

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICAS PÚBLICAS

**ANDREY SERGIO LIMONTA**

**ARBORIZAÇÃO URBANA E RESILIÊNCIA EM MARINGÁ:  
Mitigação de Riscos e Otimização da Resposta a Eventos Climáticos Extremos**

Maringá

2026

UNIVERSIDADE ESTADUAL DE MARINGÁ  
CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS, LETRAS E ARTES  
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS SOCIAIS  
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM POLÍTICAS PÚBLICAS

ANDREY SERGIO LIMONTA

**ARBORIZAÇÃO URBANA E RESILIÊNCIA EM MARINGÁ: Mitigação de Riscos e  
Otimização da Resposta a Eventos Climáticos Extremos**

Dissertação apresentada ao programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas do Departamento de Ciências Sociais da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial à obtenção do título de Mestre em Políticas Públicas Área de concentração: Elaboração de Políticas Públicas.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Rafael Marchezan Ferreira.

Maringá

2026

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP) (Biblioteca  
Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

L734a

Limonta, Andrey Sergio

Arborização urbana e resiliência em Maringá : mitigação de riscos e otimização da resposta a eventos climáticos extremos / Andrey Sergio Limonta. -- Maringá, PR, 2026. 61 f.

Acompanha produto: Cartilha de recomendações : diagnóstico e diretrizes para uma arborização urbana resiliente em Maringá. 22 f.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Rafael Marchezan Ferreira.

Dissertação (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Departamento de Ciências Sociais, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas - Mestrado Profissional, 2026.

1. Arborização urbana - Maringá. 2. Infraestrutura urbana - Maringá. 3. Gestão ambiental. 4. Sustentabilidade. I. Ferreira, Antonio Rafael Marchezan, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Departamento de Ciências Sociais. Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas - Mestrado Profissional. III. Título.

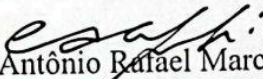
CDD 23.ed. 363.7

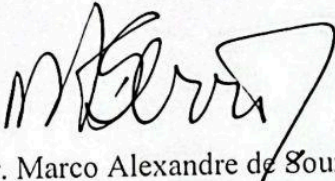
ANDREY SERGIO LIMONTA


**ARBORIZAÇÃO URBANA E RESILIÊNCIA EM MARINGÁ: Mitigação  
de Riscos e Otimização da Resposta a Eventos Climáticos Extremos**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas do Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes da Universidade Estadual de Maringá, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Políticas Públicas, avaliada pela Comissão Julgadora composta pelos membros:

COMISSÃO JULGADORA

  
Prof. Dr. Antônio Rafael Marchezan Ferreira  
(Orientador/Presidente)  
Universidade Estadual de Maringá - UEM

  
Prof. Dr. Marco Alexandre de Souza Serra  
Instituto Direitos, Pesquisas e Movimentos Sociais - IPDMS

  
Prof. Dr. Fabíola Castelo de Souza Cordovil  
Universidade Estadual de Maringá - UEM

Aprovada em: 18 de março de 2026  
Local de defesa: Bloco H-35, sala 007 da Universidade Estadual de Maringá

## **ARBORIZAÇÃO URBANA E RESILIÊNCIA EM MARINGÁ:**

### **Mitigação de Riscos e Otimização da Resposta a Eventos Climáticos Extremos**

#### **RESUMO**

A presente dissertação investiga a gestão da arborização urbana em Maringá-PR sob a ótica da resiliência e da logística humanitária, abordando o conflito entre o denso patrimônio arbóreo local e a vulnerabilidade da infraestrutura urbana perante o aumento de eventos climáticos extremos. A pesquisa parte da problemática central sobre como a administração pública mitiga riscos para construir uma cidade capaz de resistir e recuperar-se de desastres climáticos, superando a visão meramente paisagística do manejo. O objetivo geral consiste em analisar as práticas municipais de gestão para identificar fragilidades e propor estratégias de otimização da resposta e recuperação pós-desastre. Metodologicamente, o estudo realiza um diagnóstico sistêmico estruturado nos eixos tecnológico, de infraestrutura e operacional, além de uma análise comparativa com modelos de gestão de referência em Santos, São Paulo e Melbourne. Os resultados evidenciam um cenário de vulnerabilidade sistêmica caracterizado pelo silêncio das informações, fundamentado em uma base de dados obsoleta desde 2005 e em ferramentas tecnológicas que operam como repositórios estáticos. Identifica-se uma paralisia administrativa materializada no represamento de mais de 17.600 protocolos de remoção e cerca de 11.000 solicitações de poda, fruto de um modelo reativo pautado pela pressão social da Ouvidoria em detrimento de critérios técnicos preventivos. O sucateamento do Viveiro Municipal e a carência de equipamentos de precisão surgem como barreiras operacionais que impedem a renovação planejada do dossel. Conclui-se que Maringá padece de uma dependência de trajetória, onde a gestão estagnada falha em tratar a arborização como infraestrutura crítica, exigindo a transição urgente para um monitoramento preditivo e uma governança integrada. A pesquisa contribui com propostas de modernização, incluindo o uso de tecnologia LiDAR e a institucionalização de um comitê de crise unificado, culminando na elaboração de uma cartilha de recomendações técnicas voltada ao fortalecimento da capacidade adaptativa e da segurança pública do município.

**Palavras-Chave:** Arborização Urbana; Resiliência; Gestão de Riscos; Logística Humanitária; Maringá.

**URBAN ARBORIZATION AND RESILIENCE IN MARINGÁ:  
Risk Mitigation and Optimization of Response to Extreme Climate Events**

**ABSTRACT**

This dissertation investigates urban arborization management in Maringá-PR from the perspective of resilience and humanitarian logistics, addressing the conflict between the dense local tree heritage and the vulnerability of urban infrastructure to the increase in extreme climate events. The research stems from the central problem of how public administration mitigates risks to build a city capable of resisting and recovering from climate disasters, moving beyond a purely aesthetic view of management. The general objective is to analyze municipal management practices to identify weaknesses and propose strategies to optimize post-disaster response and recovery. Methodologically, the study carries out a systemic diagnosis structured on technological, infrastructure, and operational axes, in addition to a comparative analysis with management models from Santos, São Paulo, and Melbourne. The results show a scenario of systemic vulnerability characterized by the "silence of information," based on a database that has been obsolete since 2005 and technological tools that operate as static repositories. It identifies an administrative paralysis materialized in the backlog of more than 17,600 removal protocols and approximately 11,000 pruning requests, resulting from a reactive model guided by social pressure from the Ombudsman's office rather than preventive technical criteria. The deterioration of the Municipal Nursery and the lack of precision equipment emerge as operational barriers that prevent the planned renewal of the canopy. It is concluded that Maringá suffers from "path dependency," where stagnant management fails to treat arborization as critical infrastructure, requiring an urgent transition to predictive monitoring and integrated governance. The research contributes with modernization proposals, including the use of LiDAR technology and the institutionalization of a unified crisis committee, culminating in the development of a technical recommendation handbook aimed at strengthening the municipality's adaptive capacity and public safety.

