

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
ESCOLA DE ENGENHARIA DE SÃO CARLOS

Discentes: João Pedro Zech Batista

Rodrigo Makoto Uenojo

Orientador: Prof. Dr. Marcel Fantin

Co-orientador: Dr. Luis Gustavo Bet

Maturidade ambiental e tecnológica: uma análise dos municípios
paulistas frente às mudanças climáticas

São Carlos/SP

2025

João Pedro Zech Batista
Rodrigo Makoto Uenojo

Maturidade ambiental e tecnológica: uma análise dos municípios paulistas frente às mudanças climáticas

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 dos títulos de Engenheiros Ambientais.

Orientador: Prof. Dr. Marcel Fantin

Co-orientador: Dr. Luis Gustavo Bet

São Carlos/SP

2025

AUTORIZO A REPRODUÇÃO E DIVULGAÇÃO 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

B333m Batista, João Pedro Zech
Maturidade ambiental e tecnológica : uma análise dos municípios paulistas frente às mudanças climáticas / João Pedro Zech Batista, Rodrigo Makoto Uenojo; orientador Marcel Fantin; Co-orientador Luis Gustavo Bet. -- São Carlos, 2025.
61 p.

Monografia - Graduação em Engenharia Ambiental -- Escola de Engenharia de São Carlos da Universidade de São Paulo, 2025.

1. Mudanças climáticas. 2. Políticas públicas.
3. Meio ambiente. I. Uenojo, Rodrigo Makoto. II. Fantin, Marcel, orient. III. Bet, Luis Gustavo, co-orint.
IV. Título.

FOLHA DE JULGAMENTO

Candidato(a): **Joao Pedro Zech Batista e Rodrigo Makoto Uenojo**

Data da Defesa: 14/11/2025

Comissão Julgadora:

Resultado:

Marcel Fantin (Orientador(a))

Aprovado

Luis Gustabvo Bet (Co-orientador(a))

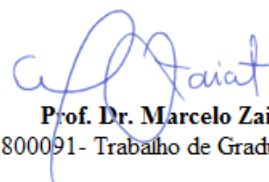
Aprovado

Douglas de Almeida Silva

Aprovado

Marina Pannunzio Ribeiro

Aprovado



Prof. Dr. Marcelo Zaiat
Coordenador da Disciplina 1800091- Trabalho de Graduação

AGRADECIMENTOS

*Ao meu pai, mãe e irmã por todo o apoio incondicional de sempre.
À tia Tô, tio Nô e tia Gilda por todo o suporte que me fez chegar até aqui.*

Aos meus amigos e amigas Batata, Cabra, Crea, Danilo, Drei, Euro, Heinz, Ju, Jeri, Paty, Pepper, Piviti, Milagre, Nelson, Smart e Sami por todos os momentos bons ao lado de vocês dentro e fora da graduação.

Aos meus amigos de infância Rafael, Vitor, Rodrigo e Alan pelas jogatinas nas altas horas.

À República Cravo e Canelas: Annette, Eduzinho, Mel, Pru, Tali, Yara e Ryan por todos os momentos e todo o conforto durante a minha passagem na casa.

Aos amigos de curso e de time, Gira e Holambra, pelos dias de sofrimento vendo o nosso time jogar.

A todos os professores e professoras que contribuíram para a minha formação, em especial ao Marcel Fantin e ao Luis Gustavo Bet pelos ensinamentos e direcionamentos para que esse trabalho fosse realizado da melhor forma.

-Rodrigo

À minha mãe e minhas irmãs, que me ensinam a cada dia o significado do amor e estão sempre ao meu lado, por todo carinho e apoio nos momentos bons e ruins.

Aos meus irmãos da República Feudo, que tornaram essa jornada mais leve e cheia de boas lembranças, por todos os aprendizados, momentos, conselhos e por me ajudarem a me tornar uma pessoa melhor.

Aos amigos de longa data: André, Israel e Rafael, por toda a companhia e por me fazerem sentir próximo de casa, mesmo estando longe.

Aos professores e professoras que contribuíram para a minha formação, em especial ao professor Marcel Fantin e ao Luis Gustavo Bet, pelos ensinamentos, orientações e pela dedicação que tornaram possível a realização deste trabalho.

-João Pedro

ZECH BATISTA, J. P; UENOJO, R.M. **Maturidade ambiental e tecnológica:** uma análise dos municípios paulistas frente às mudanças climáticas. Orientador: Marcel Fantin. Co-orientador: Luis Gustavo Bet. 2025. Monografia (Trabalho de Conclusão de Curso) – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2025.

RESUMO

Mudanças climáticas é um tema de grande importância no cenário ambiental atual no Brasil, em que pode-se destacar as enchentes que ocorreram no Rio Grande do Sul, em 2024, que resultaram no desalojamento de milhares de pessoas. Desastres naturais como este são resultado de uma série de impactos ambientais negligenciados e da falta de uma gestão ambiental adequada a partir de um órgão ambiental competente, muitas vezes sucateado em benefício de outros setores que geram impactos de alto risco ambiental. Tendo em vista o crescimento populacional e dos setores econômicos no país, este trabalho avaliou os municípios do estado de São Paulo quanto às suas estruturas de meio ambiente inseridas no setor administrativo do município a partir das bases de dados da Pesquisa de Informações Básicas Municipais - MUNIC - disponibilizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE, adotando o termo Maturidade Ambiental, e às tecnologias e infraestruturas voltadas para o meio ambiente, adotando o termo Maturidade Tecnológica, a partir da pesquisa realizada pela Joice Genaro Gomes, com uma seleção de perguntas referentes ao monitoramento ambiental do município. Após as avaliações realizadas, observou-se que a Maturidade Ambiental obteve uma média de 5,66 (de 0 a 10), considerada razoável porém com grande margem de melhoria. Já a Maturidade Tecnológica obteve uma nota média de 2,48, porém devendo ser considerada a baixa quantidade de respostas, totalizando 202 respostas, o que comprometeu a avaliação final. Para complementar as avaliações e para buscar possíveis soluções, foram levantadas potenciais agravantes das maturidades, entre eles o tamanho e a quantidade de habitantes por município, o que evidenciou a maior dificuldade de municípios menores quanto ao seu desenvolvimento no setor de meio ambiente, e os setores econômicos predominantes em cada município, destacando a agricultura, presente na maioria dos municípios do estado como principal atividade econômica (maior contribuição ao PIB local), maior emissora de gases efeito estufa e, em diversos casos, com a secretaria de meio ambiente estando subordinada à secretaria da agricultura.

ZECH BATISTA, J. P.; UENOJO, R. M. **Environmental and Technological Maturity**: an analysis of São Paulo State municipalities facing climate change. Advisor: Marcel Fantin. Co-advisor: Luis Gustavo Bet. 2025. Undergraduate Thesis – Escola de Engenharia de São Carlos, Universidade de São Paulo, São Carlos, 2025.

ABSTRACT

Climate change is a topic of great importance in Brazil's current environmental context, exemplified by the floods that occurred in Rio Grande do Sul in 2024, which displaced thousands of people. Natural disasters of this nature result from a series of neglected environmental impacts and the lack of adequate environmental management by competent public agencies, which are often underfunded in favor of other sectors that generate high environmental risks. Considering the country's population growth and economic expansion, this study evaluated municipalities in terms of their environmental structures within the local administrative sector, using data from the Survey of Basic Municipal Information (MUNIC), made available by the Brazilian Institute of Geography and Statistics (IBGE). The term Environmental Maturity was adopted for this dimension. Furthermore, technologies and infrastructures related to environmental management were analyzed through the research conducted by Joice Genaro Gomes, which included selected questions concerning municipal environmental monitoring, here referred to as Technological Maturity. After the analyses, Environmental Maturity presented an average score of 5.66 (on a scale from 0 to 10), considered reasonable but with significant room for improvement. Technological Maturity, in turn, obtained an average score of 2.48; however, this result should be interpreted with caution due to the limited number of responses (202 in total), which affected the robustness of the analysis. To complement the assessment and identify potential determinants of maturity levels, additional variables were examined, such as municipal size and population, revealing that smaller municipalities face greater challenges in developing their environmental management capacity. The analysis also highlighted the predominance of agricultural activities—present as the main economic sector in most municipalities—which, while contributing significantly to local GDP, represent a major source of greenhouse gas emissions. In several cases, environmental departments were found to be subordinated to agricultural secretariats, further constraining their autonomy. Finally, potential strategies were proposed to enhance both environmental and technological maturity, including the establishment of macro-regional arrangements aimed at strengthening the financial capacity of municipalities to invest in environmentally oriented technologies, and the adoption of the UrbVerde platform, which provides free, real-time environmental and socioeconomic data to support local environmental management.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

| | |
|---|----|
| Figura 01- Fluxograma da metodologia e análise dos resultados..... | 26 |
| Figura 02 - Filtros aplicados na base dados “PIB dos municípios”..... | 37 |
| Figura 03 - Filtro aplicado para atividade que mais contribui ao PIB local na base de dados “PIB dos municípios”..... | 37 |
| Figura 04 - Histograma das notas de Maturidade Ambiental, em faixas de 1 ponto.... | 39 |
| Figura 05 - Distribuição dos tipos de órgão gestor de meio ambiente..... | 41 |
| Figura 06 - Distribuição dos municípios entre as formações do COMDEMA..... | 43 |
| Figura 07 - Maturidade ambiental média para cada tipo de formação do COMDEMA... | 43 |
| Figura 08 - Histograma das notas de Maturidade Tecnológica, em faixas de 1 ponto..... | 45 |
| Figura 09 - Faixa de maturidade ambiental dos municípios do estado de São Paulo... 47 | |
| Figura 10 - Faixa de maturidade tecnológica dos municípios do estado de São Paulo..... | 47 |
| Figura 11 - Relação entre as notas de Maturidade..... | 48 |
| Figura 12 - Atividades econômicas de municípios com maturidade ambiental acima da média..... | 52 |
| Figura 13 - Atividades econômicas de municípios com maturidade ambiental abaixo da média..... | 53 |
| Figura 14 - Atividades econômicas predominantes nos municípios que responderam à maturidade tecnológica..... | 54 |
| Figura 15 - Municípios com atividade agrícola no Top 3 do Valor Bruto da Produção.... | 55 |

LISTA DE TABELAS

| | |
|---|----|
| Tabela 01 - Avaliação da maturidade ambiental | 29 |
| Tabela 02 - Avaliação da maturidade tecnológica..... | 33 |
| Tabela 03 - Maturidade Ambiental por estrutura do Órgão Gestor de Meio Ambiente | 40 |
| Tabela 04 - Quantidade de municípios e maturidade ambiental média por formação do COMDEMA..... | 44 |
| Tabela 05 - Média de maturidade ambiental e tecnológica por faixa populacional da pesquisa MUNIC..... | 50 |
| Tabela 06 - Classificação das secretarias de meio ambiente dos municípios agrícolas..... | 55 |

LISTA DE SIGLAS

COMDEMA - Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente

FMMA - Fundo Municipal de Meio Ambiente

GEE - Gases de Efeito Estufa

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INPE - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima

MUNIC - Pesquisa de Informações Básicas Municipais

OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico

ONG - Organização Não-Governamental

PIB - Produto Interno Bruto

PNA - Plano Nacional de Adaptação à mudança do clima

PNMC - Política Nacional sobre Mudança do Clima

RAF - Relatório Anual do Fogo

SEEG - Sistema de Estimativa de Emissão e Remoção de Gases Efeito Estufa

SIG - Sistema de Informação Geográfica

SISNAMA - Sistema Nacional de Meio Ambiente

TST - Temperatura de Superfície Terrestre

SUMÁRIO

| | | |
|------|--|----|
| 1. | INTRODUÇÃO | 16 |
| 2. | OBJETIVOS | 17 |
| 3. | REVISÃO BIBLIOGRÁFICA | 18 |
| 3.1. | Mudanças climáticas: definição e desafios..... | 18 |
| 3.2. | Da governança municipal às respostas locais: maturidade ambiental e tecnológica..... | 19 |
| 3.3. | Maturidade Ambiental: aprofundamento e dimensões estruturantes.... | 21 |
| 3.4. | Maturidade Tecnológica: aprofundamento e dimensões estruturantes.. | 23 |
| 4. | METODOLOGIA | 25 |
| 4.1. | Fluxograma da metodologia..... | 26 |
| 4.2. | Maturidade ambiental..... | 26 |
| 4.3. | Maturidade tecnológica..... | 31 |
| 4.4. | Análise das tendências via Excel..... | 34 |
| 4.5. | Elaboração de mapas..... | 36 |
| 4.6. | Análise e interpretação de dados e mapas..... | 38 |
| 5. | RESULTADOS E DISCUSSÕES | 39 |
| 5.1. | Maturidade ambiental..... | 39 |
| 5.2. | Maturidade tecnológica..... | 44 |
| 5.3. | Distribuição e relação entre maturidades..... | 45 |
| 5.4. | Fatores condicionantes..... | 48 |
| 6. | CONSIDERAÇÕES FINAIS | 57 |
| 7. | REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS | 58 |

1. INTRODUÇÃO

Ao longo dos últimos anos, o Brasil tem enfrentado grandes desastres ambientais que certamente permanecerão registrados na história nacional, resultantes do acúmulo de impactos ambientais negligenciados ao longo do tempo. Entre os principais episódios, destacam-se as intensas enchentes no Rio Grande do Sul, que desalojaram milhares de pessoas e vitimaram centenas, bem como as queimadas na Amazônia, as maiores desde 1985, segundo o Relatório Anual do Fogo (RAF), divulgado pelo MapBiomas, que apontou 15,6 milhões de hectares afetados (MapBiomas – RAF, 2024).

Esses e outros impactos ambientais relacionados às mudanças climáticas levantam questionamentos acerca da resiliência climática no estado de São Paulo, o mais populoso do país e protagonista nos pilares da economia nacional (agrícola, industrial e de distribuição, incluindo comércio e serviços). Diante desse cenário, torna-se evidente a necessidade da formulação de planos de ação voltados à prevenção e à correção de impactos já existentes, que possam ser mitigados ou reduzidos até níveis de risco aceitáveis.

Entretanto, a avaliação dos impactos não deve considerar apenas os agentes diretos, mas também os fatores causadores iniciais que conduzem a tais eventos, como a defasagem nas políticas públicas - com a ausência de educação ambiental, falta de fiscalizadores municipais sobre o uso e ocupação do solo (Tosato, 2024), a fragilidade ou ausência da gestão ambiental municipal (ora inexistente, ora limitado devido à sua subordinação a outro setor) e a necessidade de fortalecimento das estruturas institucionais de meio ambiente em cada município paulista.

Com base nesse propósito, foram concebidos pelos autores dois índices complementares: a Maturidade Ambiental e a Maturidade Tecnológica. O primeiro refere-se ao desenvolvimento administrativo e institucional dos municípios, avaliado a partir da estrutura e do funcionamento do órgão gestor de meio ambiente, do conselho municipal de defesa do meio ambiente e do fundo municipal de meio ambiente — instrumentos fundamentais para a formulação e execução de políticas ambientais. Já a Maturidade Tecnológica diz respeito ao grau de desenvolvimento técnico, estrutural e científico voltado ao meio ambiente, englobando aspectos como disponibilidade de dados, uso de tecnologias de monitoramento e acesso a plataformas digitais de apoio à tomada de decisão. A análise integrada dessas maturidades permitiu avaliar e comparar os municípios quanto ao seu nível de estruturação e identificar tendências e fatores condicionantes no cenário da governança climática paulista.

2. OBJETIVOS

Objetivo geral: O presente trabalho tem como objetivo avaliar o nível de estruturação dos municípios do estado de São Paulo frente às mudanças climáticas quanto à robustez de seus instrumentos institucionais, participação da sociedade civil, disponibilização e uso dos recursos financeiros a partir do índice de maturidade ambiental, e o nível de desenvolvimento tecnológico voltado à gestão ambiental, com o índice de maturidade tecnológica.

Objetivos específicos:

- Analisar a distribuição das maturidades dos municípios entre os tipos de órgão gestor e tipos de formações de conselho, visando um olhar estatístico e a efetividade dos índices.
- Conjugiar as maturidades obtidas com fatores como população e atividades econômicas predominantes em cada município para obter potenciais agravantes que influenciam as notas das maturidades;

3. REVISÃO BIBLIOGRÁFICA

3.1 Mudanças climáticas: definição e desafios

O termo mudanças climáticas refere-se a alterações de longo prazo nos padrões de temperatura, precipitação, ventos e outros elementos do sistema climático da Terra (Brasil, 2009). A Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) define-o como “mudança de clima atribuída direta ou indiretamente à atividade humana que altera a composição da atmosfera global e que se soma à variabilidade natural do clima observada ao longo de períodos comparáveis”. (Brasil, 2009)

Do ponto de vista científico, o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) evidencia que o sistema climático está aquecendo de forma inequívoca, sobretudo a partir da Revolução Industrial, quando a queima de combustíveis fósseis, o desmatamento e outras atividades humanas aumentaram a concentração de gases de efeito estufa (GEE) na atmosfera (IPCC, 2023). Em comparação ao período pré-industrial (1850–1900), a temperatura média global já se encontra cerca de 1,1 °C mais alta (IPCC, 2023).

