 2007.

NEILL, R. V. et al. A hierarchical framework for the analysis of scale. *Landscape Ecology*, v. 12, n. 1, p. 29-36, 1997.

Nelder, J. A., & Wedderburn, R. W. M. (1972). Generalized Linear Models. *Journal of the Royal Statistical Society: Series A (General)*.

Nowak, D. J., Hirabayashi, S., Bodine, A., & Greenfield, E. (2014). "Tree and forest effects on air quality and human health in the United States." *Environmental Pollution*, 193, 119-129

NOWAK, D. J.; HIRABAYASHI, S.; DOYLE, M.; MCGOVERN, M. Air pollution removal by urban trees and shrubs in the United States. *Urban Forestry e Urban Greening*, v. 4, n. 3-4, p. 115-123, 2010.

NUCCI, J. C. Qualidade ambiental e adensamento urbano: um estudo de Ecologia e Planejamento da Paisagem aplicado ao distrito de Santa Cecília (MSP). São Paulo: Humanitas/FFLCH/USP, 2001. 235 p.

NUCCI, J. C.; CAVALHEIRO, F. Cobertura vegetal em áreas urbanas: conceito e método. Geousp, São Paulo, n. 6, p. 29-36, 1999.

OKE, T. R. The energetic basis of the urban heat island. *Quarterly Journal of the Royal Meteorological Society*, v. 108, n. 455, p. 1-24, 1982.

OLIVEIRA, S.; ANDRADE, H.; VAZ, T. The cooling effect of green spaces as a contribution to the mitigation of urban heat: A case study in Lisbon. *Building and Environment*, v. 46, n. 11, p. 2186-2194, 2011.

Pearson, K. (1901). On Lines and Planes of Closest Fit to Systems of Points in Space. *Philosophical Magazine*, 6(2), 559-572.

PINDYCK, R. S., & RUBINFELD, D. L. (1997). Econometric models and economic forecasts. McGraw-Hill.

RENCHER, A. C., & CHRISTENSEN, W. F. (2012). Methods of multivariate analysis. John Wiley & Sons.

SANTAMOURIS, M. Energy and climate in the urban built environment. London: Earthscan Publications, 2001.

SANTOS, Milton. A Urbanização Brasileira. São Paulo: Edusp, 2005, 174p.

SHESKIN, D. J. (2010). *Handbook of parametric and nonparametric statistical procedures*. CRC Press.

SHINZATO, P. e DUARTE, D. H. S. (2018) Impacto da vegetação nos microclimas urbanos e no conforto térmico em espaços abertos em função das interações solo-vegetação-atmosfera. *Ambiente construído*, Porto Alegre, v. 18, n. 2, p. 197-215.

SIQUEIRA, Juliana e DIBO, Ana Paula Alves e GIANNOTTI, Mariana Abrantes. Vulnerabilidade às ilhas de calor no município de São Paulo: uma abordagem para a implantação de medidas mitigadoras na gestão urbana. *Revista de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 6, n. 2, p. 105-123, 2017.

SMITH, Neil. Gentrificação, a fronteira e a reestruturação do espaço urbano. In: GEOUSP: Espaço e Tempo, Nº 21. São Paulo. 2007. pp.15-31.

SMITH, R. et al. Particulate matter air pollution exposure: Role in the development and exacerbation of chronic obstructive pulmonary disease. *International Journal of Chronic Obstructive Pulmonary Disease*, v. 14, p. 2333–2347, 2019.

TABACHNICK, B. G., & FIDELL, L. S. (2013). *Using multivariate statistics*. Pearson Education.

Tibshirani, R. (1996). Regression Shrinkage and Selection via the Lasso. *Journal of the Royal Statistical Society: Series B (Methodological)*, 58(1), 267-288.

WOOLDRIDGE, J. M. (2015). *Introductory econometrics: A modern approach*. Nelson Education.

WORLD HEALTH ORGANIZATION (WHO). Air quality guidelines for particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide: Global update 2005: Summary of risk assessment, 2005.

ZANIN, E. M. Caracterização ambiental da paisagem urbana de Erechim e do Parque Municipal Longines Malinowski. Erechim-RS. 2002. 176 f. Tese (Doutorado em Ecologia e Recursos Naturais) – Centro de Ciências Biológicas e da Saúde, Universidade Federal de São Carlos, São Carlos, 2002.