**Key-words:** Urban Arborization; Resilience; Risk Management; Humanitarian Logistics; Maringá.

## SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO.....</b>                               | <b>6</b>  |
| 1.1. Contextualização Geral.....                                 | 6         |
| 1.2. Problema de Pesquisa e Justificativa.....                   | 7         |
| 1.3. Objetivos.....  | 9         |
| <b>CAPÍTULO II: REFERENCIAL TEÓRICO.....</b>                     | <b>11</b> |
| 2.1. Cidades Resilientes.....                                    | 11        |
| 2.2. Gestão de Riscos e Desastres.....                           | 13        |
| 2.3. Arborização Urbana e Serviços Ecosistêmicos.....            | 15        |
| <b>CAPÍTULO III: CONTEXTUALIZAÇÃO DE MARINGÁ.....</b>            | <b>18</b> |
| 3.1. Desenvolvimento Urbano e Ambiental.....                     | 18        |
| 3.2. Gestão da Arborização Urbana em Maringá.....                | 21        |
| 3.3. Políticas Públicas e Legislação.....                        | 26        |
| 3.4. Vulnerabilidades e Riscos Climáticos em Maringá.....        | 28        |
| 3.5. Estratégias de Resiliência em Municípios de Referência..... | 33        |
| <b>CAPÍTULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÃO.....</b>                  | <b>39</b> |
| 4.1. Diagnóstico da Arborização Urbana de Maringá.....           | 39        |
| 4.2. Análise Crítica.....  | 44        |
| 4.3. Propostas de Aperfeiçoamento e Recomendações.....           | 49        |
| <b>CAPÍTULO V: CONSIDERAÇÕES FINAIS.....</b>                     | <b>55</b> |
| 5.1. Síntese dos Principais Achados.....                         | 55        |
| 5.2. Contribuições da Pesquisa.....                              | 57        |
| <b>REFERÊNCIAS.....</b>  | <b>58</b> |
| <b>ANEXO: PRODUTO TÉCNICO-TECNOLÓGICO.....</b>                   | <b>60</b> |

## CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO

### 1.1. Contextualização Geral

O cenário urbano contemporâneo é marcado por desafios complexos e interconectados, exigindo novas abordagens para o planejamento e a gestão das cidades. No Brasil, um país que se caracteriza pela urbanização acelerada e realidades diversas entre seus territórios, a busca por modelos de desenvolvimento urbano mais sustentáveis e seguros se torna tema de importância relevante. Nesse contexto, a cidade de Maringá, localizada no Noroeste do Paraná, emerge como um caso de estudo notável. Distinguindo-se de muitos processos de urbanização espontâneos no país, a concepção de Maringá foi planejada e executada pela Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (CMNP) na década de 1940. Seu traçado urbano, com avenidas largas, canteiros centrais arborizados e a presença marcante de áreas verdes, retrata visões urbanísticas que, desde sua origem, buscaram integrar o ambiente construído ao natural, conferindo uma identidade própria, baseada no ideal de "cidade-jardim".

Contudo, mesmo sendo uma cidade planejada e reconhecida por seus atributos ambientais, Maringá não está imune aos desafios globais do século XXI. O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC), em seu mais recente relatório, reitera a influência humana no aquecimento do planeta e alerta para a crescente frequência e intensidade de eventos climáticos extremos, como ondas de calor, precipitações intensas, secas e ciclones tropicais. As áreas urbanas, que concentram população, infraestrutura e atividades econômicas, são particularmente vulneráveis a esses eventos, sofrendo grandes impactos, que vão desde danos materiais e interrupção de serviços essenciais até perdas de vidas humanas (IPCC, 2023).

Nesse cenário de crescente exposição urbana a eventos climáticos extremos, a capacidade de gerenciar as consequências desses desastres torna-se um fator crucial para a segurança e bem-estar das populações. É neste cenário que se insere a Logística Humanitária<sup>1</sup>, campo dedicado a aliviar o sofrimento de populações

---

<sup>1</sup> Entende-se por Logística Humanitária (LH) o ramo da logística focado no planejamento, execução e controle de todas as operações relacionadas ao suprimento de bens e serviços essenciais para populações em situação de vulnerabilidade, especialmente em contextos de desastres ou crises.

afetadas por crises. A intensificação de desastres relacionados ao clima confere a esta área uma relevância ainda maior, exigindo abordagens que contemplem todo o ciclo de gestão de desastres, incluindo as fases cruciais de preparação, resposta e reconstrução.

Diante dessa realidade, o conceito de cidades resilientes ganha proeminência. Uma cidade resiliente é aquela capaz de resistir, absorver, adaptar-se e recuperar-se dos efeitos de um evento adverso, especialmente os relacionados ao clima, de maneira eficiente e em tempo hábil, garantindo a preservação de suas funções essenciais, estruturas e identidade (UNDRR, 2012). A construção dessa resiliência envolve múltiplos fatores, incluindo planejamento urbano integrado, infraestrutura robusta, coesão social e, crucialmente, a gestão dos ecossistemas urbanos. Nesse âmbito, a arborização urbana, desempenha um papel multifuncional. As árvores em ambiente urbano fornecem serviços ecossistêmicos essenciais, como a regulação do microclima, a melhoria da qualidade do ar, a gestão das águas pluviais e o sequestro de carbono, além de benefícios sociais e estéticos (Nowak et al., 2017; Roy et al., 2012). Em um contexto de mudanças climáticas, esses serviços tornam-se ainda mais valiosos como estratégias de adaptação, contribuindo potencialmente para a resiliência urbana.

## 1.2. Problema de Pesquisa e Justificativa

Apesar dos reconhecidos benefícios, a relação entre a arborização urbana e a resiliência climática é complexa e existem pontos que merecem atenção especial. Eventos climáticos extremos, como tempestades severas com ventos fortes, transformam árvores em potenciais fontes de risco. Quedas podem causar danos à infraestrutura urbana (redes elétricas, edificações, vias), danos ao patrimônio privado (veículos e residências) e, principalmente, colocam em perigo a população. Recentemente, diversas cidades brasileiras, incluindo Maringá, têm experienciado os impactos de temporais que resultam em quedas massivas de árvores. Esse fato expõe a vulnerabilidade tanto da infraestrutura urbana quanto da própria arborização. Essa dinâmica evidencia a necessidade de um planejamento estratégico e manejo adequado da arborização. Se faz necessária uma abordagem

que vá além da perspectiva puramente paisagística ou de contagem de indivíduos arbóreos, incorporando ativamente a análise de riscos e a promoção da resiliência.

No caso de Maringá, embora a cidade possua um histórico de valorização de suas áreas verdes e uma cobertura arbórea significativa, surge a questão central desta pesquisa: De que forma a administração pública lida com a arborização urbana de Maringá para mitigar os potenciais riscos proporcionados por esta? A gestão contribui efetivamente para a construção de uma cidade resiliente frente aos desafios das mudanças climáticas e eventos extremos? Existe um modelo de diagnóstico que permita avaliar essa contribuição e orientar a gestão pública nesse sentido?