Embora as mudanças climáticas tenham causas globais, seus efeitos se manifestam de maneira concreta e diferenciada em escala local (IPCC, 2022). Os impactos já afetam diretamente cidades e municípios, demandando respostas específicas que considerem vulnerabilidades ambientais, econômicas e sociais (Parmesan et al., 2022). No contexto brasileiro, a vulnerabilidade climática é particularmente relevante devido à forte dependência de recursos naturais, à concentração populacional em áreas urbanas e ao peso da agropecuária na economia nacional (PBMC, 2024). Essa vulnerabilidade se traduz na intensificação de eventos climáticos extremos, como secas prolongadas, enchentes e ondas de calor, que já vêm ocorrendo com maior frequência e intensidade em diferentes regiões do país (Nobre; Marengo, 2017).

No estado de São Paulo, episódios recorrentes de enchentes e deslizamentos têm evidenciado as limitações das estruturas municipais de gestão de risco, especialmente em cidades de pequeno e médio porte. Segundo Nicolodi e Petermann (2010) municípios litorâneos também enfrentam ameaças crescentes decorrentes da elevação do nível do mar e da ocorrência de ressacas, com impactos diretos sobre habitações, infraestrutura e ecossistemas costeiros.

A saúde pública é outro eixo crítico da agenda climática local. O aumento das temperaturas médias e a maior variabilidade climática favorecem a expansão de vetores de doenças como dengue, chikungunya e zika, em ambientes urbanos com saneamento deficiente. As ondas de calor — cada vez mais intensas e prolongadas — elevam os riscos à população idosa e a pessoas com doenças crônicas, exigindo sistemas de monitoramento e alerta precoce em escala municipal (Confalonieri et al., 2015; PBMC, 2016).

Por fim, os efeitos climáticos não são distribuídos de maneira equitativa. Populações em situação de vulnerabilidade socioeconômica, residentes em áreas de risco ou em habitações precárias, são desproporcionalmente afetadas (IBGE, 2020). Essa assimetria evidencia que as mudanças climáticas, além de um desafio ambiental, constituem um problema de justiça social, cuja mitigação requer políticas públicas integradas e orientadas à equidade territorial. Essa perspectiva reforça a centralidade do município como unidade de planejamento, gestão e implementação de políticas de adaptação, especialmente em países de grande heterogeneidade territorial, como o Brasil.

3.2. Da governança municipal às respostas locais: maturidade ambiental e tecnológica

O enfrentamento das mudanças climáticas no Brasil está diretamente associado à estrutura federativa de governança ambiental consolidada pela Constituição Federal de 1988 e operacionalizada por meio do Sistema Nacional de Meio Ambiente (SISNAMA). Esse arranjo institucional estabelece a repartição de competências entre União, estados e municípios, atribuindo a estes últimos um papel fundamental na implementação de políticas públicas voltadas à proteção ambiental e à adaptação climática.

Embora a Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC, Lei nº 12.187/2009) e o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA, 2016) definam diretrizes gerais de mitigação e adaptação em nível federal, a efetividade dessas ações depende da capacidade dos municípios de internalizar as metas e transformá-las em políticas locais. O município é o ente responsável pelo ordenamento territorial, pela gestão de resíduos, saneamento, mobilidade e uso do solo — todas áreas diretamente ligadas às emissões de gases de efeito estufa e à vulnerabilidade frente a eventos extremos.

Assim, a governança climática brasileira se caracteriza por um modelo descentralizado e cooperativo, no qual a atuação municipal é determinante para que estratégias nacionais se traduzam em resultados concretos. Acselrad (2001) e Jacobi e Monteiro (2006) ressaltam que a descentralização, quando acompanhada de fortalecimento institucional e participação social, transforma o município em um espaço privilegiado para inovação em políticas ambientais. Contudo, o IBGE (2020) demonstra que há grande heterogeneidade de capacidades e amadurecimento: enquanto alguns municípios possuem secretarias exclusivas de meio ambiente, planos e conselhos atuantes, outros ainda carecem de estrutura básica, equipe técnica ou recursos financeiros.

É nesse contexto de desigualdade entre municípios que emergem os conceitos de Maturidade Ambiental e Maturidade Tecnológica como instrumentos de análise da prontidão municipal para enfrentar as mudanças climáticas.

A Maturidade Ambiental pode ser compreendida como o nível de estruturação institucional do município para planejar, coordenar e executar políticas ambientais. Ela

envolve a existência de órgãos ambientais específicos, conselhos de meio ambiente ativos, fundos municipais e instrumentos legais, refletindo a capacidade de resposta e o grau de institucionalização da agenda ambiental. Segundo Jacobi (2003) e Coimbra (2016), o avanço da maturidade institucional está relacionado à consolidação de estruturas administrativas, à clareza de processos e à integração entre poder público e sociedade civil, elementos que definem a solidez da governança ambiental local.

Por sua vez, a Maturidade Tecnológica refere-se à capacidade dos municípios de incorporar tecnologias digitais à gestão pública, especialmente para fins de planejamento e monitoramento ambiental. Inclui aspectos como infraestrutura tecnológica, interoperabilidade de sistemas, oferta de serviços digitais e uso de dados georreferenciados. Segundo a OCDE - Organização para Cooperação e Desenvolvimento Econômico (OCDE,2020), o avanço da transformação digital na administração pública é um fator determinante para aumentar a eficiência, a transparência e a capacidade de resposta das políticas públicas.

No contexto municipal brasileiro é essencial entender a diferenciação entre os conceitos de capacidade e maturidade. Muitas administrações possuem capacidades formais (como legislações, conselhos ambientais, ou acesso à tecnologias de monitoramento) mas ainda não atingiram maturidade de uso, isto é, o estágio em que essas estruturas são efetivamente mobilizadas, integradas e aplicadas de forma permanente. Enquanto a capacidade diz respeito ao potencial de ação de uma organização pública — englobando recursos humanos, técnicos, financeiros e normativos disponíveis para a implementação de políticas —, a maturidade representa o grau de consolidação, integração e aprendizado alcançado a partir desse potencial (Anderies et al., 2004).

Assim, pode-se compreender as maturidades ambiental e tecnológica como uma expressão evolutiva da capacidade, marcada não apenas pela existência de estruturas e competências, mas pela sua operacionalização sistemática e contínua. Em outras palavras, a maturidade reflete o estágio em que os instrumentos institucionais deixam de ser iniciativas isoladas e passam a compor um sistema articulado de governança — capaz de gerar aprendizado organizacional, retroalimentar decisões e sustentar políticas de longo prazo.

Embora idealizadas separadamente, as maturidades tecnológica e ambiental são dimensões interdependentes de um mesmo processo de aprimoramento institucional. A maturidade tecnológica fornece os meios instrumentais e analíticos que sustentam a maturidade ambiental — ao viabilizar coleta sistemática de dados, modelagem de cenários, integração de informações territoriais e monitoramento em tempo real de indicadores ambientais.

Por outro lado, a maturidade ambiental oferece finalidade e direcionamento político à evolução tecnológica, ao definir prioridades, critérios de sustentabilidade e padrões de transparência para o uso das ferramentas digitais. Dessa interação resulta um ciclo virtuoso de governança baseada em evidências, no qual a digitalização potencializa a gestão ambiental, e a política ambiental qualifica o desenvolvimento tecnológico. Em conjunto, elas configuram o que pode ser chamado de capacidade adaptativa

municipal, isto é, a habilidade das administrações locais de planejar e executar ações efetivas de mitigação e adaptação diante das mudanças climáticas.

Portanto, a avaliação simultânea das maturidades, permite identificar não apenas o estágio atual de estruturação institucional dos municípios paulistas, mas também o potencial de integração entre governança e tecnologia como caminho para fortalecer a resiliência local. Essa abordagem reconhece que o avanço na agenda climática municipal depende tanto da consolidação institucional quanto da inovação digital — dimensões que, quando combinadas, ampliam significativamente a capacidade de resposta dos governos locais frente aos desafios climáticos contemporâneos.

3.3 Maturidade Ambiental: aprofundamento e dimensões estruturantes

A maturidade ambiental municipal reflete o grau de consolidação institucional e a capacidade de um governo local em transformar princípios e diretrizes ambientais em ações concretas e duradouras. Mais do que a simples presença de estruturas formais, ela expressa a coerência entre capacidade administrativa, mecanismos participativos e instrumentos financeiros, formando um tripé essencial para a efetividade das políticas ambientais (Jacobi, 2003; Coimbra, 2016).

Avançar em maturidade ambiental significa superar a fragmentação das políticas públicas e articular dimensões institucionais, legais e sociais de forma integrada, o que amplia a capacidade de resposta dos municípios frente às demandas ambientais e climáticas. Nesse sentido, três pilares se destacam como estruturantes: o órgão gestor de meio ambiente, o conselho municipal de defesa do meio ambiente e o fundo municipal de meio ambiente. Juntos, esses elementos materializam a capacidade organizacional, a legitimidade democrática e a sustentabilidade financeira da política ambiental local.

O órgão gestor de meio ambiente constitui o eixo central da institucionalidade ambiental local. Sua existência reflete o grau de prioridade conferido à agenda ambiental dentro da administração pública municipal. Secretarias exclusivas ou estruturas com autonomia decisória e orçamentária tendem a promover uma atuação mais estratégica, transversal e articulada com outras áreas, como saneamento, uso do solo e desenvolvimento urbano (Silva, 2023).

A literatura destaca que a presença de um órgão estruturado é pré-condição para a efetividade das políticas ambientais (Coimbra, 2016). Isso porque a ausência de uma instância dedicada frequentemente resulta em dispersão de responsabilidades e em fragilidade na coordenação das ações. Além da estrutura formal, a existência de recursos financeiros próprios e de instrumentos legais — como planos e leis municipais sobre mudanças climáticas — indica um estágio mais avançado de institucionalização, no qual a política ambiental deixa de ser apenas reativa e passa a integrar o planejamento estratégico municipal.

Assim, o órgão gestor representa a base da maturidade ambiental, pois traduz a capacidade do poder público de planejar, executar e monitorar políticas ambientais de forma contínua e integrada.

O Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA) é um dos instrumentos mais relevantes de governança participativa, assegurando que as decisões ambientais sejam legitimadas socialmente e construídas de forma plural. No contexto brasileiro, os conselhos configuram um espaço institucionalizado de deliberação, fiscalização e formulação de políticas, aproximando o poder público da sociedade civil (Achselrad, 2001).

A efetividade de um conselho, contudo, depende de múltiplos fatores. A formação do colegiado, quando equilibrada entre representantes governamentais e da sociedade, tende a fortalecer a representatividade e ampliar o espectro de interesses e visões nas decisões. O caráter deliberativo ou normativo do conselho reforça sua influência sobre as políticas públicas, evitando que atue apenas de forma consultiva. Por fim, aspectos como regularidade das reuniões, infraestrutura adequada e autonomia mínima de funcionamento são indicativos de vitalidade institucional e engajamento social.

Portanto, o conselho municipal atua como elo entre o Estado e a sociedade, ampliando a transparência, a legitimidade e a continuidade das políticas ambientais — mesmo diante de mudanças de governo ou de conjuntura política.

O Fundo Municipal de Meio Ambiente (FMMA) constitui um dos instrumentos mais importantes para assegurar a sustentabilidade financeira das políticas públicas locais. Sua existência confere previsibilidade de recursos e flexibilidade na aplicação orçamentária, permitindo o financiamento de projetos, estudos, capacitações e ações de mitigação ou adaptação climática (IBGE, 2020).

Além de viabilizar financeiramente a execução das políticas, o fundo representa uma instância de planejamento de longo prazo, pois permite que recursos captados de compensações ambientais, multas ou transferências sejam reinvestidos em prioridades definidas localmente. Quando associado a um conselho gestor com participação social, o fundo também se torna um instrumento de governança democrática, promovendo transparência e controle social sobre o uso dos recursos públicos.

Assim, o fundo ambiental não apenas fortalece a autonomia municipal na implementação de políticas ambientais, como também expressa um estágio mais avançado de maturidade — aquele em que o município dispõe de estrutura administrativa consolidada, mecanismos de deliberação social e meios financeiros próprios para sustentar sua política ambiental ao longo do tempo.

3.4 Maturidade Tecnológica: aprofundamento e dimensões estruturantes

A maturidade tecnológica, no contexto da gestão pública ambiental, transcende a simples presença de ferramentas, softwares ou equipamentos. Ela se manifesta na capacidade institucional de aplicar a tecnologia de forma estratégica, integrada e contínua, orientando decisões e políticas com base em evidências. Em outras palavras, um município tecnologicamente maduro não é aquele que “possui tecnologia”, mas sim aquele que constrói rotinas de monitoramento, análise e planejamento sustentadas por dados e instrumentos técnicos (Castells; Cardoso, 2005).

A diferença fundamental entre dispor e aplicar tecnologia reside na intencionalidade e sistematicidade do uso. A mera existência de tecnologias de monitoramento, bases de dados ou sensores não implica em maturidade se esses instrumentos não estiverem incorporados à governança municipal — isto é, se não orientarem diagnósticos, prioridades de investimento e políticas públicas. Assim, a maturidade tecnológica pode ser entendida como a transição entre a adoção instrumental e a adoção estratégica da tecnologia, quando ela se torna parte do processo decisório e da cultura institucional (Kitchin, 2014; Meijer & Bolívar, 2016).

No caso da gestão ambiental urbana, essa maturidade se expressa em três grandes dimensões complementares: monitoramento e mensuração ambiental com base em dados geoespaciais; integração entre informação ambiental e social; e planejamento territorial orientado por evidências climáticas e socioambientais. Essas dimensões traduzem o grau de capacidade analítica, planejamento técnico e visão sistêmica do município — indicadores-chave de uma governança pública digitalmente avançada (Anderies et al., 2004; IBGE, 2020).

O uso de sensoriamento remoto e metodologias sistemáticas de monitoramento reflete o primeiro estágio da maturidade tecnológica: a capacidade de transformar a observação ambiental em indicadores objetivos e atualizados. Municípios que monitoram a cobertura vegetal ou a Temperatura de Superfície Terrestre (TST), por exemplo, demonstram domínio técnico sobre variáveis essenciais à mitigação das mudanças climáticas e ao enfrentamento das ilhas de calor urbanas.

A aplicação regular dessas ferramentas indica não apenas um investimento em tecnologia, mas principalmente a institucionalização do monitoramento ambiental, isto é, a existência de processos e equipes que utilizam dados técnicos para subsidiar o planejamento urbano. Nesse sentido, a maturidade tecnológica está associada à capacidade de converter informação espacial em ação pública — condição indispensável para políticas climáticas e de infraestrutura verde mais eficientes.

A segunda dimensão diz respeito à capacidade de integração entre dados ambientais e socioeconômicos no planejamento urbano. A utilização conjunta de informações como demografia, renda, saneamento e cobertura vegetal demonstra um avanço importante: o reconhecimento de que o meio ambiente urbano não é apenas um componente físico, mas também social (Jacobi, 2003; Acsehrad, 2001).

Municípios que integram essas camadas de informação evidenciam visão sistêmica e sensibilidade à justiça socioambiental, identificando desigualdades na distribuição da arborização, na oferta de áreas verdes ou na exposição ao calor extremo. Essa integração de dados revela um nível mais sofisticado de uso da tecnologia — não apenas descritivo, mas analítico e voltado à redução de vulnerabilidades. Trata-se, portanto, de um indicador de maturidade analítica e equidade ambiental, que aproxima a governança tecnológica da governança social.

A terceira dimensão da maturidade tecnológica municipal refere-se à capacidade de traduzir os dados produzidos e integrados em decisões concretas de planejamento e gestão. Nesse estágio, o município demonstra utilizar bases georreferenciadas de áreas verdes, praças e parques para orientar políticas públicas, revisões de planos diretores e estratégias de adaptação climática (Meijer & Bolívar, 2016).

A existência e atualização dessas bases indicam uma cultura institucional voltada à gestão baseada em evidências, na qual as decisões são embasadas em diagnósticos precisos e espacialmente explícitos. Esse tipo de prática é fundamental para o aprimoramento da eficiência administrativa, pois permite identificar áreas prioritárias para intervenção, monitorar resultados e otimizar recursos públicos.

Em síntese, um município tecnologicamente maduro é aquele que fecha o ciclo da informação: coleta dados com regularidade, integra variáveis ambientais e sociais, e utiliza esses insumos para planejar e executar políticas públicas de forma transparente e estratégica. Essa é a essência da maturidade tecnológica — não o aparato técnico em si, mas a capacidade institucional de transformar dados em decisões.

4. METODOLOGIA

O presente estudo tem como recorte territorial o Estado de São Paulo, unidade federativa de reconhecida importância econômica, demográfica e ambiental no contexto brasileiro. Com uma população estimada em 46,6 milhões de habitantes (IBGE, 2024), o estado concentra cerca de 21,5% da população nacional e responde por aproximadamente 31% do Produto Interno Bruto (PIB) do país (SEADE, 2023). Sua estrutura administrativa compreende 645 municípios, que exibem marcantes desigualdades socioeconômicas e institucionais — desde grandes centros urbanos com alta capacidade de gestão até pequenos municípios com estruturas administrativas limitadas.

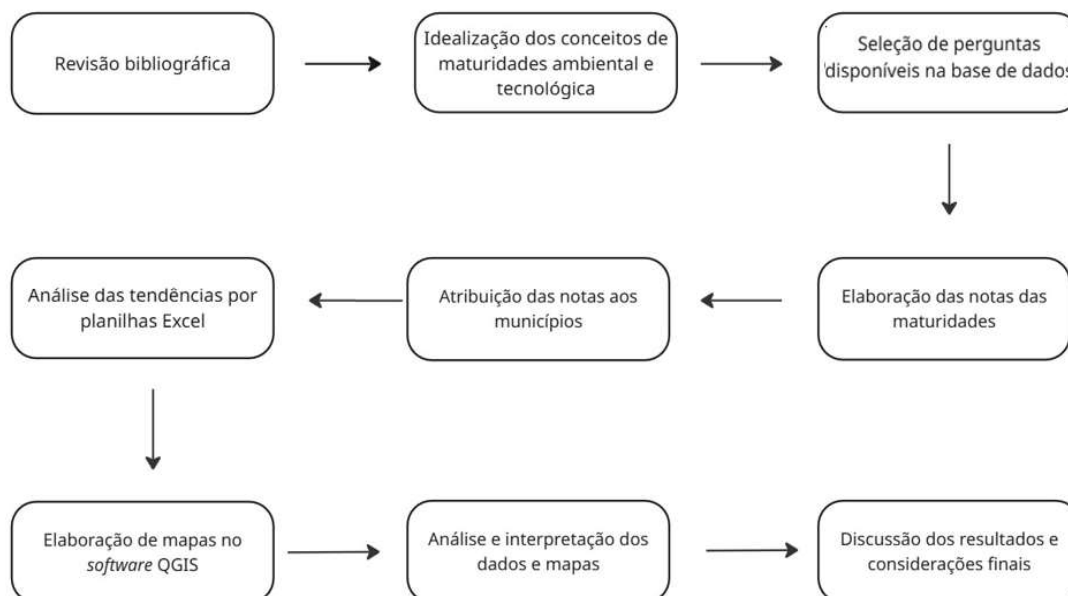
Do ponto de vista ambiental, São Paulo abriga uma complexa dinâmica territorial, resultado da intensa urbanização, da expansão agropecuária e da fragmentação de ecossistemas remanescentes, sobretudo da Mata Atlântica. Essa configuração impõe desafios à governança ambiental municipal, uma vez que as pressões sobre o uso do solo coexistem com vulnerabilidades crescentes associadas às mudanças climáticas. Nos últimos anos, o estado tem experimentado o aumento da frequência e da intensidade de eventos climáticos extremos, refletindo tendências globais apontadas pelo IPCC. Escobar (2020) destaca que no município de São Paulo o número de eventos de precipitação extrema, com chuva acima de 100 milímetros/dia, já é maior nos últimos 20 anos do que no acumulado das seis décadas anteriores .

Nesse contexto, São Paulo representa um território particularmente relevante para a análise da maturidade ambiental e tecnológica municipal. A coexistência de municípios com maturidades altamente diferenciadas — desde administrações com estruturas robustas de gestão ambiental e uso avançado de tecnologias de monitoramento, até aquelas com baixa capacidade técnica e financeira — permite observar distintos estágios de consolidação da governança climática local. Assim, o estado constitui um laboratório privilegiado para compreender de que forma a integração entre institucionalidade ambiental e a aplicação tecnológica pode fortalecer a resiliência municipal frente aos desafios climáticos contemporâneos.

4.1 Fluxograma da metodologia e análise de resultados

Em termos gerais, o desenvolvimento metodológico e a análise dos resultados seguiram a estrutura delineada no fluxograma abaixo:

Figura 01: Fluxograma da metodologia e análise dos resultados obtidos



Fonte: Autores (2025)

4.2 Maturidade Ambiental

A presente seção apresenta a metodologia aplicada ao índice de Maturidade Ambiental nas etapas “Seleção de perguntas disponíveis na base de dados”, “Elaboração das notas de maturidades” e “Atribuição das notas aos municípios”. A metodologia aplicada ao índice de Maturidade Tecnológica é apresentada na seção 4.3.

A avaliação da maturidade ambiental dos municípios foi realizada a partir de dados provenientes da Pesquisa de Informações Básicas Municipais (MUNIC 2020/IBGE), especificamente da seção destinada ao tema Meio Ambiente. Os resultados da pesquisa estão disponíveis para download em formato .xls no site do IBGE. Por conta disso, todas as atividades descritas nesta seção foram desenvolvidas no software Excel.

A MUNIC, realizada desde 1999 pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), é um levantamento de caráter censitário que coleta informações diretamente junto às prefeituras de todos os municípios brasileiros. Seu objetivo é identificar a estrutura, a gestão e os instrumentos disponíveis nos governos locais em diferentes áreas temáticas da administração pública. Trata-se, portanto, de uma pesquisa consolidada, com questionários respondidos pelos próprios órgãos municipais, o que assegura a abrangência nacional e a comparabilidade entre localidades.

Em 2020, a MUNIC incluiu um módulo específico sobre Meio Ambiente, que buscou levantar informações acerca da institucionalidade da gestão ambiental municipal. Entre os tópicos contemplados estão: existência de órgãos e secretarias dedicados ao meio ambiente, conselhos municipais, fundos, planos e instrumentos de planejamento e regulação.

A partir desse conjunto de informações, foi construído o índice de Maturidade Ambiental. Foram selecionadas 11 perguntas consideradas mais alinhadas com o intuito de identificar diferentes estágios de estruturação e fortalecimento da política ambiental local. Cada pergunta recebeu um valor máximo de referência, representando a nota mais alta possível para a dimensão considerada. As alternativas de resposta para cada questão foram pontuadas de forma proporcional, variando de 0 (situação de menor maturidade) até o valor máximo estabelecido para a questão (situação de maior maturidade).

O índice final de maturidade ambiental de cada município resulta da soma simples das notas atribuídas às respostas assinaladas, de modo que a escala total varia entre 0 e 10 pontos. A pontuação 0 corresponde à completa ausência de estrutura institucional de meio ambiente, enquanto a pontuação 10 representa o nível máximo de maturidade possível dentro da metodologia adotada.

A estrutura do índice foi organizada em torno dos três pilares centrais da gestão ambiental municipal — órgão gestor de meio ambiente, conselho municipal de defesa do meio ambiente e o fundo municipal de meio ambiente —, que, em conjunto, representam as dimensões administrativa, participativa e financeira da maturidade ambiental. Cada um desses pilares é composto por um conjunto de perguntas específicas da MUNIC, cujas pontuações somam-se a para a nota final do índice. A pontuação máxima nas perguntas associadas ao órgão gestor representa 40% da nota total de maturidade ambiental, nas perguntas relacionadas ao conselho municipal, a pontuação máxima representa outros 40%, e aquelas vinculadas ao fundo ambiental correspondem aos 20% restantes.

Essa distribuição reflete o entendimento de que a efetividade da política ambiental depende, prioritariamente, da existência de uma estrutura administrativa sólida, capaz de planejar e executar ações (órgão gestor), e de mecanismos participativos que assegurem legitimidade e controle social (conselho municipal). O fundo municipal de meio ambiente, embora essencial para viabilizar a execução orçamentária e fortalecer a autonomia municipal, foi ponderado com menor peso relativo por representar uma condição de suporte operacional, e não de formulação ou coordenação direta das políticas públicas. Assim, a ponderação adotada equilibra a centralidade das dimensões de governança e participação com o papel estratégico do financiamento, garantindo coerência metodológica e aderência ao objetivo do índice.

A atribuição dos pesos às variáveis que compõem o índice foi realizada pelos autores, tomando como referência a literatura especializada sempre que possível. O objetivo foi diferenciar o grau de importância relativo de cada elemento institucional para a maturidade de gestão ambiental dos municípios paulistas, evitando que todas as dimensões fossem tratadas de forma homogênea. Dessa forma, buscou-se equilibrar a

fundamentação teórica com a adequação prática ao objetivo do índice. Ainda que nem todas as variáveis contem com referências consolidadas na literatura, os pesos atribuídos refletem o entendimento de que determinadas dimensões — como a existência de órgão gestor ambiental robusto e de legislação específica sobre mudança do clima — têm papel estrutural e, portanto, receberam maior ponderação.

O órgão gestor de meio ambiente recebeu a maior nota (1,6), por constituir a base institucional para a implementação de políticas públicas. A presença de recursos financeiros específicos (1,2) complementa esse aspecto, garantindo condições materiais para a execução das ações. Na mesma linha, a existência de legislação ou planos de mudança do clima (1,2) conecta diretamente o índice ao tema central deste trabalho, indicando maior disposição municipal em enfrentar riscos climáticos.

A dimensão participativa foi incorporada por meio do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente, cuja simples existência recebeu peso relevante (1,2), seguindo evidências sobre sua importância para a legitimidade e a inclusão social nas políticas públicas, seu mecanismo de funcionamento obriga o Estado a negociar suas propostas de ação com todos os grupos sociais, impedindo as infames, porém, recorrentes, relações entre grupos de interesse público e privado, favorecendo o contrabalanço entre interesses de grupos organizados e da comunidade, o melhor desenvolvimento de políticas, planos, programas pelas prefeituras, promovendo sustentabilidade (Dias da Silva, 2023). A composição (0,8) e o caráter (0,8) do conselho também foram considerados, de modo a valorizar arranjos mais equilibrados e com mais atribuições. Indicadores de funcionamento, como número de reuniões anuais (0,6) e infraestrutura disponível (0,4), receberam pesos menores, mas ainda refletem o grau de vitalidade institucional.

Aspectos financeiros complementares também foram incorporados. A dotação orçamentária própria do conselho (0,2) aparece de forma residual, por não constituir pré-requisito para seu funcionamento. Já a existência de Fundo Municipal de Meio Ambiente (1,4) foi fortemente valorizada, por garantir recursos específicos e flexibilidade de uso (Soneghet & Siman, 2015). Rodrigues *et al.* (2016) afirmam que o Fundo Municipal de Meio Ambiente é uma fonte de recursos cuja finalidade é apoiar ações voltadas ao uso racional dos recursos naturais, além da conservação, preservação e recuperação da qualidade ambiental, seguindo as diretrizes da Política Nacional do Meio Ambiente. Finalmente, a gestão do fundo pelo conselho municipal (0,6) foi incluída como indicador de maior participação social e transparência no uso dos recursos.

Dessa forma, os pesos atribuídos às variáveis refletem não apenas a relevância observada em estudos nacionais, mas também uma priorização metodológica alinhada ao contexto de análise. A ênfase em órgãos especializados, conselhos atuantes, fundos ambientais e autonomia institucional-financeira segue a literatura que aponta esses elementos como pilares para uma governança climática municipal eficaz.

A Tabela 01 apresenta os setores avaliados no recorte do presente trabalho e seu respectivo impacto na distribuição das notas (nota máxima que um município pode

atingir). Além disso, detalha quais perguntas da MUNIC foram consideradas para cada setor e suas alternativas de resposta com a respectiva pontuação aplicada.

Tabela 01: Avaliação da maturidade ambiental

| Setor | Perguntas | Variações de resposta | Nota | |
|---|---|---|------|-----|
| Órgão Municipal de Meio Ambiente | 1. Caracterização do órgão gestor | Não possui estrutura | 0 | |
| | | Órgão da administração indireta | 1,6 | |
| | | Secretaria em conjunto com outras políticas setoriais | 1,28 | |
| | | Secretaria exclusiva | 1,6 | |
| | | Setor subordinado a outra secretaria | 0,48 | |
| | | Setor subordinado diretamente à chefia do Executivo | 0,8 | |
| | 2. A área responsável pelo tema meio ambiente dispõe de recursos financeiros específicos para serem utilizados no desenvolvimento de suas ações | Sim | 1,2 | |
| | | Não | 0 | |
| | | 3. Legislação ou instrumento de gestão ambiental existente no município sobre adaptação e mitigação de mudança do clima | Sim | 1,2 |
| | | | Não | 0 |
| Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente | 4. Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente - existência | Sim | 1,2 | |
| | | Não | 0 | |
| | 5. Modelo de participação | Não informado | 0 | |
| | | Paritário | 0,8 | |
| | | Tem maior representação da sociedade civil | 0,8 | |

| | | | |
|----------------------------------|--|---|-------|
| | | Tem maior representação governamental | 0,4 |
| | 6. Caráter do Conselho | Consultivo | 0,2 |
| | | Deliberativo | 0,2 |
| | | Normativo | 0,2 |
| | | Fiscalizador | 0,2 |
| | 7.Quantidade de reuniões realizadas nos últimos 12 meses | 0 | 0 |
| | | 1-12 | 0,3 |
| | | 13 | 0,6 |
| | 8.Infraestrutura disponível | Não | 0 |
| | | Sala | 0,057 |
| | | Computador | 0,057 |
| | | Impressora | 0,057 |
| | | Acesso à internet | 0,057 |
| | | Veículo | 0,057 |
| | | Telefone | 0,057 |
| | | Diária | 0,057 |
| | 9.Dotação orçamentária própria | Não foi instalado ou está inativo | 0 |
| | | Sim | 0,2 |
| Fundo Municipal de Meio Ambiente | 10.O município possui Fundo Municipal de Meio Ambiente ou similar | Sim | 1,4 |
| | | Não | 0 |
| | 11.O conselho gestor do Fundo é o Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente ou similar | Não | 0 |
| | | O fundo possui um conselho gestor próprio | 0,3 |
| | | Sim | 0,6 |

Fonte: Adaptado de IBGE (2020)

Para garantir consistência na pontuação das alternativas de respostas foram realizadas adaptações nas perguntas 6 “Caráter do Conselho”, 7 “Quantidade de reuniões realizadas nos últimos 12 meses” e 8 “Município disponibiliza infraestrutura”. A pergunta 6 engloba 4 perguntas sobre o caráter do Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente, avaliando se estes são de caráter consultivo, deliberativo, normativo e/ou fiscalizador. As opções de respostas para cada uma delas não são excludentes e adicionam mais valor para o setor em análise, dessa forma um município pode ter Conselho com múltiplos caracteres, obtendo a pontuação máxima para a pergunta.

Para o segundo caso, pergunta 7 “Quantidade de reuniões realizadas nos últimos 12 meses”, as respostas fornecidas pelos municípios foram em formato numérico, variando de 0 a 48 reuniões. As respostas foram agrupadas em faixas, de modo que “0” representa um Conselho inativo, “1-12” representa um Conselho ativo e “13” representa um Conselho extremamente ativo, com média superior a 1 reunião por mês no período da pesquisa.

Já a pergunta 8 “Município disponibiliza infraestrutura” foi adaptada para englobar 7 perguntas específicas de natureza binária sobre a disponibilidade de certas infraestruturas no Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente. Dessa forma, um município que possui todas as infraestruturas recebe a nota máxima (0,4) para essa pergunta, aqueles que possuírem 6 das 7 infra estruturas recebem nota 0,343 e assim por diante.

4.3 Maturidade Tecnológica

A presente seção apresenta a metodologia aplicada ao índice de Maturidade Tecnológica nas etapas “Seleção de perguntas disponíveis na base de dados”, “Elaboração das notas de maturidades” e “Atribuição das notas aos municípios”.

A avaliação da maturidade tecnológica municipal foi elaborada a partir da pesquisa conduzida por Joice Gennaro (2023), que aplicou um questionário a todos as prefeituras dos municípios do estado de São Paulo, com o objetivo de compreender o grau de incorporação de ferramentas tecnológicas no planejamento e na gestão ambiental urbana. No entanto, até o momento, os resultados dessa pesquisa ainda não foram publicados pela autora, as respostas ao questionário foram compartilhadas com os autores em formato de planilha, por conta disso, todas as atividades descritas nesta seção foram desenvolvidas no software Excel.

O questionário buscou captar não apenas a presença de instrumentos técnicos, mas sobretudo a forma como esses são aplicados de modo sistemático e orientado a evidências — característica central de uma gestão pública tecnologicamente madura. A amostra abrangeu 202 dos 645 municípios paulistas (31% do total), visto que apenas estes responderam ao questionário no prazo estipulado. Embora essa taxa de resposta limite a generalização dos resultados, o conjunto representa uma amostra relevante e heterogênea em termos territoriais, econômicos e institucionais, permitindo identificar padrões consistentes de adoção tecnológica no contexto municipal.

O instrumento de coleta foi composto por 13 perguntas, distribuídas em três dimensões principais: (i) cobertura vegetal e infraestrutura verde, (ii) temperatura de superfície terrestre e (iii) desigualdades socioespaciais na distribuição da infraestrutura verde. Essas dimensões refletem a relação entre tecnologia, planejamento territorial e justiça ambiental, alinhando-se à literatura que reconhece a importância das informações geoespaciais e socioambientais para a formulação de políticas climáticas locais (Kitchin, 2014; Meijer & Bolívar, 2016; Howard et al., 2022).