Há uma lacuna no conhecimento aplicado à realidade local, especificamente na avaliação integrada da arborização sob a ótica da resiliência. Frequentemente, a gestão arbórea foca em aspectos quantitativos (número de avaliações fitossanitárias, número de árvores plantadas) ou reativos (remoções após queda, recolhimento de galhos), falhando na abordagem do sistema como um todo, deixando brechas nos princípios que tangem a logística humanitária e a prevenção de desastres.

Para fazer frente a essa problemática, a presente investigação fundamenta-se em uma abordagem qualitativa, de natureza exploratório-descritiva, adotando como procedimento técnico o estudo de caso centrado no município de Maringá-PR. A escolha por essa estratégia metodológica justifica-se pela necessidade de uma análise profunda e contextualizada sobre as especificidades do planejamento urbanístico local e as dinâmicas operacionais da gestão pública. Por meio desta lente, busca-se compreender não apenas os dados do manejo, mas as nuances institucionais e as relações de causa e efeito que moldam a resiliência da infraestrutura verde maringaense diante dos crescentes desafios climáticos

Esta pesquisa justifica-se, portanto, pela necessidade urgente de desenvolver ferramentas e estratégias que permitam aos gestores públicos municipais compreender e potencializar o seu papel como provedores desse serviço de utilidade pública, otimizando práticas para que a cidade atinja o status de resiliência. Ao propor uma cartilha com recomendações específicas para Maringá, o estudo visa fornecer subsídios técnicos para a tomada de decisão, o aprimoramento de políticas públicas, e a otimização do manejo arbóreo. O intuito é expor os problemas e dar instruções para reduzir vulnerabilidades e fortalecer a capacidade adaptativa da cidade. Além disso, o estudo contribui academicamente ao explorar a interface entre

arborização urbana, cidades resilientes e logística humanitária no contexto de uma cidade brasileira, oferecendo um modelo adaptável a outras realidades urbanas similares.

### 1.3. Objetivos

Diante do contexto apresentado e da problemática identificada, o objetivo geral desta pesquisa consiste em analisar as práticas de gestão da arborização urbana no município de Maringá sob a perspectiva da resiliência. O foco é a mitigação dos riscos que as árvores urbanas representam e otimizar a eficiência dos serviços municipais na fase de resposta e recuperação pós-desastre, diante da crescente ocorrência de eventos climáticos extremos.

Para alcançar esse propósito, primeiramente, será realizada uma revisão dos conceitos fundamentais que giram em torno do tema. Serão esclarecidos os conceitos de cidades resilientes, de logística humanitária, com atenção particular à condição de desastres climáticos, explorando as suas relações com a arborização urbana, os benefícios proporcionados pelas florestas urbanas e a sua sinergia com cidades resilientes. Em sequência, o estudo se voltará para a cidade de Maringá, levantando a conformação da arborização municipal e evidenciando as atuais práticas de gestão no manejo da arborização urbana. Nessa fase serão investigadas as ações municipais vigentes no que diz respeito à arborização e à gestão de desastres.

A partir do referencial teórico e do levantamento referente à Maringá, a pesquisa se concentrará em realizar um diagnóstico aprofundado sobre como a gestão municipal de Maringá lida com a arborização urbana e com o ciclo de gestão de crises, preparação, resposta e reconstrução. Esta análise crítica das práticas atuais permitirá identificar pontos fortes e fragilidades do sistema. Com base nos achados deste diagnóstico, serão então formuladas propostas de melhorias, direcionadas à promoção da resiliência da cidade, incluindo sugestões concretas para o aperfeiçoamento dos procedimentos administrativos e das políticas públicas relacionadas. Finalmente, estes resultados e propostas serão sintetizados e traduzidos em recomendações técnicas e estratégicas, consolidadas na cartilha destinada aos gestores públicos. Essa cartilha irá oferecer subsídios práticos para

otimizar as ações municipais, visando a efetiva redução de riscos e o fortalecimento da capacidade adaptativa.

## CAPÍTULO II: REFERENCIAL TEÓRICO

### 2.1. Cidades Resilientes

A crescente intensidade e frequência de eventos climáticos extremos, somadas às complexas relações socioambientais dos centros urbanos, têm impulsionado a busca por novas formas de abordar o planejamento e a gestão das cidades. Nesse contexto, o conceito de resiliência ganhou importância, orientando políticas e pesquisas em âmbitos globais. Definir e entender a resiliência urbana é fundamental para criar estratégias que visem a construção de cidades mais seguras, adaptáveis e sustentáveis.

O conceito de resiliência tem suas raízes na ecologia: foi considerado como a capacidade de um ecossistema absorver perturbações e se reorganizar, de modo a manter suas funções e estruturas essenciais. Essa perspectiva inicial, conhecida como "resiliência ecológica", focava na persistência dos sistemas e na existência de diversos estados de equilíbrio. Posteriormente, essa noção se expandiu para os sistemas socioecológicos, reconhecendo a interdependência intrínseca entre os sistemas sociais e os ecológicos. Nesta visão, a resiliência vai além da simples capacidade de "voltar ao normal", ela engloba a capacidade de adaptação, aprendizado e de transformação (Folke et al., 2002; Walker et al., 2004).

A integração do conceito de resiliência com o campo dos estudos urbanos ocorreu de forma gradual, ganhando força à medida que os desafios impostos por desastres naturais, mudanças climáticas e outras crises urbanas se intensificaram (Vale & Campanella, 2005; Pelling, 2003). No princípio, muitas abordagens urbanas traziam uma visão mais técnica, da engenharia, focada na robustez da infraestrutura e na velocidade de recuperação de funções críticas após um evento (Liao, 2012). Contudo, o entendimento evoluiu rapidamente, incorporando as dimensões sociais, econômicas, institucionais e ecológicas, e alinhando-se com a perspectiva dos sistemas socioecológicos complexos e adaptativos (Alberti et al., 2003; Davoudi, 2012). Para Meerow (2016), a resiliência urbana é a capacidade de um sistema urbano e todas as suas redes socioecológicas constituintes de manter ou retornar rapidamente às funções desejadas diante de uma perturbação, adaptar-se às mudanças e transformar rapidamente os sistemas que limitam a capacidade adaptativa presente ou futura.

Todavia, apesar da popularidade crescente, "resiliência urbana" não tem apenas uma definição, um conceito único. Há multiplicidade de definições e o entendimento é bastante amplo.

Diversas dimensões são comumente associadas à resiliência urbana. Estas frequentemente incluem aspectos de robustez (capacidade de resistir a impactos sem perda significativa de funcionalidade), redundância (existência de múltiplos caminhos ou opções para a prestação de serviços essenciais), recursividade (capacidade de utilizar recursos de forma eficiente e flexível), rapidez (velocidade na recuperação de funções) e aprendizagem/adaptabilidade (capacidade de aprender com experiências passadas e se ajustar a novas condições) (Bruneau et al., 2003; Twigg, 2009). Além disso, a governança, a coesão social, a equidade, a saúde dos ecossistemas urbanos e a estabilidade econômica são reconhecidas como cruciais para a construção de cidades verdadeiramente resilientes (Leichenko, 2011).

Na atualidade, a preocupação com a resiliência urbana se fez presente em diversas iniciativas internacionais. A campanha "Construindo Cidades Resilientes: Minha Cidade está se Preparando!", lançada em 2010 pelo Escritório das Nações Unidas para a Redução do Risco de Desastres (UNDRR), mobilizou governos locais em todo o mundo. Nesse contexto, a UNDRR definiu a cidade resiliente como aquela capaz de "resistir, absorver, adaptar-se e recuperar-se dos efeitos de um perigo de maneira oportuna e eficiente". Esta campanha disseminou os "Dez Passos Essenciais para Construir Cidades Resilientes", oferecido como guia prático para ser seguido na ponta, na busca pela resiliência.

No Brasil, a discussão sobre cidades resilientes tem ganhado corpo, influenciada por marcos internacionais e também pelas realidades específicas de vulnerabilidade a desastres. Políticas públicas como a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (Lei nº 12.608/2012) e o Estatuto da Cidade (Lei nº 10.257/2001), que preconiza o planejamento urbano participativo e a função social da cidade, oferecem bases legais para a integração da gestão de riscos e da resiliência no planejamento municipal. Iniciativas de pesquisa e extensão, como as desenvolvidas pelo Centro Universitário de Estudos e Pesquisas sobre Desastres (CEPED) da Universidade Federal de Santa Catarina, e a atuação de órgãos como o Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), também contribuem para o avanço do conhecimento e das práticas de resiliência no país.

Indo ao encontro com esses movimentos, a necessidade de traduzir o conceito de resiliência em ações concretas impulsionou o desenvolvimento de diversos indicadores e estruturas de avaliação. Esses instrumentos buscam auxiliar as cidades a mensurar seu nível de resiliência, identificar pontos fracos e fortes, e monitorar o progresso de suas estratégias. A escolha e aplicação de indicadores, contudo, não é simples. A resiliência, conforme já mencionado anteriormente, é multidimensional e a sua avaliação requer a consideração de aspectos diversos. Normas internacionais como a ABNT NBR ISO 37123 "Cidades e comunidades sustentáveis: Indicadores para cidades resilientes" (baseada na ISO 37123 de 2019) buscam padronizar um conjunto de indicadores que permitam comparações e o estabelecimento de metas concretas. Esses indicadores cobrem áreas como preparação para emergências, infraestrutura crítica, saúde pública, inclusão social e governança adaptativa.

Outros trabalhos também foram propostos, como o City Resilience Index (CRI), desenvolvido pela Arup com apoio da Fundação Rockefeller, que organiza a resiliência em torno de quatro dimensões (Saúde e Bem-Estar; Economia e Sociedade; Infraestrutura e Ecossistemas; Liderança e Estratégia) e doze indicadores (Arup, 2014). A iniciativa 100 Resilient Cities (100RC), também da Fundação Rockefeller, incentivou as cidades a desenvolverem estratégias de resiliência que abordassem tanto os choques pontuais, mais agudos, quanto os problemas crônicos, que se desdobram gestão após gestão e comumente são ignorados. Dado o direcionamento e as limitações intrínsecas ao desenvolvimento deste trabalho, não será dedicado um esforço analítico aprofundado a cada uma dessas vertentes, que figuram neste momento com o propósito de exemplificação e contextualização.

## 2.2. Gestão de Riscos e Desastres

A construção efetiva de cidades resilientes está intrinsecamente ligada à forma como o planejamento urbano é concebido e como considera a gestão de riscos de desastres. O planejamento urbano tradicionalmente visto no Brasil tem se mostrado falho na questão de planejamento e resiliência. A complexidade dos sistemas urbanos aliada aos riscos climáticos crescentes mostram cada vez mais a

necessidade de formar agenda e pautar a resiliência das cidades através de um planejamento mais ordenado, que leve em consideração a Gestão de Riscos e Desastres (GRD).

A conscientização sobre os impactos de eventos extremos, potencializados pelas mudanças climáticas e pela concentração populacional em áreas urbanas, tornou este campo de conhecimento indispensável. Compreender seus princípios e a forma de articulação da logística humanitária e o planejamento urbano é crucial para fundamentar a análise da resiliência de cidades, especialmente no que tange à infraestrutura verde e seus desafios.

Uma abordagem de planejamento urbano orientada para a resiliência busca ir além da simples conformidade com códigos e zoneamentos, adotando uma perspectiva adaptativa e integrada. Isso implica em considerar os riscos atuais e futuros na tomada de decisões sobre o uso do solo, o desenho da infraestrutura (incluindo a infraestrutura verde), a localização de serviços essenciais e a proteção de ecossistemas que fornecem serviços de regulação e proteção (IPCC, 2022).

Neste contexto, a GRD é um processo sistemático que envolve um conjunto de atividades, políticas e instrumentos com o objetivo de reduzir riscos associados a perigos de origem natural ou tecnológica e minimizar seus impactos adversos sobre as pessoas, os bens, os serviços e o meio ambiente (UNISDR, 2009; Wisner et al., 2004). Este campo evoluiu de uma abordagem focada na resposta pós-desastre para uma perspectiva mais proativa e integrada, que busca compreender e intervir nas causas preliminares dos riscos (Lavell & Maskrey, 2014).

O conceito central na GRD é o risco de desastre, entendido como a probabilidade de ocorrência de perdas e danos como resultado da interação entre um perigo (um evento potencialmente danoso, como uma tempestade), as condições de vulnerabilidade (características de um sistema que o tornam suscetíveis aos efeitos evento) e a capacidade de recuperação (combinação dos recursos disponíveis que podem ser usados para reduzir os efeitos de um desastre) (UNISDR, 2009). Portanto, o risco não é apenas uma função do perigo natural, mas é socialmente construído e intensificado por processos de desenvolvimento que ignoram as vulnerabilidades.

O ciclo da GRD tradicionalmente abrange fases interligadas:

**Prevenção e Mitigação:** Ações para evitar a ocorrência de perigos (quando possível) ou para reduzir seus impactos antes que ocorram. Inclui medidas

estruturais (como obras de contenção) e não estruturais (como códigos de edificação, zoneamento de uso do solo, e o manejo adequado de ecossistemas)

**Preparação:** Medidas tomadas antecipadamente para assegurar uma resposta eficaz aos impactos de perigos. Incluem o desenvolvimento de planos de contingência, sistemas de alerta, capacitação de equipes, o estabelecimento de estoques de suprimentos, entre outros.

**Resposta:** Ações realizadas durante ou logo após um desastre com o objetivo de salvar vidas, reduzir os impactos, garantir a segurança pública e atender às necessidades básicas de subsistência da população afetada.

**Recuperação e Reconstrução:** Decisões tomadas após um desastre com o objetivo de restaurar ou melhorar as condições de vida da população afetada. Ao mesmo tempo, ações que busquem reduzir o risco de desastres futuros, incorporando o princípio de "reconstruir melhor" (Build Back Better – BBB) (UNISDR, 2015).