Para a construção do Índice de Maturidade Tecnológica, foram selecionadas seis perguntas consideradas mais diretamente associadas à maturidade institucional de empregar tecnologias de forma integrada e estratégica. Tais perguntas contemplam desde o uso de geotecnologias para mensuração da cobertura vegetal e acompanhamento da temperatura da superfície terrestre, até a incorporação de critérios técnicos e sociais no planejamento de áreas verdes. Essa abordagem metodológica busca captar não apenas a disponibilidade de recursos técnicos, mas também a intencionalidade e sistematização no uso de dados ambientais e sociais.

O uso de geotecnologias e metodologias sistemáticas para quantificação da cobertura vegetal urbana foi considerado um indicador fundamental, pois expressa a capacidade do município de transformar a observação ambiental em informação mensurável e espacialmente explícita. A adoção de sensoriamento remoto e outras ferramentas de monitoramento ambiental evidencia domínio técnico e institucionalização de processos regulares de coleta e análise de dados.

De forma complementar, a avaliação da Temperatura de Superfície Terrestre (TST) foi incluída como variável estratégica por demonstrar atenção municipal às ilhas de calor urbanas e aos impactos diretos das mudanças climáticas sobre a população. O acompanhamento sistemático da TST indica um nível mais avançado de maturidade tecnológica, em que os dados climáticos passam a subsidiar o planejamento urbano e as ações de mitigação (Meijer & Bolívar, 2016).

O planejamento arbóreo municipal foi considerado a partir de duas perspectivas: técnica e socioambiental. A incorporação das ilhas de calor nos planos de arborização reflete a aplicação prática do conhecimento técnico na mitigação de impactos térmicos urbanos, conectando as dimensões tecnológica e ambiental. Já a consideração das desigualdades na distribuição da arborização traduz uma visão de justiça socioambiental, em que a tecnologia é utilizada para identificar e reduzir assimetrias territoriais na oferta de infraestrutura verde (Jacobi, 2003; Acsehrad, 2001).

A integração de dados sociais — como renda, escolaridade, demografia e saneamento — ao planejamento das áreas verdes foi incluída como indicador de uso avançado da tecnologia para fins analíticos e estratégicos. Essa integração evidencia a capacidade do município de relacionar dimensões ambientais e sociais, demonstrando maturidade institucional e visão sistêmica da gestão urbana.

Por fim, a existência de bases de dados georreferenciadas e atualizadas sobre praças, parques e áreas verdes foi incorporada como expressão da estruturação técnica e organizacional da gestão ambiental. Esse tipo de instrumento reflete não apenas a

adoção de ferramentas digitais, mas a consolidação de uma cultura de gestão baseada em evidências espaciais, essencial para o planejamento eficiente e transparente do território (Kitchin, 2014).

Cada uma dessas variáveis recebeu o mesmo peso (1,67 pontos), resultando em um índice final variando entre 0 e 10 pontos. A opção por pesos iguais foi deliberada, considerando que as seis dimensões selecionadas representam aspectos complementares e interdependentes da maturidade tecnológica. Atribuir pesos distintos poderia sugerir hierarquia entre capacidades que, na prática, se reforçam mutuamente: o monitoramento geoespacial, a integração de dados sociais e o planejamento territorial são partes de um mesmo ciclo tecnológico e institucional. Assim, a ponderação uniforme busca valorizar a coerência e o equilíbrio do conjunto, reconhecendo que a ausência de qualquer uma dessas dimensões compromete a consolidação da maturidade tecnológica municipal.

A Tabela 02 apresenta as perguntas selecionadas no recorte do presente trabalho e seu respectivo impacto na distribuição das notas (nota máxima que um município pode atingir).

Tabela 02: Avaliação da maturidade tecnológica

| Perguntas | Variações de resposta | Nota |
|--|-----------------------|------|
| 1. Como o município quantifica a proporção de cobertura vegetal dentro do perímetro urbano? | Imagens aéreas | 1,67 |
| | Imagens de satélite | 1,67 |
| | Não quantifica | 0,00 |
| | Misto | 1,33 |
| | Pesquisa de dados | 1,00 |
| | Visita de campo | 0,50 |
| 2. O município faz o acompanhamento da Temperatura de Superfície Terrestre visando mitigar os efeitos das mudanças climáticas? | Sim | 1,67 |
| | Não | 0,00 |
| 3. Em seu plano de arborização, o município leva em consideração as ilhas de calor? | Sim | 1,67 |
| | Não | 0,00 |
| 4. Em seu plano de arborização, o município leva em consideração as desigualdades na distribuição da arborização? | Sim | 1,67 |
| | Não | 0,00 |
| | Sim | 1,67 |

| | | |
|---|-----|------|
| 5. O município utiliza dados sociais como características demográficas (idade e sexo da população), renda, escolaridade e saneamento básico (existência de esgotamento sanitário, coleta de lixo, abastecimento de água) para planejar a implantação de áreas verdes? | Não | 0,00 |
| 6. O município possui uma base de dados georreferenciada e atualizada de praças, parques e áreas verdes? | Sim | 1,67 |
| | Não | 0,00 |

Fonte: Adaptado de Joice Gennaro (2023)

Para a pergunta 1 referente à forma como os municípios quantificam a proporção de cobertura vegetal dentro do perímetro urbano, foi necessário realizar uma padronização das respostas obtidas no questionário aplicado. As respostas originais apresentaram grande heterogeneidade quanto ao grau de detalhamento e terminologia utilizada, o que impossibilitaria a comparação direta entre municípios.

Assim, procedeu-se à agregação das respostas em cinco categorias analíticas, definidas de acordo com a similaridade metodológica e o nível de sofisticação técnica empregado no processo de monitoramento: “Não quantifica”, “Visita de campo”, “Pesquisa de dados”, “Imagens aéreas” e “Imagens de satélite”.

Essa adaptação permitiu harmonizar diferentes descrições — que variavam de levantamentos empíricos simples a métodos de sensoriamento remoto e uso de sistemas de informação geográfica (SIG) — em um formato comparável e passível de pontuação. Desse modo, foi possível atribuir notas graduais às categorias, refletindo distintos graus de maturidade tecnológica no monitoramento ambiental, desde a ausência de quantificação até o uso de ferramentas geoespaciais avançadas.

4.4 Análise das tendências via Excel

A etapa de análise das tendências foi conduzida integralmente no Microsoft Excel, utilizando tanto recursos de organização de dados quanto ferramentas de visualização gráfica. Inicialmente, as bases consolidadas com as notas de Maturidade Ambiental e Tecnológica passaram por padronização de formatos e estruturação em tabelas dinâmicas para facilitar o manuseio das variáveis. Como etapa preliminar, foram calculadas as médias estaduais de ambos os índices, empregando funções estatísticas básicas do Excel. Em seguida, cada município foi classificado como estando acima ou abaixo da média, permitindo quantificar a distribuição dos casos em cada recorte e orientar as análises subsequentes.

Após essa etapa inicial, foram elaborados diferentes procedimentos exploratórios com o objetivo de identificar padrões, distribuições e relações entre os fatores estudados.

Para investigar a dispersão geral dos níveis de maturidade, foram construídos histogramas referentes às notas de Maturidade Ambiental e de Maturidade Tecnológica, utilizando a ferramenta de análise de dados e definindo intervalos de classe que permitissem visualizar a concentração e a variação entre os municípios.

Na sequência, examinou-se a relação entre a Maturidade Ambiental e o tipo de órgão gestor de meio ambiente. Essa análise foi realizada por meio de tabelas dinâmicas que cruzaram ambas as variáveis, permitindo observar possíveis diferenças de desempenho entre estruturas administrativas distintas. Também foram examinadas as distribuições dos tipos de órgão gestor dentro dos recortes de municípios abaixo e acima da média estadual de Maturidade Ambiental. Para isso, aplicou-se uma classificação condicional nas planilhas, segmentando os municípios conforme seu desempenho e contabilizando a ocorrência de cada categoria de órgão gestor em cada grupo em formato de gráfico.

Além disso, analisou-se a composição institucional dos municípios a partir da formação do Conselho Municipal de Meio Ambiente, verificando tanto a distribuição geral entre os diferentes modelos quanto a maturidade ambiental média associada a cada configuração. Essa investigação combinou o uso de funções de agregação, tabelas dinâmicas e procedimentos de filtragem para identificar variações relevantes entre os perfis de conselho.

Para avaliar a relação entre os dois índices, foi elaborado um gráfico de dispersão entre as maturidades Ambiental e Tecnológica, no qual cada ponto representou um município. Além da distribuição espacial dos dados, foi incluída no gráfico uma linha de regressão linear, acompanhada do cálculo do coeficiente de determinação (R^2), permitindo quantificar o grau de associação entre as duas variáveis. O gráfico também foi adaptado para evidenciar quatro quadrantes analíticos (alto-alto, alto-baixo, baixo-alto e baixo-baixo) definidos a partir do cruzamento no valor central dos eixos. Essa configuração possibilitou identificar padrões de agrupamento, assimetrias entre desempenho ambiental e tecnológico e a presença de municípios que se destacam positivamente ou negativamente em relação ao conjunto estadual.

De forma a incrementar o trabalho e encontrar possíveis agravantes para os níveis de maturidade, foram analisadas duas condicionantes: a faixa populacional por município e os setores econômicos que mais agregam ao PIB local.

Para explorar a relação entre o porte populacional dos municípios e seus níveis de maturidade ambiental e tecnológica, foi realizada uma análise cruzando as notas dos índices com as faixas de população classificadas pela pesquisa MUNIC. Inicialmente, cada município foi vinculado à sua respectiva classe populacional, conforme a categorização oficial do IBGE. Em seguida, foram calculadas as médias e os desvios-padrão das notas dentro de cada faixa, permitindo observar tanto a tendência central de maturidade associada ao tamanho do município quanto o grau de dispersão interna dos resultados.

A análise dos setores econômicos visa observar a influência da principal atividade econômica local, ou seja, a que mais contribui para o PIB local, sobre a maturidade ambiental e tecnológica, além de identificar, entre as atividades selecionadas, aquela

que mais afeta as maturidades, indicativo de geração de mais impactos ambientais por essa atividade.

Para isso, a partir da base de dados em planilha “PIB dos municípios 2010-2021”, disponível no site do IBGE, pode-se determinar a atividade econômica que mais contribui para o PIB em cada município, informação fornecida pelo próprio arquivo. Dentre as nove atividades econômicas disponíveis, duas foram selecionadas para uma análise mais detalhada devido à maior presença dessas atividades no estado de São Paulo como principal contribuinte ao PIB local: agricultura e indústria de transformação. A análise foi aprofundada com a divisão dos municípios entre dois mapas de acordo com a maturidade média global (um mapa dos municípios com maturidade ambiental acima da média e outro com a maturidade abaixo da média), visando observar qual atividade é mais predominante em qual mapa. Outra análise complementar é a determinação da maturidade média para cada atividade.

Ao final, a atividade que apresentou menor pontuação foi submetida a uma nova análise mais isolada sobre distribuição dos municípios da atividade em questão entre os 3 tipos de COMDEMA, conselho com maior representação da sociedade civil, conselho com maior representação governamental ou conselho paritário (distribuição igualitária entre membros da sociedade civil e do governo).

A mesma distribuição de atividades econômicas também foi realizada para a análise com maturidade tecnológica. No entanto, devido à menor quantidade de dados, a análise foi toda feita considerando apenas um mapa e calculando-se apenas as médias para cada atividade, desconsiderando a média global.

4.5 Elaboração de mapas

Para a elaboração dos mapas foi utilizado o *software* QGIS (versão 3.34.12).

Com os resultados das avaliações das maturidades ambiental e tecnológica, foi compilada a planilha da respectiva avaliação com a camada *Shapefile* do estado de São Paulo de 2024, disponibilizada pelo IBGE, utilizando a propriedade da camada “Uniões”, que possibilita unir diferentes camadas a partir de um dado em comum. No caso dos mapas elaborados, o código do município, adotado e padronizado pelo IBGE, é o dado que estabelece a união entre as camadas.

A partir da associação, foram criadas faixas de classificação para cada índice, permitindo representar visualmente a variação dos níveis de maturidade entre os municípios. Essas faixas foram representadas por escalas cromáticas sequenciais, adequadas para indicar gradientes de intensidade. Por fim, foram aplicados ajustes de layout, como legenda, título, fonte dos dados e padronização visual, gerando um mapa para cada índice.

Para os mapas que relacionam a maturidade ambiental com os setores econômicos, foi utilizada a base de dados “PIB dos municípios 2010-2021” em planilha. Foram utilizados os filtros de Ano, utilizando o mais recente (2021), Unidade Federativa, selecionando SP, e utilizou-se o filtro de atividade com maior valor adicionado bruto, ou seja, a atividade que gera mais riqueza no território. As atividades selecionadas

para compor os mapas foram: Agricultura, Eletricidade, Indústria de transformação, Indústria de transformação e Pecuária. As figuras 2 e 3 ilustram os filtros:

Figura 02: Filtros aplicados na base dados “PIB dos municípios”

| | A | C | E | F | G | H |
|-------|------|-----------------------|-------------------------------|------------------------------|---------------------|-------------------|
| | Ano | Nome da Grande Região | Sigla da Unidade da Federação | Nome da Unidade da Federação | Código do Município | Nome do Município |
| 1 | | | | | | |
| 64531 | 2021 | Sudeste | SP | São Paulo | 3500709 | Agudos |
| 64534 | 2021 | Sudeste | SP | São Paulo | 3500907 | Altair |
| 64535 | 2021 | Sudeste | SP | São Paulo | 3501004 | Altinópolis |
| 64537 | 2021 | Sudeste | SP | São Paulo | 3501152 | Alumínio |
| 64538 | 2021 | Sudeste | SP | São Paulo | 3501202 | Álvares Florence |
| 64545 | 2021 | Sudeste | SP | São Paulo | 3501905 | Amparo |
| 64548 | 2021 | Sudeste | SP | São Paulo | 3502200 | Angatuba |
| 64549 | 2021 | Sudeste | SP | São Paulo | 3502309 | Anhembi |
| 64550 | 2021 | Sudeste | SP | São Paulo | 3502408 | Anhumas |
| 64553 | 2021 | Sudeste | SP | São Paulo | 3502705 | Apiáí |
| 64554 | 2021 | Sudeste | SP | São Paulo | 3502754 | Araçariguama |
| 64558 | 2021 | Sudeste | SP | São Paulo | 3503109 | Arandu |
| 64562 | 2021 | Sudeste | SP | São Paulo | 3503356 | Arco-Íris |
| 64573 | 2021 | Sudeste | SP | São Paulo | 3504305 | Avai |

Fonte: Adaptado de IBGE (2021)

Figura 03: Filtro aplicado para atividade que mais contribui ao PIB local na base de dados “PIB dos municípios”

| G | H | AO |
|---------------------|-------------------|---|
| Código do Município | Nome do Município | Atividade com maior valor adicionado bruto |
| 3500709 | Agudos | Indústrias de transformação |
| 3500907 | Altair | Agricultura, inclusive apoio à agricultura e a pós colheita |
| 3501004 | Altinópolis | Agricultura, inclusive apoio à agricultura e a pós colheita |
| 3501152 | Alumínio | Indústrias de transformação |
| 3501202 | Álvares Florence | Agricultura, inclusive apoio à agricultura e a pós colheita |
| 3501905 | Amparo | Indústrias de transformação |
| 3502200 | Angatuba | Indústrias de transformação |
| 3502309 | Anhembi | Agricultura, inclusive apoio à agricultura e a pós colheita |
| 3502408 | Anhumas | Agricultura, inclusive apoio à agricultura e a pós colheita |
| 3502705 | Apiáí | Agricultura, inclusive apoio à agricultura e a pós colheita |
| 3502754 | Araçariguama | Indústrias de transformação |
| 3503109 | Arandu | Agricultura, inclusive apoio à agricultura e a pós colheita |

Fonte: Adaptado de IBGE (2021)

Aplicando-se os filtros, foi possível destacar os municípios com as características desejadas em planilha (coluna AO da figura 03), que foi unida com a planilha de avaliação da maturidade ambiental e, finalmente, com a camada *Shapefile* do estado de São Paulo.

É importante ressaltar que alguns municípios não estão destacados em ambos os mapas pois, de acordo com a base de dados do IBGE utilizada, a atividade predominante local não está entre as selecionadas pelos autores. No entanto, a ausência desses municípios não remete à não existência de impactos ambientais ou à não necessidade de planos de ação.