A eficácia da GRD é profundamente influenciada pela forma como as cidades são planejadas e se desenvolvem. Decisões de planejamento urbano podem tanto acentuar vulnerabilidades e criar riscos quanto fortalecer a capacidade de resiliência de uma cidade. Cidades com planejamento deficiente, expansão desordenada sobre áreas de risco e infraestrutura inadequada tendem a sofrer impactos mais severos em caso de desastres. Estas também apresentam maiores desafios para as operações de resposta. Por outro lado, um planejamento urbano que integra proativamente os princípios da GRD pode aumentar significativamente a resiliência.

A integração da GRD no planejamento urbano não é apenas uma questão técnica, mas também de governança, exigindo coordenação intersetorial, participação da comunidade e visão de longo prazo.

### 2.3. Arborização Urbana e Serviços Ecossistêmicos

A arborização urbana pode ser definida como o conjunto da vegetação arbórea e arbustiva presente no ambiente urbano. Inclui-se neste conceito árvores plantadas em vias públicas (calçadas, canteiros centrais), praças, parques, jardins públicos e privados, áreas de preservação e remanescentes florestais inseridos no contexto da cidade. Toda essa vegetação forma uma trama complexa que interage

com os demais componentes do sistema urbano como edificações, infraestrutura, solo, água, ar e a população.

A floresta urbana é provedora de uma vasta gama de serviços ecossistêmicos, que são os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas, desempenhando papel crucial na melhoria da qualidade ambiental das cidades. As árvores atuam como filtros naturais, removendo poluentes atmosféricos gasosos e material particulado, contribuindo para um ar mais limpo e saudável, contribuem para a regulação do microclima através do sombreamento e da evapotranspiração, o que ajuda a minimizar o efeito das ilhas de calor, também auxilia na gestão das águas pluviais, interceptando a precipitação, reduzindo o escoamento superficial e promovendo a infiltração da água no solo, o que pode diminuir a ocorrência de enchentes e a sobrecarga nos sistemas de drenagem. As áreas verdes urbanas são importantes para a conservação da biodiversidade e ainda contribuem para a redução da poluição sonora.

Além dos benefícios ambientais, a presença de árvores e áreas verdes nas cidades está associada a uma série de benefícios para o bem-estar físico e mental da população. Estudos já comprovaram que a arborização das cidades contribui para a redução do estresse, aumenta os níveis de atividade física e promove a recuperação de doenças. Parques e praças arborizadas oferecem espaços para recreação, lazer, socialização e o fortalecimento dos laços comunitários. A arborização também está associada a valores culturais e históricos das comunidades.

Os serviços ecossistêmicos também se traduzem em benefícios econômicos. Árvores bem manejadas podem aumentar o valor de imóveis, a presença de vegetação pode levar a redução da temperatura ambiente refletindo diretamente no consumo de energia elétrica para refrigeração de edificações, cidades com paisagens urbanas atrativas e bem arborizadas podem se beneficiar do aumento do turismo e da atração de investimentos.

A arborização urbana ainda pode ser vista como estratégia de adaptação e mitigação das mudanças climáticas. No contexto atual, de mudanças climáticas globais, a arborização urbana assume um papel estratégico para a mitigação de suas causas e também para a adaptação de seus impactos nas cidades.

As árvores urbanas contribuem para a mitigação das mudanças climáticas principalmente através do sequestro e armazenamento de carbono atmosférico em

sua biomassa. Adicionalmente, ao reduzir a necessidade de energia para climatização de edifícios, a arborização indiretamente contribui para a redução das emissões de gases de efeito estufa gerados na produção de energia. A capacidade da arborização de regular o microclima é fundamental para a adaptação das cidades aos cenários de ondas de calor mais frequentes e intensas. A gestão das águas pluviais pela vegetação também é crucial para a adaptação a eventos de precipitação extrema, ajudando a controlar inundações. Árvores podem ainda atuar como quebra-ventos protegendo edificações, auxiliando na estabilização de encostas, o que é relevante em cenários de aumento da intensidade de tempestades.

Todavia, apesar dos inúmeros benefícios, a presença de árvores em ambiente urbano não é isenta de riscos e potenciais desserviços. Quando o planejamento e o manejo são inadequados potencializam-se os aspectos negativos. Entender isto é fundamental para se fazer uma gestão correta, que minimize os problemas, aumente os benefícios e que contribua resiliência da cidade.

Dentre os riscos associados à arborização urbana podemos citar como o mais significativo a queda de árvores e galhos. Especialmente durante eventos climáticos extremos, como tempestades com ventos fortes e chuvas intensas, árvores senescentes, doentes, com problemas estruturais, ou inadequadas para o local em que estão podem cair, causando danos a edificações, veículos, rede elétrica ou de telecomunicações e, mais gravemente, ferimentos em pessoas.

Há ainda o conflito natural com a infraestrutura urbana. Raízes de árvores podem danificar calçadas, pavimentos asfálticos, redes subterrâneas de água e esgoto. Os galhos podem interferir na fiação aérea, na sinalização viária e na iluminação pública, exigindo podas frequentes e, por vezes, drásticas. Algumas espécies podem produzir frutos ou flores que sujam as vias públicas, causar alergias devido ao pólen, atrair pragas e insetos indesejados, ou criar sombreamento excessivo em locais onde a luz solar é desejada. Áreas verdes mal iluminadas ou com vegetação muito densa também podem gerar percepção de insegurança na população.

A minimização desses riscos e desserviços passa, invariavelmente, por um manejo adequado e proativo da arborização urbana. Isso envolve desde o planejamento cuidadoso do plantio, passando por inspeções regulares para avaliação de risco, podas técnicas de formação e manutenção, tratamento de

doenças e pragas, até a remoção programada de árvores que apresentem risco iminente e não passíveis de recuperação. Uma gestão eficaz requer conhecimento técnico, recursos adequados e um sistema de monitoramento contínuo. Estes são aspectos cruciais para que a arborização urbana efetivamente contribua para a resiliência e não se torne mais um ponto de atenção em situações de crise.

### **CAPÍTULO III: CONTEXTUALIZAÇÃO DE MARINGÁ**

#### **3.1. Desenvolvimento Urbano e Ambiental**

A compreensão dos desafios contemporâneos enfrentados por Maringá no que diz respeito à sua arborização urbana, à gestão de riscos e à busca pela resiliência requer um olhar atento sobre o seu processo de formação, suas características socioambientais e a configuração de sua infraestrutura. Diferenciando-se do estilo de desenvolvimento característico das cidades brasileiras, Maringá foi desde o início planejada. Sua cobertura arbórea, também distinta, é muito expressiva e se apresenta como um campo rico para a análise das interações entre o desenvolvimento urbano, a infraestrutura verde e a adaptação à um mundo em transformação.

A atual configuração urbana e ambiental de Maringá reflete sua origem planejada e as características naturais da região. Maringá foi concebida na década de 1940, fruto de um empreendimento colonizador da Companhia Melhoramentos Norte do Paraná (CMNP). Inicialmente o intuito era a ocupação e o desenvolvimento agrícola da região conhecida como Norte Novo paranaense. Maringá nasceu sob a perspectiva do planejamento, com um projeto urbanístico elaborado em 1947 pelo urbanista Jorge de Macedo Vieira, posteriormente complementado pelo projeto de arborização do Agrônomo Luiz Teixeira Mendes. A proposta, influenciada pelos ideais das cidades-jardim e pelas experiências do urbanismo modernista, buscava criar uma cidade que aliasse a funcionalidade urbana à qualidade ambiental com a presença de extensas áreas verdes.