4.6 Análise e interpretação dos dados e mapas

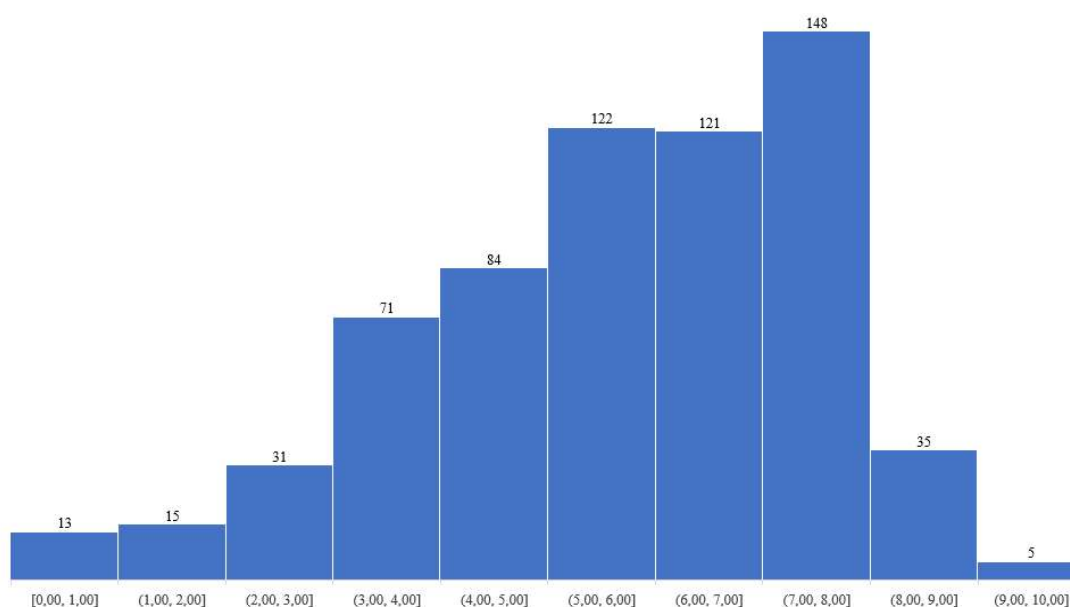
Após a consolidação dos dados, realizou-se a etapa de análise e interpretação dos resultados, articulando evidências estatísticas e padrões territoriais. A leitura integrada dos dados envolveu a comparação entre os diferentes indicadores (maturidade ambiental, maturidade tecnológica, estrutura administrativa ambiental, conselhos, fundos e variáveis populacionais) buscando identificar tendências, assimetrias, agrupamentos e relações consistentes. Os mapas temáticos elaborados no QGIS foram utilizados como instrumento complementar de interpretação, permitindo visualizar a distribuição espacial das faixas de maturidade e reconhecer concentrações regionais, lacunas estruturais e possíveis relações com características territoriais, como porte populacional, dinâmica econômica ou localização geográfica. A análise combinada entre tabelas, gráficos e mapas possibilitou identificar padrões que não seriam observáveis apenas pelas estatísticas descritivas, ao revelar tanto regularidades quanto outliers espaciais. Por fim, os achados foram interpretados à luz da literatura sobre gestão ambiental municipal, arranjos institucionais e adaptação às mudanças climáticas, garantindo coerência entre os resultados empíricos e o arcabouço teórico que orienta o estudo. Os resultados obtidos, suas implicações gerais e possíveis raízes são discutidos na seção seguinte.

5. RESULTADOS E DISCUSSÕES

5.1 Maturidade Ambiental

De acordo com a metodologia aplicada aos municípios, o estado de São Paulo obteve 5,66 como nota média municipal de Maturidade Ambiental. No panorama agregado, observa-se que a maioria dos municípios atinge níveis médios ou elevados de maturidade: dos 645 municípios do estado, 358 (56%) apresentaram nota superior à média estadual, enquanto 287 (44%) ficaram abaixo desse patamar.

Figura 04: Histograma das notas de Maturidade Ambiental, em faixas de 1 ponto



Fonte: Autores (2025)

Em termos proporcionais, mais da metade dos municípios encontra-se no grupo acima da média, o que sugere que, em São Paulo, há uma base institucional mínima consolidada em diversos territórios para lidar com questões ambientais — seja por meio da criação de conselhos, fundos ou órgãos gestores específicos. Ainda assim, a presença de oito municípios (Arapeí, Balbinos, Boa Esperança do Sul, Bom Sucesso de Itararé, Elias Fausto, Estrela d'Oeste, Ribeirão Bonito e Roseira) com nota zero de maturidade ambiental evidencia bolsões de alta fragilidade institucional, especialmente em localidades de menor porte, que tendem a carecer de recursos humanos e financeiros para estruturar políticas ambientais permanentes. Nesses casos, a ausência de órgão gestor, conselho e fundo ambiental reflete a inexistência de estrutura administrativa capaz de lidar com as mudanças climáticas e outros problemas ambientais — como contaminação de recursos naturais, descarte inadequado de resíduos e prejuízos à saúde pública e à qualidade de vida.

A nota média estadual de 5,66, quando interpretada à luz da metodologia, representa um nível intermediário de maturidade ambiental. Segundo o modelo proposto, um município que possua apenas o nível mais básico de órgão gestor (setor subordinado a outra secretaria), juntamente com um Conselho e um Fundo Municipal de Meio Ambiente, já alcança aproximadamente 3,08 pontos. A média estadual acima desse patamar indica que boa parte dos municípios paulistas evoluiu além da mera existência formal dessas estruturas, incorporando algum grau de autonomia administrativa e mecanismos de participação social efetiva. Esse resultado evidencia que há um avanço institucional significativo, ainda que desigual, no estado.

A distribuição das notas, representada na Figura 02, reforça essa interpretação ao revelar concentração nas faixas entre 5 e 8 pontos, com poucos municípios nos extremos. Essa configuração assimétrica indica que a maior parte dos municípios paulistas consolidou estruturas mínimas de gestão ambiental, mas poucos alcançaram estágios de maturidade plena. Essa tendência se reflete na prevalência de arranjos ambientais híbridos no órgão gestor, como secretarias conjuntas (meio ambiente e obras, meio ambiente e agricultura, entre outras) e setores subordinados, que atendem formalmente à estrutura exigida, mas limitam a autonomia técnica e orçamentária para o desenvolvimento de instrumentos mais robustos de planejamento ambiental.

A Tabela 03 traz o panorama da distribuição das estruturas do órgão gestor e as médias de maturidade ambiental dos municípios. Observa-se uma forte associação entre o tipo de estrutura do órgão gestor de meio ambiente e o desempenho no índice de maturidade ambiental, reforçando que a capacidade de planejamento e coordenação é um dos principais fatores estruturantes da governança climática municipal.

Tabela 03: Maturidade Ambiental por estrutura do Órgão Gestor de Meio Ambiente

| Estrutura do órgão gestor | Quantidade de municípios | Média de Maturidade Ambiental |
|---|--------------------------|-------------------------------|
| Não possui estrutura | 49 | 3,00 |
| Setor subordinado a outra secretaria | 45 | 4,77 |
| Setor subordinado diretamente à chefia do Executivo | 122 | 5,19 |
| Secretaria em conjunto com outras políticas setoriais | 267 | 6,00 |
| Secretaria exclusiva | 156 | 6,45 |
| Órgão da administração indireta | 6 | 7,46 |

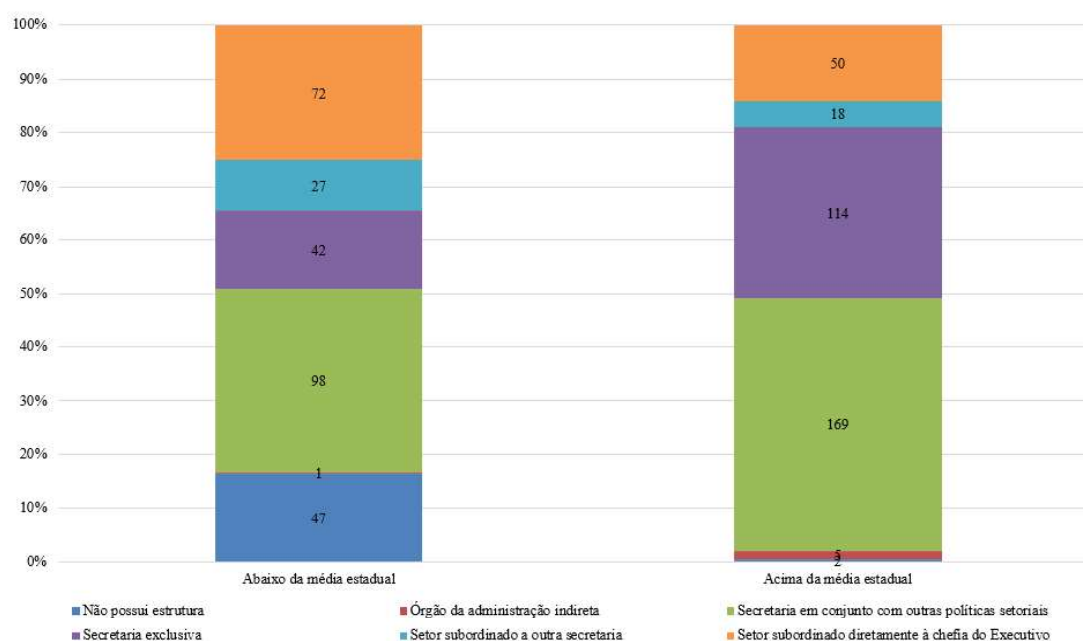
Fonte: Autores (2025)

Municípios com órgãos da administração indireta — como autarquias e fundações — apresentaram a maior média de maturidade (7,46), seguidos daqueles que possuem secretarias exclusivas (6,45) e secretarias em conjunto com outras políticas setoriais (6,00). Essas estruturas desfrutam de maior autonomia operacional e financeira, o que

lhes permite gerir recursos com mais flexibilidade e direcioná-los a ações técnicas e projetos específicos. Além disso, contam com quadros técnicos mais estáveis e qualificados, favorecendo a continuidade administrativa e a profissionalização da gestão ambiental. A posição estratégica das secretarias na estrutura governamental também amplia sua capacidade de articulação intersetorial, permitindo integrar políticas de meio ambiente com áreas como planejamento urbano e saneamento.

Já estruturas mais frágeis, como setores subordinados a outras secretarias (4,77) ou à chefia do Executivo (5,19), e principalmente a ausência de estrutura formal (3,00), concentram-se entre os municípios de maturidade abaixo da média. A análise do recorte comparativo entre municípios acima e abaixo da média estadual presente na Figura 03 reforça essa tendência. Entre os 358 municípios com maturidade acima da média, predominam secretarias exclusivas (114) e secretarias integradas com outras políticas setoriais (169), além de poucos casos de órgãos da administração indireta (5). No grupo abaixo da média, observa-se uma presença significativa de municípios sem estrutura ambiental (47) e de setores subordinados a outras secretarias ou diretamente a chefia do Executivo (97), o que revela que a ausência de estrutura ou subordinação institucional limitam a autonomia administrativa e técnica.

Figura 05: Distribuição dos tipos de órgão gestor de meio ambiente



Fonte: Autores (2025)

A análise dos dados também sugere que a criação de secretarias exclusivas tem efeito positivo sobre a maturidade ambiental quando comparada a estruturas conjuntas. Isso indica que a especialização institucional — isto é, a existência de um órgão dedicado exclusivamente à pauta ambiental — contribui para o fortalecimento da governança e para a consolidação de políticas públicas contínuas. Já os órgãos da administração indireta, embora menos numerosos, também estão mais presentes nos municípios com

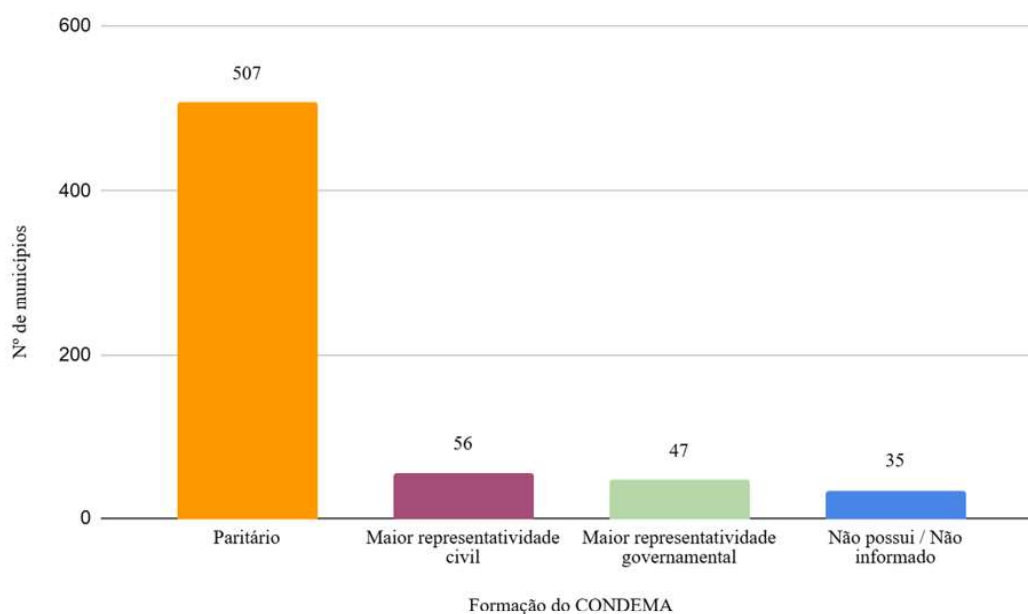
maturidade ambiental acima da média estadual sugerindo que maior autonomia administrativa e financeira potencializa a efetividade das ações locais.

Entre os 645 municípios analisados, apenas 44 (6,8%) declararam possuir algum tipo de legislação ou instrumento de gestão climática — como planos municipais de mudança do clima, leis específicas ou diretrizes inseridas em planos diretores —, enquanto 601 (93,2%) informaram não dispor de tais instrumentos. Essa distribuição evidencia um quadro ainda incipiente de institucionalização da pauta climática no nível local. Quando se observa o subconjunto dos 358 municípios com maturidade ambiental acima da média estadual (5,66), verifica-se uma leve melhora: 39 municípios (10,9%) possuem algum instrumento de gestão climática, enquanto 319 (89,1%) ainda não o implementaram.

Esse panorama chama a atenção para o fato de que a existência de legislação ou instrumento climático pode ser interpretada como uma expressão avançada da maturidade ambiental, e não como uma condição estruturante conforme o proposto pelo trabalho, situando-se no topo da trajetória evolutiva das políticas locais. Em termos práticos, isso significa que municípios que já atingiram um patamar de governança consolidada estão mais próximos de incorporar a variável climática em seus instrumentos normativos e de planejamento, o que representa uma transição qualitativa importante na maturidade ambiental.

O COMDEMA é outra estrutura fundamental para uma gestão ambiental adequada e eficiente, conectando representantes da sociedade aos governantes, impactando diretamente nas tomadas de decisões. Segundo a pesquisa da MUNIC, 610 municípios possuem o COMDEMA, distribuídos entre formação: paritária, com maior representatividade civil ou com maior representatividade governamental. Os outros 35 municípios, segundo a pesquisa, não possuem ou não foi informado sobre a existência do conselho. A figura 04 representa essa divisão:

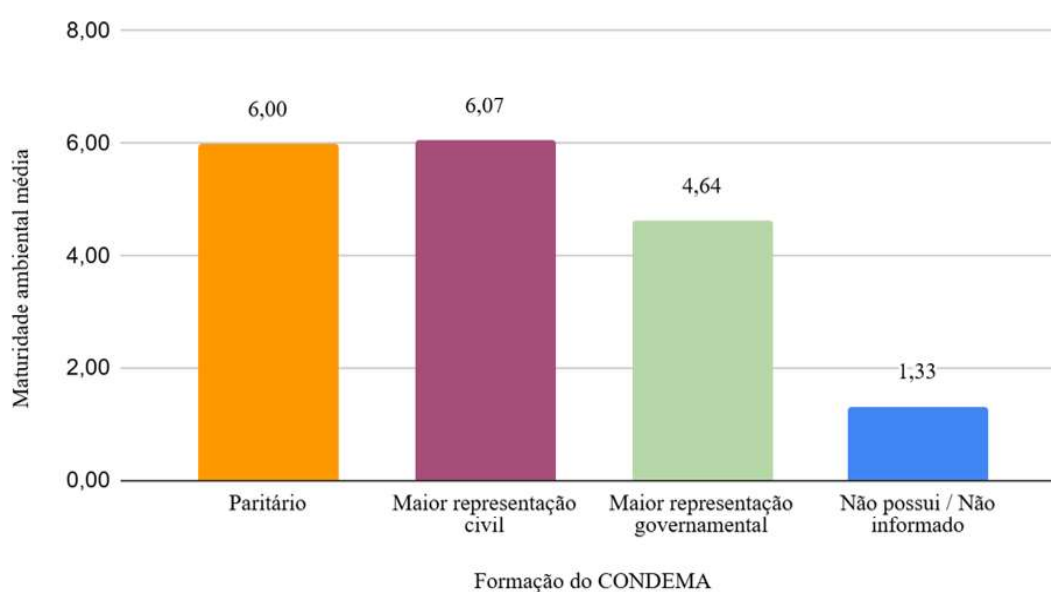
Figura 06: Distribuição dos municípios entre as formações do COMDEMA



Fonte: Autores (2025)

Visando entender o impacto da existência do conselho, foi feita uma análise individual para cada tipo de formação do conselho quanto às maturidades ambiental e tecnológica, essas visualizadas também individualmente devido à diferença da quantidade de dados para cada tipo de maturidade. As figuras 04 e 05 trazem essa análise:

Figura 07: Maturidade ambiental média para cada tipo de formação do COMDEMA



Fonte: Autores (2025)

Tabela 04: Quantidade de municípios e maturidade ambiental média por formação do COMDEMA

| Formação do COMDEMA | Nº de municípios | Maturidade ambiental média |
|-----------------------------------|------------------|----------------------------|
| Paritário | 507 | 6,00 |
| Maior representação civil | 56 | 6,07 |
| Maior representação governamental | 47 | 4,64 |
| Não possui / Não informado | 35 | 1,33 |

Fonte: Autores (2025)

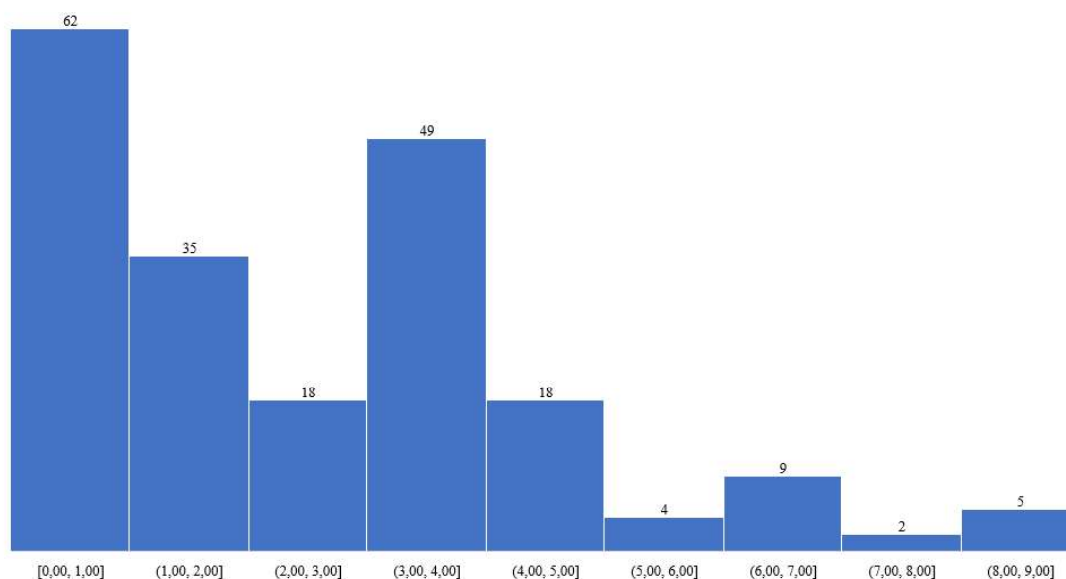
A partir do gráfico da Figura 04, é possível visualizar que a maturidade ambiental é maior e acima da média nos casos em que a formação do COMDEMA é paritário, o que ocorre na maioria dos municípios, ou com maior representação da sociedade civil. Por outro lado, nos casos em que o conselho é inexistente ou possui maior representação governamental, a média da maturidade ambiental é abaixo da média.

Analisando os resultados, é aparente que os resultados das maturidades são mais satisfatórios nas situações em que a participação popular é igual ou maior que a governamental, o que reforça a importância da existência do COMDEMA e, acima de tudo, da participação da sociedade civil. Em contrapartida, a inexistência do conselho se destaca negativamente pelos resultados insatisfatórios, principalmente na maturidade ambiental, em que a diferença entre as médias é evidente, reforçando ainda mais a importância do COMDEMA e da participação popular.

5.2 Maturidade Tecnológica

Os resultados obtidos para o índice de Maturidade Tecnológica revelam um cenário mais crítico do que aquele identificado para a Maturidade Ambiental. Entre os 202 municípios paulistas que responderam ao questionário, a média geral foi de apenas 2,48 pontos, indicando que o campo tecnológico ainda enfrenta maiores obstáculos de estruturação nos governos locais.

Figura 08: Histograma das notas de Maturidade Ambiental, em faixas de 1 ponto



Fonte: Autores (2025)

O histograma das notas de Maturidade Tecnológica revela uma distribuição fortemente assimétrica à esquerda, indicando que a maioria dos municípios ainda se encontra em estágios iniciais de desenvolvimento tecnológico. Observa-se uma elevada concentração de casos nas faixas de 0 a 2 pontos — com 62 municípios entre 0 e 1 e 35 entre 1 e 2 — e uma redução progressiva nas faixas superiores, refletindo a escassez de iniciativas mais estruturadas. Apenas 16 municípios apresentaram notas acima de 6, o que evidencia a baixa disseminação de práticas digitais e ferramentas de gestão tecnológica voltadas à agenda ambiental. Essa distribuição sugere que, embora haja experiências pontuais de avanço, o conjunto dos municípios paulistas ainda enfrenta limitações significativas de infraestrutura, capacitação técnica e integração tecnológica nos processos de gestão ambiental.

A alta proporção de municípios que obtiveram nota zero merece destaque: 52 municípios (cerca de 25% do total de respondentes). Esse dado pode refletir tanto a ausência total das práticas avaliadas, quanto limitações metodológicas, como dificuldades no preenchimento do questionário ou desconhecimento dos responsáveis municipais sobre os itens abordados. Independentemente da explicação, o resultado sugere que, em muitos municípios, a dimensão tecnológica ainda não ocupa espaço relevante na agenda pública.

A distribuição das respostas às perguntas que compuseram o Índice de Maturidade Tecnológica evidencia a limitação generalizada do uso de ferramentas digitais e bases de dados no planejamento ambiental municipal. Em todas as variáveis analisadas, a maioria dos municípios respondeu negativamente, indicando a baixa incorporação de tecnologias de monitoramento e gestão. Apenas 14 municípios afirmaram acompanhar a temperatura da superfície terrestre com foco na mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, e menos de 15% consideram as ilhas de calor em seus planos de

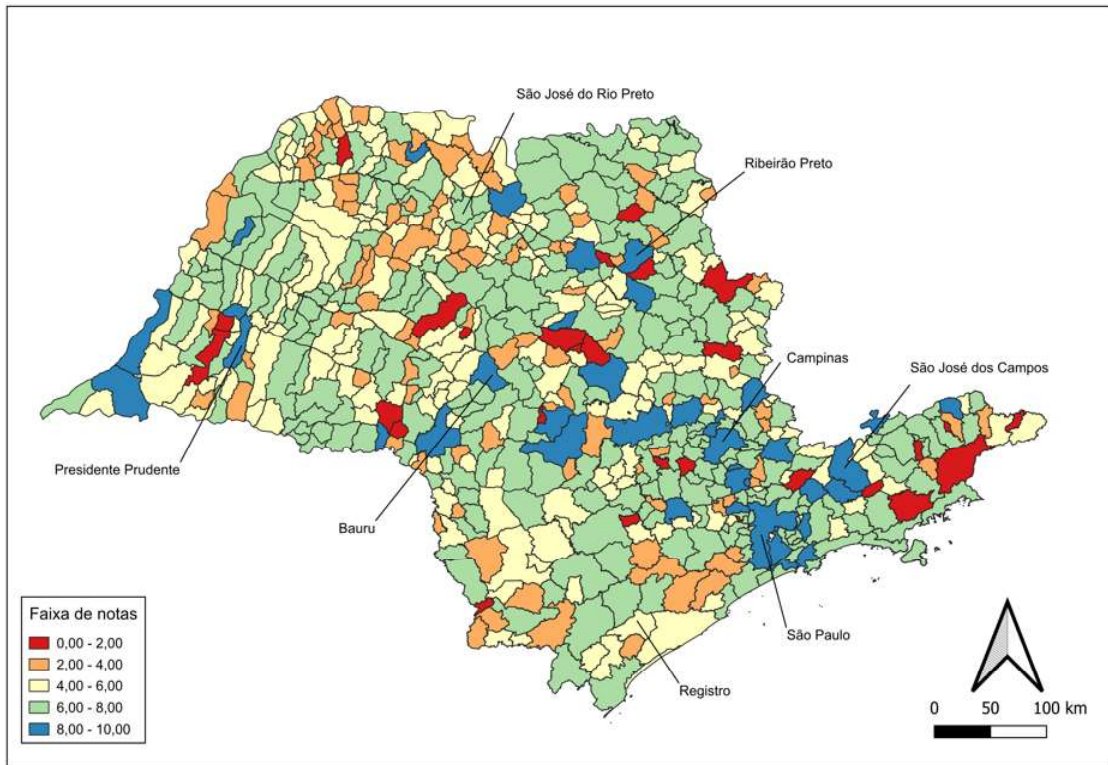
arborização. A inclusão de critérios de desigualdade socioespacial na arborização aparece em 95 municípios, representando um avanço relativo nesse aspecto. O uso de dados socioeconômicos e de infraestrutura básica no planejamento de áreas verdes ainda é raro (23 respostas positivas), assim como a existência de bases georreferenciadas atualizadas para praças, parques e áreas verdes (54 respostas positivas). Esse cenário revela um estágio incipiente de integração tecnológica nas políticas ambientais locais, sugerindo que a ausência de instrumentos de informação limita a capacidade dos municípios de diagnosticar vulnerabilidades, planejar ações adaptativas e monitorar resultados de forma sistemática.

Além disso, a baixa adesão ao questionário (apenas 202 respostas entre os 645 municípios do Estado de São Paulo) deve ser considerada na interpretação dos resultados. É razoável supor que os municípios que se engajaram no preenchimento são justamente aqueles com maior organização administrativa ou interesse no tema. Assim, a realidade geral pode ser ainda mais desfavorável do que a apresentada pelos dados da amostra.

5.3 Distribuição e relação entre Maturidades

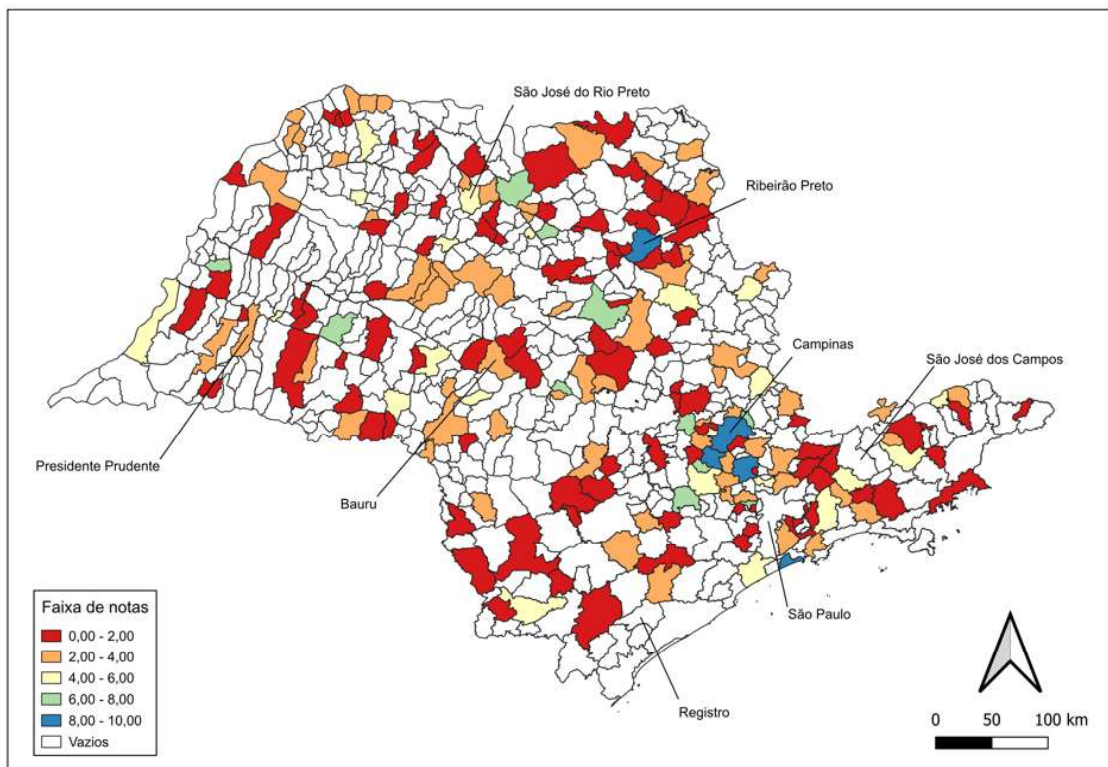
A aplicação dos índices aos municípios paulistas evidenciou uma distribuição heterogênea, conforme evidenciado nas Figuras 07 e 08. De forma geral, os municípios localizados no Cone Leste Paulista apresentam níveis de maturidade superiores ao restante do estado. Grande parte dos municípios da região alcançou notas de maturidade ambiental superiores a 7,0 pontos, com destaque para Campinas (8,2), São José dos Campos (8,7) e São Paulo (8,6), somado a isso 3 dos 5 municípios com maturidade tecnológica acima de 8,0 pontos (Campinas, Indaiatuba e Jundiaí) estão presentes na região. Essa concentração territorial de desempenhos elevados sugere que as maturidades não se distribuem de forma homogênea, mas sim como reflexo de uma combinação de fatores históricos, econômicos e institucionais, analisados posteriormente nesta seção, que estruturam a capacidade de governança ambiental e tecnológica dessa região.

Figura 09: Faixa de maturidade ambiental dos municípios do estado de São Paulo



Fonte: Autores (2025)

Figura 10: Faixa de maturidade tecnológica dos municípios do estado de São Paulo



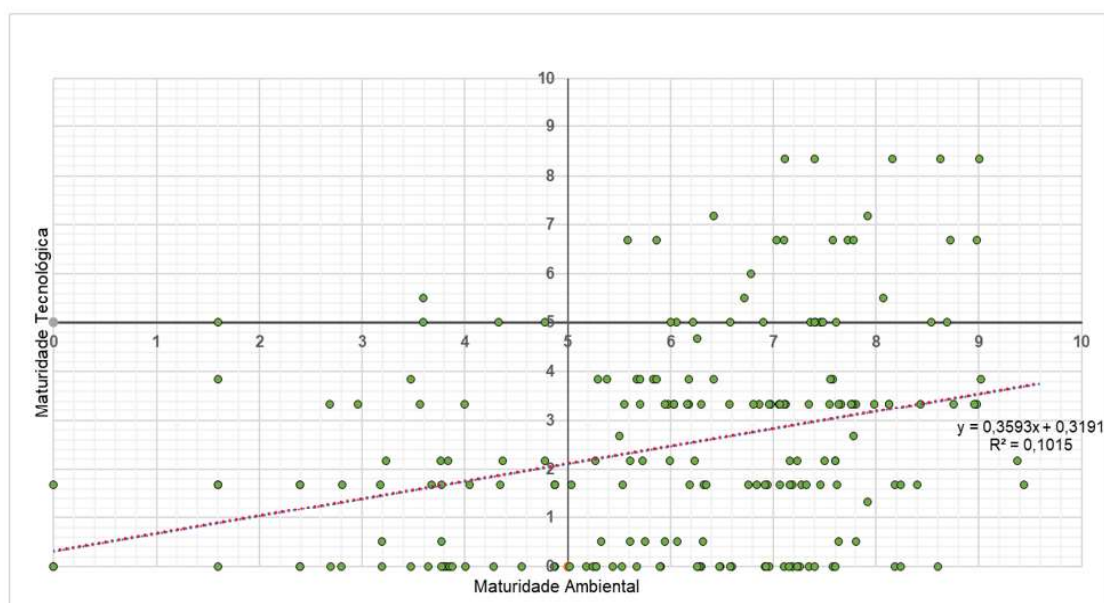
Fonte: Autores (2025)

Para compreender a relação entre as duas dimensões avaliadas — maturidade ambiental e maturidade tecnológica — foi elaborado um gráfico de dispersão, em que cada ponto representa um município. No eixo horizontal (x), estão as notas de maturidade ambiental, enquanto no eixo vertical (y) aparecem as notas de maturidade tecnológica. A partir dos dados coletados, foram excluídos os municípios que não responderam ao questionário tecnológico, de forma a não distorcer os resultados. Além disso, foi ajustada uma reta de regressão linear simples, permitindo identificar a direção e a intensidade da associação entre as variáveis.

O gráfico da Figura 09 mostra uma dispersão relativamente ampla dos municípios, sem concentração linear evidente, mas com um padrão sutil de crescimento: conforme aumentam as notas de maturidade ambiental, observa-se uma tendência de acréscimo, ainda que modesto, nas notas de maturidade tecnológica. A linha de regressão confirma esse movimento, ainda que o valor de R^2 (0,10) aponte para uma baixa capacidade explicativa. Ou seja, existe uma correlação positiva, mas fraca, entre as duas dimensões.

A equação obtida ($y = 0,3593x + 0,3191$) sugere que, em média, um ponto adicional na maturidade ambiental corresponde a um acréscimo de 0,36 pontos na maturidade tecnológica. Contudo, a baixa magnitude do coeficiente de determinação reforça que a relação não é determinística: muitos municípios apresentam desempenhos destoantes, demonstrando que maturidade ambiental e tecnológica podem evoluir em ritmos diferentes. Esse achado reforça a tese do trabalho de que ambas as dimensões precisam ser consideradas conjuntamente para garantir maior robustez na maturidade municipal de enfrentar desafios climáticos.