O plano original baseava-se em um sistema viário com avenidas largas e arborizadas, rotatórias e uma malha urbana setorizada, com zonas destinadas a diferentes usos (residencial, comercial, industrial). Um aspecto central desse

planejamento foi a ampla adoção de espaços públicos verdes, preservando grandes remanescentes florestais, como o Horto Florestal, o Bosque II e o Parque do Ingá. A partir da década de 1950 o projeto paisagístico foi conduzido pelo engenheiro agrônomo Luiz Teixeira Mendes. Neste segundo momento, o desenho urbano foi complementado pela arborização viária e a escolha de espécies buscou criar corredores homogêneos e de grande impacto visual, consolidando a imagem de "cidade-jardim".

A CMNP implementou e gerenciou as fases iniciais de desenvolvimento da cidade, incluindo a venda de lotes, a instalação de infraestrutura básica e o plantio da arborização, o que garantiu coesão na execução do plano original. Este legado inicial permanece visível na estrutura urbana atual e em elementos que definem a paisagem e a identidade de Maringá (Rego & Meneguetti, 2015; Cordovil, 2010).

Atualmente, Maringá é um polo regional com uma população estimada em mais de 400 mil habitantes (IBGE, 2022). O sistema viário ainda reflete o traçado de Vieira, com avenidas largas como a Getúlio Vargas, a Brasil e a Colombo, estruturando os fluxos. O zoneamento, que define áreas predominantemente residenciais, comerciais, de serviços e industriais, também se mantém presente na configuração atual da cidade.

Apesar da expansão, Maringá mantém uma proporção relevante de áreas verdes, inúmeras praças e extensos canteiros centrais arborizados, que são uma característica marcante da cidade. A cobertura arbórea viária também é expressiva e esses fatores corroboram para que a cidade esteja sempre presente nos rankings de cidades mais arborizadas. Essa configuração urbanística, ao mesmo tempo que confere à cidade uma elevada qualidade de vida, também estabelece o cenário para as interações entre a infraestrutura urbana e a matriz arbórea.

A convivência entre a densa arborização de Maringá e a infraestrutura urbana essencial é fonte constante de desafios para a gestão pública e para a população, gerando pontos de vulnerabilidade que se tornam críticos durante eventos climáticos extremos. Em Maringá, a maior parte da rede de distribuição de energia elétrica e de telecomunicações é aérea, o que a torna altamente suscetível à interferência da arborização. O crescimento das copas em direção aos fios cria a demanda de podas frequentes. Esse manejo é realizado por equipes da prefeitura ou, principalmente, pela concessionária de energia (Copel), buscando evitar interrupções no fornecimento, curtos-circuitos e a ocorrência de acidentes. Salienta-se que, durante

tempestades com ventos fortes, a queda de galhos ou de árvores inteiras sobre a fiação é a principal causa de interrupções de energia, afetando residências, comércios, serviços de saúde e a segurança pública.

Com relação ao sistema viário e calçadas, as raízes das árvores, especialmente de espécies de grande porte ou com sistema radicular mais agressivo, frequentemente causam danos ao pavimento das calçadas e das vias públicas. Criam-se obstáculos para pedestres, especialmente para pessoas com mobilidade reduzida, galhos baixos ou copas muito densas podem obstruir a sinalização de trânsito e reduzir a visibilidade em cruzamentos.

Embora menos visíveis, existem ainda os conflitos com redes subterrâneas (água, esgoto e drenagem pluvial). As raízes podem penetrar em tubulações, causando vazamentos e obstruções, também, quando ocorrem quedas de árvores, há o risco de rompimento dessas redes. Em relação à drenagem pluvial, a arborização pode ter um papel duplo: por um lado, a interceptação da chuva pelas copas e a infiltração facilitada pelas raízes podem reduzir o volume do escoamento superficial; por outro, o acúmulo de folhas e galhos em bueiros e galerias pode obstruir o sistema, contribuindo para alagamentos em pontos específicos, especialmente em áreas com alta densidade arbórea e manutenção deficiente da limpeza urbana.

A copa das árvores pode sombrear excessivamente as luminárias públicas, reduzindo a eficiência da iluminação noturna e potencialmente afetando a sensação de segurança em algumas áreas. Isso também pode levar à necessidade de podas mais frequentes para liberar os pontos de luz.

Essas interações e conflitos não são apenas questões de manutenção cotidiana, mas se convertem em fatores de risco relevantes no contexto das mudanças climáticas e da ocorrência de eventos extremos. A queda de uma árvore sobre a rede elétrica, por exemplo, pode desencadear uma série de outros problemas, desde a interrupção de semáforos até a paralisação de serviços essenciais que dependem de energia. Portanto, a análise da infraestrutura urbana em sua interface com a arborização é fundamental para compreender as vulnerabilidades de Maringá e subsidiar o planejamento de ações que visem aumentar a resiliência do sistema como um todo.

### 3.2. Gestão da Arborização Urbana em Maringá

A expressiva arborização de Maringá, um legado do seu planejamento original e um componente crucial da sua identidade, demanda um sistema de gestão bastante complexo. Este sistema envolve não apenas a manutenção do patrimônio arbóreo existente, mas também o planejamento de sua expansão, a mitigação dos riscos associados e a resposta aos desafios impostos por um ambiente urbano e pelos eventos climáticos extremos.

Maringá possui o Plano de Gestão da Arborização Urbana (PGAU), um documento norteador para todas as ações municipais referentes às árvores em vias públicas, praças e parques. Publicado em 2020, o PGAU estabelece diretrizes para um horizonte de 20 anos e prevê revisões a cada 5 anos, demonstrando uma intenção de planejamento a longo prazo e de adaptação contínua. A primeira, e mais recente versão, começou a ser formulada em 2017 e é constituída por um Decreto Municipal e três anexos.

O Decreto Municipal consolida os instrumentos legais pertinentes, estabelecendo as bases normativas para a atuação do poder público e as responsabilidades dos munícipes. Os anexos, por sua vez, aprofundam aspectos técnicos e operacionais essenciais. O Anexo I do PGAU de Maringá, em particular, configura-se como um documento denso e fundamental, pois estabelece o panorama e as diretrizes operacionais para a gestão arbórea, iniciando por resgatar o histórico da arborização municipal. Na sequência, dedica-se à descrição das características do município que influenciam diretamente a arborização. São apresentadas informações detalhadas sobre o clima, as particularidades do solo regional, popularmente conhecido como "terra roxa", o relevo e aspectos da hidrografia. Adicionalmente, descreve a malha urbana, incluindo características das vias e calçadas, a disposição da fiação aérea e outras infraestruturas que interagem com o componente arbóreo, fornecendo o contexto físico essencial para as decisões de manejo e planejamento.