Figura 11: Relação entre as notas de Maturidade



Fonte: Autores (2025)

Dos 645 municípios do estado de São Paulo, 32 (16%) se posicionam no quadrante superior direito do gráfico indicando tanto uma estrutura administrativa e institucional consolidada na área ambiental quanto suporte tecnológico adequado. Esse grupo representa os casos mais promissores para a implementação de políticas climáticas integradas, já que possuem condições de formular estratégias baseadas em dados locais e, ao mesmo tempo, capacidade técnica para monitorar resultados e ajustar medidas. Podem servir como referências regionais ou exemplos de boas práticas.

Na extremidade oposta, os 47 municípios (23%) situados no quadrante inferior esquerdo revelam fragilidades institucionais e tecnológicas simultaneamente. Esses casos merecem maior atenção, pois representam cenários de vulnerabilidade: mesmo que haja demandas locais relacionadas a mudanças climáticas, faltam tanto a estrutura de governança quanto a infraestrutura tecnológica para transformar planos em ações concretas. Aqui, há risco de políticas fragmentadas ou mesmo ineficazes.

O quadrante inferior direito, é formado por 118 municípios (58%) que, embora tenham estabelecido estruturas administrativas ou conselhos ambientais atuantes, ainda não dispõem de suporte tecnológico equivalente. São cenários em que existe vontade institucional, mas a ausência de ferramentas e infraestrutura pode comprometer o monitoramento, a avaliação e a efetividade das ações. Políticas nessas localidades tendem a depender de dados externos ou de soluções improvisadas, o que limita a sustentabilidade das iniciativas.

Mais raros no conjunto analisado, os 5 municípios (2%) do quadrante superior esquerdo apresentam relativa capacidade tecnológica sem que isso esteja acompanhado de arranjos institucionais sólidos. Esse perfil pode ser explicado por fatores como projetos pontuais, financiamentos externos ou apoio técnico de universidades e ONGs, que proporcionam infraestrutura sem que haja, necessariamente, uma consolidação institucional interna. Embora interessantes, esses casos podem sofrer com a descontinuidade de ações na ausência de políticas locais robustas.

5.4 Fatores condicionantes

A análise conjunta das maturidades Ambiental e Tecnológica também evidencia que ambas guardam uma estreita e direta relação com o porte populacional dos municípios paulistas, conforme exposto na Tabela 05. De modo geral, municípios de maior população apresentam desempenho mais elevado nos dois índices, ao passo que os municípios de pequeno porte tendem a concentrar as menores notas. Esse padrão sugere que a dimensão demográfica funciona como um condicionante relevante para a estruturação de capacidades institucionais relacionadas à agenda climática.

Tabela 05: Média de maturidade ambiental e tecnológica por faixa populacional da pesquisa MUNIC

| Faixa Populacional | Quantidade de municípios | Média de Maturidade Ambiental | Média de Maturidade Tecnológica |
|------------------------------|--------------------------|-------------------------------|---------------------------------|
| Até 5000 habitantes | 142 | 4,91 | 1,92 |
| 5001 até 10000 habitantes | 123 | 4,91 | 1,58 |
| 10001 até 20000 habitantes | 120 | 5,22 | 2,15 |
| 20001 até 50000 habitantes | 119 | 6,04 | 2,16 |
| 50001 até 100000 habitantes | 60 | 6,85 | 2,77 |
| 100001 até 500000 habitantes | 72 | 7,17 | 3,61 |
| Mais que 500000 habitantes | 9 | 8,27 | 5,67 |

Fonte: Autores (2025)

No recorte da Maturidade Ambiental, municípios com até 10 mil habitantes registraram média de 4,91 pontos. Para aqueles entre 10 e 20 mil habitantes, a média sobe para 5,2, ainda relativamente modesta, mas já evidenciando maior presença de instrumentos de gestão ambiental. À medida que a população cresce, observa-se aumento contínuo das médias: entre 20 e 50 mil habitantes, a média atinge 6,04, e entre 50 e 100 mil habitantes, 6,85. Nessas faixas, observa-se uma transição para níveis mais altos de institucionalização ambiental, o que pode ser explicado pelo fortalecimento da burocracia local e pela maior cobrança da sociedade civil. Nas faixas superiores, os resultados são ainda mais expressivos: os municípios entre 100 mil e 500 mil habitantes apresentam média de 7,17, enquanto os nove municípios acima de 500 mil habitantes atingem média de 8,27, configurando o grupo com maior maturidade ambiental do estado.

Dinâmica semelhante é observada no índice de Maturidade Tecnológica. Os municípios menores concentram a média mais baixa, inferior a 2,0 pontos, os municípios entre 10 e 100 mil habitantes apresentam médias entre 2,0 e 3,0 pontos. Nas faixas superiores, as médias, apesar de ainda baixas quando comparadas à Maturidade Ambiental, são maiores: os municípios entre 100 mil e 500 mil habitantes apresentam média de 3,61, enquanto os municípios acima de 500 mil habitantes atingem média de 5,67. Esse padrão indica que, além de maior infraestrutura institucional, os municípios de maior porte tendem a investir mais em sistemas tecnológicos voltados para o monitoramento e a gestão ambiental, o que inclui o uso de bases de dados georreferenciadas e diagnósticos mais completos de risco climático.

Essa progressão revela uma clara correlação positiva entre população e maturidade. Municípios maiores tendem a contar com secretarias ou departamentos exclusivos para o meio ambiente, equipes técnicas especializadas e orçamentos mais robustos, o que viabiliza a criação de políticas estáveis, como fundos ambientais, conselhos ativos e instrumentos de monitoramento. Além disso, enfrentam pressões ambientais mais

intensas (expansão urbana, poluição industrial, riscos climáticos), que frequentemente demandam uma resposta mais estruturada e permanente do poder público.

Arretche (1999) destaca que municípios maiores tendem a dispor de maior arrecadação própria, além de maior capacidade de captar recursos intergovernamentais, o que lhes permite investir em equipes técnicas e em políticas públicas mais especializadas. No campo ambiental, isso se traduz na criação de secretarias exclusivas, na elaboração de planos e na constituição de conselhos e fundos municipais. Além da dimensão financeira, há também a questão da complexidade socioambiental. Municípios maiores tendem a enfrentar desafios mais intensos relacionados à poluição atmosférica, uso do solo, pressão imobiliária e mudanças climáticas, o que gera maior cobrança da sociedade civil e do sistema de justiça para respostas estruturadas. Em contrapartida, municípios pequenos frequentemente priorizam demandas básicas (saúde, educação, saneamento) em detrimento da agenda ambiental, que acaba dependendo de lideranças pontuais ou de pressões externas.

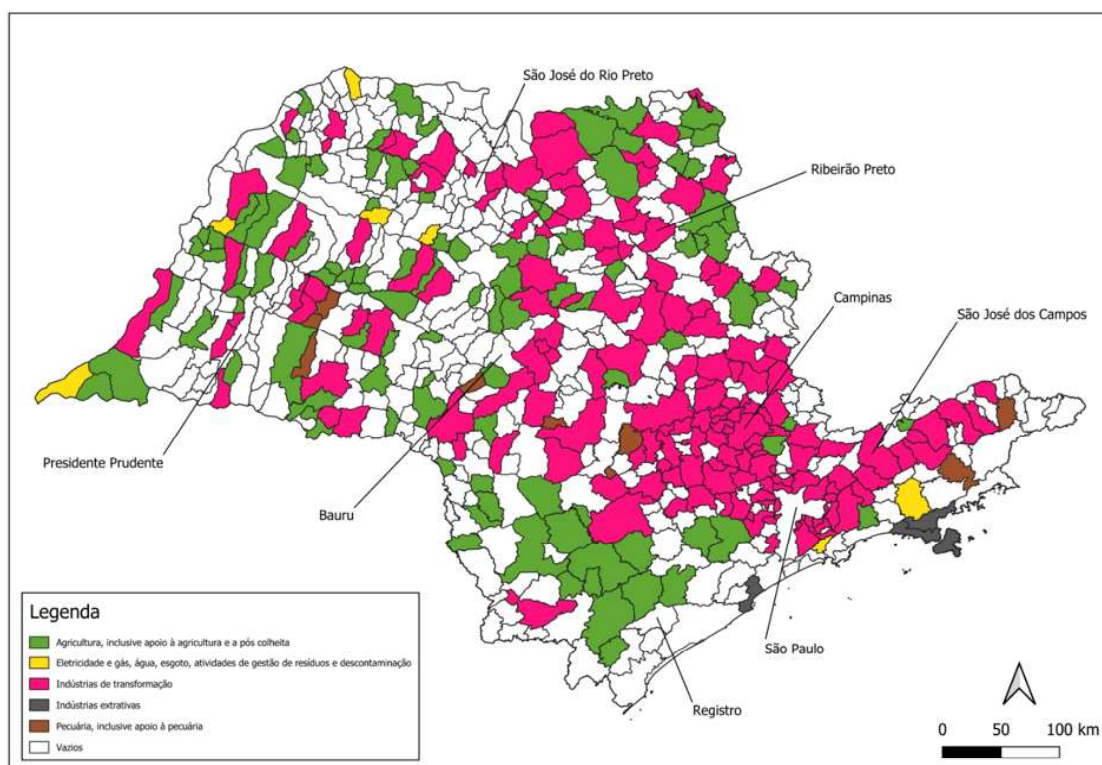
Outro ponto relevante é a maturidade acumulada ao longo do tempo. Para Putnam (1996), instituições só se consolidam quando há continuidade, aprendizado e rotinização das práticas administrativas. Municípios maiores, por possuírem burocracias mais estáveis e menor dependência de voluntarismo político, tendem a sustentar com mais consistência os instrumentos de gestão ambiental. Esse padrão foi visível nos resultados: enquanto a média dos municípios com até 10 mil habitantes ficou em 4,91 pontos, os municípios com mais de 500 mil habitantes alcançaram 8,27 pontos, revelando uma clara progressão institucional.

A heterogeneidade nas notas dentro de cada faixa populacional também chama atenção: nos municípios pequenos, o desvio-padrão das notas é maior, indicando trajetórias bastante diferentes: enquanto alguns atingem notas altas — geralmente em função de políticas pontuais ou da presença de lideranças locais engajadas — outros permanecem estagnados em patamares baixos, por ausência quase total de institucionalização. Essa variabilidade confirma que, embora o porte seja determinante, fatores contextuais como pressão da sociedade civil, atuação do Ministério Público e existência de consórcios intermunicipais também exercem papel fundamental.

Por outro lado, entre os municípios de maior população, observa-se não apenas médias mais altas, mas também menor dispersão dos resultados, o que sugere uma base de governança ambiental mais homogênea e institucionalmente consolidada.

Outra análise feita a partir da maturidade ambiental é a sua relação com a atividade econômica predominante em cada município. Abaixo são apresentados dois mapas, que apresentam os municípios com maturidade ambiental acima e abaixo da média, respectivamente, e suas respectivas atividades econômicas que mais contribuem para o PIB local.

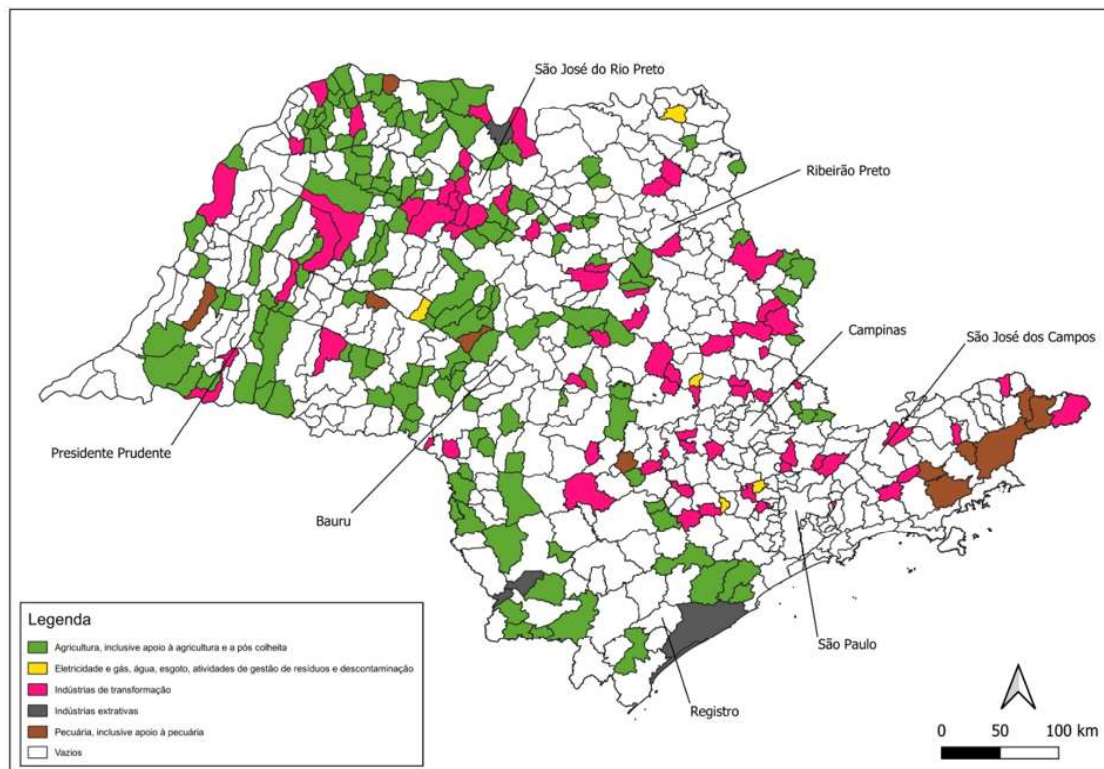
Figura 12: Atividades econômicas de municípios com maturidade ambiental acima da média



Fonte: Autores (2025)

A partir da leitura do mapa na figura 4, nota-se um predomínio de duas atividades econômicas: Agricultura e Indústria de transformação, contendo, respectivamente, 109 e 163 municípios cada. Os municípios industriais se sobressaem em quantidade em relação aos municípios agrícolas e são predominantes na região leste do estado, tendo Botucatu obtendo a maior nota, 9,59, e Ariranha e Alfredo Marcondes com as notas mais baixas, ambos com 5,70. A média obtida considerando esses municípios industriais é de, aproximadamente, 7,30. Já os municípios agrícolas possuem média de 6,69, com Ibirarema como representante da maior maturidade ambiental, obtendo 9,44, e Getulina com a menor nota, 5,67.

Figura 13: Atividades econômicas de municípios com maturidade ambiental abaixo da média

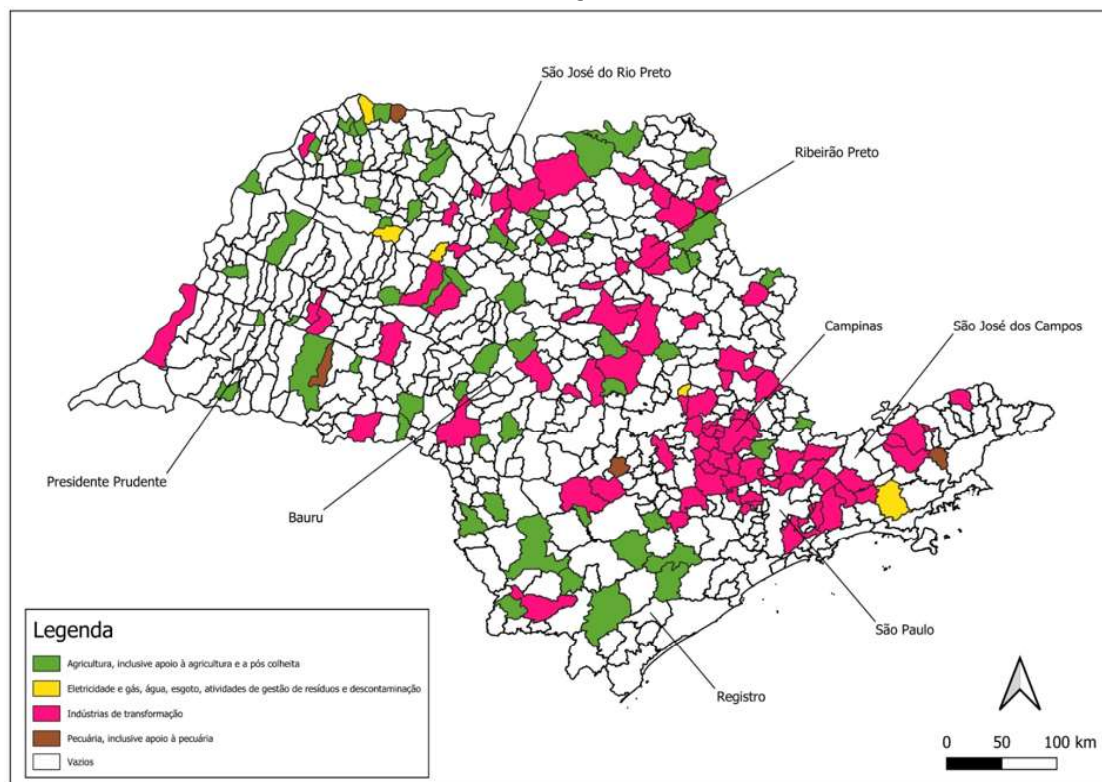


Fonte: Autores (2025)

Por outro lado, entre os municípios com maturidade ambiental abaixo da média, a atividade agrícola predomina principalmente na região central e oeste do estado, como mostra o mapa da figura 11, totalizando 155 municípios. O município Cássia de Coqueiros foi o que apresentou a maior nota, 5,64, enquanto Boa Esperança do Sul, Balbinos e Ribeirão Bonito zeraram em todos os critérios adotados na maturidade ambiental. A média obtida para esses municípios foi de 4,00. Por outro lado, a atividade industrial totaliza apenas 72 municípios, menos da metade dos municípios agrícolas abaixo da média, com média de 3,85 e tendo Mirassolândia com a maior nota, 5,64 e Elias Fausto, Roseira e Estrela d'Oeste com as menores notas, 0,00.

Quanto à maturidade tecnológica, por ter obtido menos respostas, não foi considerada a média.

Figura 14: Atividades econômicas predominantes nos municípios que responderam à maturidade tecnológica



Fonte: Autores (2025)

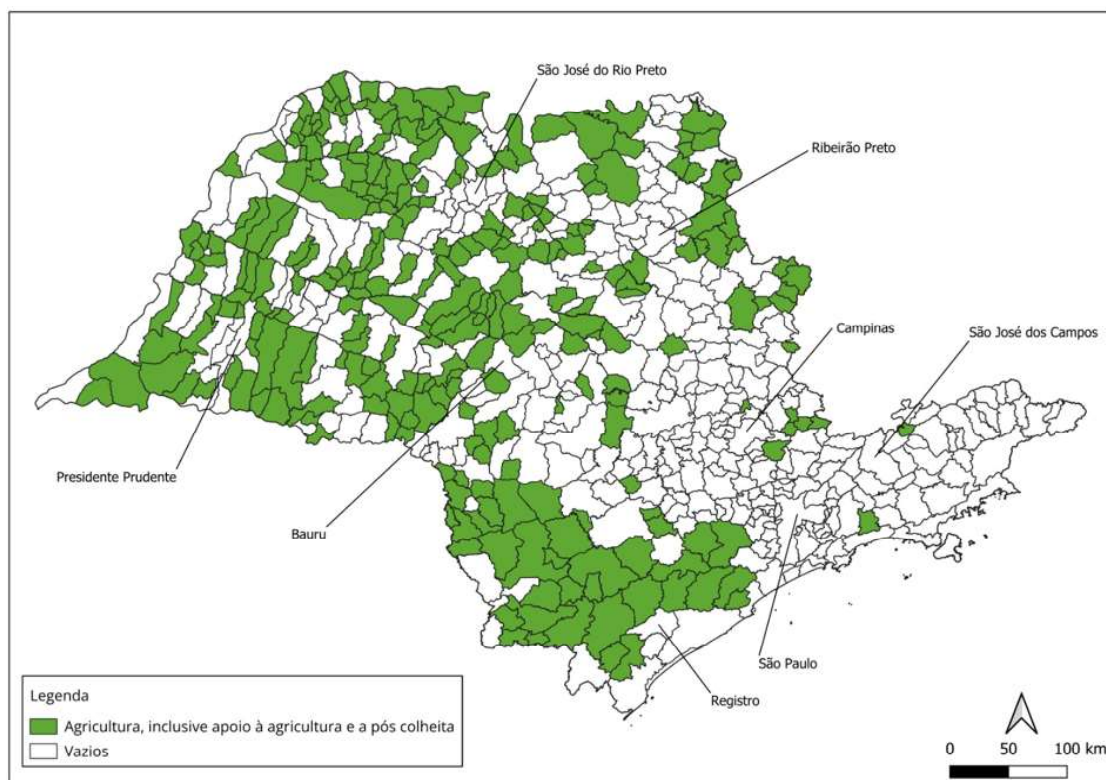
Os resultados mostram que 88 municípios têm a indústria como principal atividade local enquanto 60 municípios têm a agricultura. Dos 88 municípios industriais, 18 obtiveram nota 0,00, resultando em uma média final de 3,36, enquanto 20 dos 60 municípios agrícolas obtiveram a mesma nota, resultando em uma média final de 2,13.

Esse predomínio de municípios agrícolas com as maturidades ambiental e tecnológica abaixo da média revela um ponto importante relacionado à fragilidade ambiental nos setores primário - também evidenciado pela diferença das médias, indicando que os municípios industriais são mais maduros que os agrícolas .

A emissão de gases de efeito estufa (GEE) é outro indicador que demonstra tal fragilidade ambiental. O levantamento anual de GEE, feito pelo Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases Efeito Estufa (SEEG) é um importante indicador para a análise entre o setor econômico e a maturidade ambiental. De acordo com o levantamento de emissão de gases de efeito estufa do SEEG em 2022, o setor agrícola emitiu 12.445.816 toneladas de CO_{2e}, enquanto o setor industrial 3.919.582 toneladas de CO_{2e}. Esses dados indicam que a agricultura é substancialmente mais impactante que o setor industrial, e que há a necessidade da aplicação de políticas públicas, incluindo o monitoramento de GEE com elaboração de inventários e relatórios, muitas vezes negligenciados pela falta de uma administração decente, dado que foi levantado por Sani (2022) que revela que apenas 24% dos municípios de São Paulo possuem secretaria de meio ambiente exclusiva.

Dessa forma, para uma análise mais crítica sobre as estruturas administrativas dos municípios agrícolas, o mapa da figura 6 destaca os municípios que possuem a atividade agrícola como uma entre as três atividades de maior valor bruto do município, segundo a base de dados do Produto Interno Bruto (PIB) 2010 - 2021, somando, ao todo, 273 municípios nesse grupo.

Figura 15: Municípios com atividade agrícola no Top 3 do Valor Bruto da Produção



Fonte: Autores (2025)

A estruturação da secretaria de meio ambiente desses municípios divide-se conforme mostra a Tabela 06:

Tabela 06: Classificação das secretarias de meio ambiente de municípios agrícolas

| Estrutura | Total de municípios |
|---|---------------------|
| Setor subordinado a outra secretaria | 14 |
| Não possui estrutura | 30 |
| Secretaria em conjunto com outras políticas setoriais | 103 |
| Secretaria exclusiva | 49 |
| Setor subordinado diretamente à chefia do Executivo | 76 |
| Órgão da administração indireta | 1 |

Fonte: Autores (2025)

A Tabela 06 indica que apenas 18% dos municípios agrícolas possuem secretaria de meio ambiente exclusiva (49), o que representa 31% do total de municípios com a estrutura exclusiva (156). Por outro lado, 11% dos municípios não possuem qualquer estrutura, 5% possuem subordinação de outra secretaria, como os casos de Piedade e Tuiuti, 38% possuem secretarias conjugadas a outros setores, 28% estão diretamente subordinadas à chefia do poder executivo e apenas o município de Cajobi possui administração indireta. A baixa quantidade de secretarias independentes em termos administrativos e financeiros é um indicador importante que destaca a fragilidade ambiental desses municípios.

Esse último indicador justifica a contradição que existe entre a grande quantidade de municípios agrícolas e a baixa média da maturidade ambiental, uma vez que deveria haver uma infraestrutura capacitada para zonedar e planejar as áreas a serem destinadas para a atividade, um controle mais eficiente com fiscalização de emissões de gases estufa e elaboração de planos para mudanças climáticas. A presença de órgãos dedicados ao meio ambiente são fundamentais para a centralização de atividades de gestão ambiental e pela fiscalização de atividades potencialmente degradantes da qualidade ambiental através da execução de programas e projetos (ÁVILA et al, 2012).

O COMDEMA é outra peça chave no enfrentamento dos interesses econômicos do setor agrícola. Através de reuniões com a participação de representantes da administração municipal, estadual, legislativo e da sociedade civil, principalmente, que são apontadas melhorias, sugestão de novas leis e regulamentação das já existentes, procedimentos de licenciamento local e monitoramento de recursos naturais. (ÁVILA, et al 2012). Portanto, a importância do COMDEMA está, sobretudo, na participação da sociedade nas tomadas de decisão, principalmente nos conselhos de caráter consultivo ou deliberativo, em que há uma descentralização na administração pública do município, favorecendo possibilidades de parcerias, com participações efetivas e decisões justas e democráticas (ANAMMA, 1999, p.42, apud ÁVILA, et al 2012).

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os resultados obtidos para as maturidades ambiental e tecnológica demonstram a fragilidade ambiental em grande parte dos municípios do estado de São Paulo, reflexo da defasagem estrutural do órgão ambiental em uma porção de municípios como visto na tabela 03, com a ausência de um órgão exclusivo ou mesmo a inexistência do mesmo, e da falta de participação social em determinados conselhos de meio ambiente, como visto na tabela 04, em que há predominância de membros governamentais.

Além disso, os resultados evidenciam que as maturidades são condicionadas por fatores como população e atividade econômica predominante, sugerindo a implementação e execução de planos de ação com o objetivo de mitigar os impactos desses fatores, melhorando a qualidade de vida e ambiental.

Municípios menores, por apresentarem, em geral, resultados menos satisfatórios que municípios mais populosos, necessitam de planos de ação voltados à melhoria das estruturas administrativas e arrecadação de fundos para a obtenção de tecnologias. Já nos casos dos municípios cuja atividade econômica predominante é agrícola, o ponto chave é o aprimoramento do órgão municipal, de forma que seja possível a aplicação de políticas públicas voltadas ao meio ambiente, e uma reestruturação do setor, visto que apenas 18% dos municípios agrícolas possuem um órgão ambiental exclusivo.

A partir dessa interpretação, é possível visualizar pontos de melhoria, tornando o processo de tomadas de decisão mais participativo entre governo e sociedade, e também um órgão de meio ambiente mais eficiente, que proteja o bem estar social e o meio ambiente.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ABERS, R. N.; KECK, M. E. *Practical Authority: Agency and Institutional Change in Brazilian Water Politics*. Oxford: Oxford University Press, 2017.

ACSELRAD, H. *Justiça Ambiental e Construção Social do Risco*. Rio de Janeiro: Relume Dumará, 2001.

ANDERIES, John M.; JANSSEN, Marco A.; OSTROM, Elinor. A Framework to Analyze the Robustness of Social-ecological Systems from an Institutional Perspective. *Ecology and Society*, v. 9, n. 1, p. 1-17, Jun. 2004.

ARRETCHE, M. *Políticas sociais no Brasil: descentralização em um Estado federativo*. *Revista Brasileira de Ciências Sociais*, v. 14, n. 40, p. 111-141, 1999.

ÁVILA, R.D., MALHEIROS, T.F. *O Sistema Municipal de Meio Ambiente no Brasil: avanços e desafios*, 2012.

BRASIL. *Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC): Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009*. Diário Oficial da União, Brasília, DF, 2009.

BRASIL. *Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA)*. Brasília, DF: Ministério do Meio Ambiente, 2016.

CASTELLS, Manuel; CARDOSO, Gustavo (orgs.). *A sociedade em rede: do conhecimento à acção política*. Lisboa: Imprensa Nacional – Casa da Moeda, 2005.

COIMBRA, Marcos. *Dimensões para um modelo de avaliação de maturidade em gestão por processos na administração pública*. 2016. Trabalho de Conclusão de Curso (Especialização em Gestão Pública) – [Instituição], Brasília, DF, 2016.

CONFALONIERI, Ulisses E. C.; MARINHO, Diana P. *Mudança Climática Global e Saúde: Perspectivas para o Brasil*. Brasília/Rio de Janeiro: DCB/ENSP/Fiocruz, 2007.

DIAS DA SILVA, Lorena de Cássia. *Diagnóstico do sistema municipal de meio ambiente em médios e pequenos municípios brasileiros*. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão Ambiental) – Faculdade UnB Planaltina, Universidade de Brasília, Brasília, 2023.

ESCOBAR, Herton. Dados comprovam aumento de eventos climáticos extremos em São Paulo. *Jornal da USP*, 21 fev. 2020. Disponível em: <https://jornal.usp.br/ciencias/ciencias-ambientais/dados-comprovam-aumento-de-eventos-climaticos-extremos-em-sao-paulo/>. Acesso em: 29 out. 2025.

HOWARD, Guy; CALOW, Roger; MACDONALD, Alan; BARTRAM, Jamie. *Climate Change and Water and Sanitation: Likely Impacts and Emerging Trends for Action*. 2016.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Estimativas da população residente no Brasil e unidades da federação com data de referência em 1º de julho de 2024*. Rio de Janeiro: Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Indicadores de Desenvolvimento Sustentável – IDS 2024*. Rio de Janeiro: IBGE, 2024.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. *Pesquisa de Informações Básicas Municipais – MUNIC 2020*. Rio de Janeiro: IBGE, 2020. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/educacao/10586-pesquisa-de-informacoes-basicas-municipais.html?=&t=sobre>. Acesso em 05 fev. 2025

IPCC. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Cambridge University Press, 2022.

IPCC. Sections. In: LEE, H.; ROMERO, J. (eds.). *Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change*. Geneva, Switzerland: IPCC, 2023. p. 35-115. doi: 10.59327/IPCC/AR6-9789291691647.

JACOBI, P. R. *Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade*. *Cadernos de Pesquisa*, São Paulo, n. 118, p. 189–205, 2003.

JACOBI, Pedro R.; MONTEIRO, Fernando. *Social capital and institutional performance: methodological and theoretical discussion on the water basin committees in Metropolitan São Paulo – Brazil*. *Ambiente & Sociedade*, Campinas, v. 9, n. 2, p. 1-18, 2006.

KITCHIN, R. *The Data Revolution: Big Data, Open Data, Data Infrastructures and Their Consequences*. London: SAGE Publications, 2014.

MAPBIOMAS. *Relatório Anual do Fogo 2024*. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/mapbiomas-fogo/>. Acesso em: 01 out. 2025.

MEIJER, A.; BOLÍVAR, M. P. R. Governing the smart city: A review of the literature on smart urban governance. *International Review of Administrative Sciences*, v. 82, n. 2, p. 392–408, 2016.

NICOLODI, João Luiz; PETERMANN, Rafael Mueller. *Mudanças climáticas e a vulnerabilidade da zona costeira do Brasil: aspectos ambientais, sociais e tecnológicos*. *Revista de Gestão Costeira Integrada – Journal of Integrated Coastal Zone Management*, Lisboa, v. 10, n. 2, p. 151-177, 2010.

NOBRE, Carlos A.; MARENGO, José A. (orgs.). *Mudanças Climáticas em Rede: um olhar interdisciplinar – contribuições do Instituto Nacional de Ciência e Tecnologia*

para Mudanças Climáticas. São José dos Campos: INCT para Mudanças Climáticas, 2017.

ORGANIZAÇÃO PARA A COOPERAÇÃO E DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO (OCDE). *A caminho da era digital no Brasil*. Paris: OECD Publishing, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1787/45a84b29-pt>. Acesso em: 16 out. 2025.

PARMESAN, Camille; MORECROFT, Mike D.; TRISURAT, Yongyut; MEZZI, Dalila. *Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability*. Research Report. GIEC; IPCC, 2022.

PBMC – PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. *Sumário executivo: impactos, vulnerabilidades e adaptação. Contribuição do Grupo de Trabalho 2 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas*. Brasília: PBMC, 2016.

PBMC – PAINEL BRASILEIRO DE MUDANÇAS CLIMÁTICAS. *Mudança do clima no Brasil: síntese atualizada e perspectivas para decisões estratégicas*. Brasília: PBMC, 2024.

PHILIPPI JUNIOR, Arlindo e MAGLIO, Ivan Carlos. *Municípios e meio ambiente: perspectivas para a municipalização da gestão ambiental no Brasil*. São Paulo: Associação Nacional de Municípios e Meio Ambiente, 1999

PUTNAM, Robert D. Capital social e desempenho institucional. In: PUTNAM, Robert D. *Comunidade e democracia: a experiência da Itália moderna*. Rio de Janeiro: Fundação Getúlio Vargas, 1996. cap. 6, p. 172-195.

RODRIGUES, Cecília Barreto; OLIVEIRA, Marcio Regys Rabelo de; LIMA, Patrícia Verônica Pinheiro Sales; CASIMIRO FILHO, Francisco. Instrumentos de gestão ambiental em municípios do semiárido brasileiro. *Revista Brasileira de Gestão Ambiental e Sustentabilidade*, v. 3, n. 5, p. 101-112, 2016. DOI: 10.21438/rbgas.030501. Apresentado no V Congresso Brasileiro de Educação Ambiental Aplicada e Gestão Territorial, Fortaleza, 8–11 jun. 2016.

SEADE. *Produto Interno Bruto – PIB dos municípios paulistas*. São Paulo: Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados, 2023. Disponível em: <https://www.seade.gov.br>. Acesso em: 29 set. 2025.

SILVA, Lorena de Cássia Dias da. *Diagnóstico do sistema municipal de meio ambiente em médios e pequenos municípios brasileiros*. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Gestão Ambiental) — Universidade de Brasília, Faculdade UnB Planaltina, Brasília, 2023.

SONEGHET, Adriana Barcellos; SIMAN, Renato Ribeiro. *Fundos ambientais como ferramenta de gestão municipal*. 2014.

TOSATO, L.S. *A ocupação desordenada do solo urbano e seu impacto na segurança pública*. Dialética Editora, 2024.