Um dos pilares do PGAU é o diagnóstico da arborização existente, crucial para qualquer planejamento eficaz. Esta seção apresenta um levantamento da situação da vegetação arbórea urbana no momento da elaboração do plano, fundamentado em inventários quali-quantitativos. São revelados dados como o número total de árvores em logradouros públicos, a diversidade de espécies, com

identificação das mais frequentes e eventuais problemas de dominância, a distribuição etária e o porte das árvores. O diagnóstico também aborda o estado fitossanitário geral da população arbórea, incluindo a incidência de pragas, doenças e danos físicos, além de mapear os principais conflitos existentes com a infraestrutura urbana.

Com base nesse diagnóstico, o PGAU estabelece o planejamento dos serviços essenciais de manejo, que inclui a produção e o plantio de mudas, bem como as diretrizes para poda e corte de árvores. Também são abordadas as ferramentas de gerenciamento da arborização, descrevendo os instrumentos e sistemas utilizados para otimizar a gestão.

Finalmente, o documento detalha um conjunto de outras ações e programas complementares relacionados à arborização urbana que serão executados pela Prefeitura Municipal. Estas ações abrangem programas de educação ambiental, iniciativas de envolvimento comunitário, diretrizes para arborização em novos loteamentos, estratégias para controle integrado de pragas e doenças, projetos de pesquisa e desenvolvimento, e ações de fiscalização.

Complementando a orientação operacional e o diagnóstico fornecido por este anexo principal, o PGAU apresenta ainda o Anexo II, que consiste em uma tabela com as espécies arbóreas indicadas para plantio em cada logradouro público, e o Anexo III que, por sua vez, descreve cada uma dessas espécies, fornecendo um catálogo de referência que dá subsídios para as escolhas técnicas e informa sobre as características da flora urbana planejada. Estas diretrizes são vitais para orientar a expansão da arborização de forma técnica, buscando adequar as espécies às características de cada via, minimizando futuros conflitos.

Assim, a análise aprofundada do conteúdo do PGAU como um todo, é crucial para compreender a arborização em Maringá, permitindo uma avaliação crítica de suas potencialidades e lacunas frente aos desafios da resiliência e da gestão de riscos. É importante notar que, embora este documento estabeleça as bases para o manejo técnico da arborização, seu escopo primário é a gestão da arborização em si, não abrangendo planos de resposta a catástrofes ambientais ou análises sobre a intensificação de eventos climáticos extremos. A contribuição do PGAU para a resiliência a desastres, nesse sentido, tende a ser indireta, por meio da promoção de uma floresta urbana mais saudável e da aplicação de critérios técnicos em intervenções.

A elaboração do PGAU contou com a participação de uma equipe multidisciplinar, incluindo profissionais da engenharia, órgãos estaduais e representantes da sociedade civil, além do acompanhamento pelo Conselho Municipal de Defesa do Meio Ambiente (COMDEMA) e assessoria jurídica da Procuradoria Geral do Município. O caráter participativo é um elemento positivo, pois concede maior legitimidade ao plano. A existência deste plano, com tamanho detalhamento, é um avanço significativo em relação a períodos anteriores, onde a gestão era mais fragmentada e baseada em dados menos confiáveis, conferindo grande valia ao PGAU.

Os procedimentos para o manejo da arborização urbana em Maringá são diferenciados para atender às demandas rotineiras de manutenção e às situações emergenciais. Enquanto as solicitações programadas de poda e remoção em áreas públicas são primordialmente canalizadas pelo sistema da Ouvidoria Geral do Município, o manejo emergencial exige uma pronta resposta e a coordenação de múltiplos atores para mitigar riscos e restabelecer a normalidade após eventos adversos.

No que tange à poda e remoção de árvores em logradouros públicos, o fluxo operacional padrão inicia-se com a solicitação do munícipe ou a identificação de necessidade por equipes municipais. O principal canal de entrada para as demandas da população é a Ouvidoria Geral, através do telefone 156 ou de sua plataforma online, que registra e encaminha o pedido ao setor competente, atualmente, a Secretaria de Limpeza Urbana (SELURB). Uma vez registrada a solicitação, uma vistoria técnica é, em tese, realizada por profissional habilitado para avaliar a real necessidade da intervenção seguindo os critérios estabelecidos no PGAU.

Contudo, a operacionalização desses procedimentos em Maringá tem sido objeto de recorrentes críticas por parte da população, especialmente no que diz respeito à morosidade no atendimento e à percepção de ineficiência. Relatos na imprensa local e manifestações de cidadãos apontam para um longo tempo de espera entre a solicitação de poda ou remoção de árvores e a efetiva execução do serviço. Esse cenário é explicitado pela longa lista de protocolos não atendidos, aguardando posicionamento do ente municipal. É nítido o desafio na capacidade operacional da administração municipal quando tratamos do volume de demandas de uma cidade com arborização tão extensa e, em partes, envelhecida. A falta de

agilidade no manejo de árvores agrava as consequências durante eventos climáticos extremos.

No âmbito da SELURB, a Gerência de Arborização é o núcleo técnico central para a gestão do patrimônio arbóreo público. Esta gerência é composta por uma equipe administrativa, uma equipe operacional e um corpo técnico especializado que atualmente conta com dois engenheiros agrônomos e um engenheiro florestal. Este corpo técnico assume a responsabilidade de avaliar todos os pedidos de "Avaliação Técnica para Possível Remoção de Árvores" que são registradas pela população através do sistema Ouvidoria 156. Este processo de avaliação técnica é fundamental para garantir que as intervenções sigam os critérios técnicos estabelecidos pelo PGAU.

Contudo, apesar da existência de um processo de avaliação técnica, um dos principais entraves na gestão da arborização em Maringá reside na operacionalização dos serviços autorizados. A demanda por podas, remoções e outras intervenções é consideravelmente elevada e reflete a extensa malha arbórea da cidade. Informações obtidas no contexto da pesquisa apontam para um expressivo acúmulo de protocolos com vistoria e parecer técnico, aguardando execução, superando, no momento da consulta, a marca de 6.600 protocolos.

Essa morosidade e o consequente represamento de serviços indicam uma capacidade operacional deficitária das equipes próprias da prefeitura. Diversos fatores contribuem para este cenário, incluindo a insuficiência de equipamentos adequados para a realização dos serviços, a complexidade de podas e remoções em altura no ambiente urbano, problemas recorrentes em processos licitatórios para a aquisição desses equipamentos, e a falta de um programa de manutenção preventiva e corretiva eficaz para a frota e ferramentas existentes. Essa situação de descompasso entre a capacidade de análise técnica e a capacidade de execução dos serviços é um ponto crítico que impacta a eficiência da gestão e a percepção da população sobre a qualidade do serviço público.

Diante da capacidade operacional interna limitada, a Prefeitura de Maringá recorre à terceirização de parte dos serviços de manejo arbóreo. Através de processos licitatórios, busca-se complementar a atuação das equipes próprias. No entanto, o histórico recente de contratação desses serviços no município tem sido marcado por uma série de percalços e dificuldades, comprometendo a continuidade e a qualidade do atendimento.

Problemas em licitações têm sido reportados, como situações em que empresas vencedoras, após apresentarem propostas com preços significativamente baixos, demonstraram incapacidade de sustentar a operação conforme as exigências contratuais, culminando no abandono do contrato já em andamento. Esta prática de "preço inexecutável" é um problema conhecido em licitações públicas e frequentemente resulta em prejuízos para a administração e para a população, que fica desassistida. Além disso, foram observadas irregularidades por parte de empresas contratadas para realizar o manejo arbóreo na cidade, incluindo a cobrança de valores indevidos de municípios por serviços que deveriam estar cobertos pelo contrato público ou que excediam as tabelas de preço definidas. Tais ocorrências minam a confiança no sistema e podem gerar custos adicionais e transtornos para os cidadãos e para a administração.

Uma crítica recorrente aos modelos de licitação adotados em Maringá para esses serviços refere-se à tendência de contratar uma única empresa para operar em toda a extensão da cidade. Essa centralização cria um monopólio operacional que, em caso de falha ou incapacidade da contratada, deixa toda a cidade vulnerável. Argumenta-se que a fragmentação do serviço em lotes menores, permitindo a contratação de múltiplas empresas para atender diferentes regiões ou tipos de serviço, poderia fomentar a concorrência e aumentar a resiliência do sistema de prestação de serviços (evitando a dependência de um único fornecedor).

A modelagem de contratos de serviços públicos contínuos é um desafio complexo, que exige não apenas rigor técnico na especificação dos serviços, mas também mecanismos eficazes de gestão e fiscalização contratual para assegurar o interesse público.

Para o manejo emergencial, desencadeado principalmente por tempestades, ventanias ou outros eventos que provoquem a queda de árvores e galhos de grande porte, a resposta é mobilizada com maior urgência. Nestas situações, a SELURB, por meio de sua Gerência de Arborização, reforça seu papel central na remoção de árvores caídas e na desobstrução de vias. A Defesa Civil Municipal atua na avaliação inicial dos riscos, no isolamento de áreas perigosas e na coordenação de ações de socorro, embora sua relevância na execução direta do corte e remoção possa ser secundária em relação às equipes operacionais da SELURB.

É fundamental destacar a participação de órgãos não diretamente ligados à administração municipal direta, mas cruciais nessas operações. O Corpo de Bombeiros é frequentemente acionado para situações de maior complexidade ou que envolvam risco iminente à vida, realizando cortes técnicos e resgates. A Companhia Paranaense de Energia (COPEL) também desempenha um papel indispensável quando há queda de árvores sobre a rede elétrica, atuando para garantir a segurança das equipes de remoção, desligando a energia quando necessário, auxiliando nas remoções em casos mais críticos e restaurando o fornecimento de energia. A sinergia entre essas diferentes frentes é vital para uma resposta rápida e eficaz.

A integração das ações é o que define, na prática, a gestão da arborização urbana em Maringá. A eficácia dessa gestão em promover não apenas uma cidade verde, mas uma cidade resiliente aos eventos climáticos extremos, é o cerne da análise proposta por este trabalho. O legado de Cordovil (2010), ao descrever a "aventura planejada" e a intenção original de criar uma cidade integrada à natureza, serve como pano de fundo para avaliar se a gestão atual honra e adapta essa visão aos desafios climáticos do século XXI.

### 3.3. Políticas Públicas e Legislação

A gestão da arborização urbana em Maringá encontra-se em um momento de transição paradigmática. Embora historicamente o arcabouço normativo tenha se pautado pela proteção fitossanitária e estética do patrimônio vegetal, os desafios contemporâneos impõem que essa política pública passe a ser orientada por uma abordagem voltada à segurança urbana e à continuidade dos serviços públicos. Nesse sentido, a arborização deve deixar de ser vista apenas como um elemento passivo da paisagem para ser integrada às estratégias de resiliência, visando a mitigação de vulnerabilidades diante da crescente severidade das crises climáticas. Essa mudança de perspectiva é fundamental para que o planejamento municipal se alinhe aos compromissos globais de redução de riscos de desastres, nos quais a infraestrutura verde desempenha um papel central na proteção da infraestrutura cinza e na integridade dos cidadãos.

No contexto municipal, o principal instrumento de operacionalização dessa visão é o Plano de Gestão da Arborização Urbana (PGAU), institucionalizado pelo Decreto nº 172/2020. O PGAU define a arborização como um bem público valioso, composto pelo conjunto de espécimes em calçadas, canteiros centrais, parques e unidades de conservação. Com um horizonte de atuação de 20 anos e revisões previstas a cada quinquênio, o plano estabelece diretrizes técnicas que revelam que a resiliência urbana não é tratada apenas como um conceito abstrato, mas como um resultado direto da aplicação de critérios de diversidade e integração espacial. O documento reconhece que uma floresta urbana resiliente depende da quebra da hegemonia de poucas espécies, estabelecendo limites percentuais para famílias, gêneros e indivíduos. Essa diversificação biológica atua como um mecanismo de proteção sistêmica: ao evitar monoculturas, o município reduz a vulnerabilidade a pragas e doenças que poderiam causar perdas em massa, garantindo a continuidade dos serviços ecossistêmicos mesmo sob estresse biológico.

Sob a ótica da integração entre o elemento natural e as infraestruturas urbanas, as normas contidas no PGAU são estratégicas ao definir o conceito de "espaço vital" para o espécime. Ao estabelecer distanciamentos mínimos e diretrizes de compatibilização com redes aéreas, subterrâneas e pavimentação, o plano busca ordenar o ciclo de vida da floresta e mitigar conflitos crônicos. A resiliência, neste contexto, manifesta-se na prevenção de conflitos físicos que resultam em danos mútuos entre árvores e equipamentos urbanos. Ao normatizar o "plantio adequado no local adequado", busca-se minimizar a necessidade de intervenções drásticas e emergenciais, assegurando que o crescimento da vegetação não comprometa a integridade das calçadas ou o fornecimento de energia, criando um ambiente onde o biótico e o construído coexistem de forma simbiótica.

Quanto à interação com o clima, o PGAU fundamenta-se na premissa de que a arborização é o principal regulador térmico e hidrológico da cidade. O plano cita explicitamente a capacidade das copas em mitigar ilhas de calor por meio do sombreamento e da evapotranspiração, além de tratar a árvore como componente essencial da microdrenagem urbana. Ao promover uma cobertura vegetal robusta e bem distribuída, a política pública visa aumentar a permeabilidade do solo e reduzir o escoamento superficial, preparando o território para absorver melhor os impactos de eventos climáticos extremos. A efetividade dessa estratégia é reforçada pela integração com o Plano Diretor Municipal (Lei Complementar nº 1.424/2024) e pela

adoção da norma ABNT NBR 16.246-3, que padroniza o manejo de risco e as avaliações técnicas.

Dessa forma, a resiliência promovida pelo arcabouço legal transcende a mera sobrevivência dos espécimes, configurando-se como uma estratégia de salvaguarda da própria infraestrutura urbana. A integração proposta, mediada por normas rigorosas e pela obrigatoriedade da responsabilidade técnica em todos os laudos, transforma a arborização em uma camada de proteção ativa, capaz de absorver choques externos e manter a funcionalidade dos sistemas urbanos. Entretanto, para que essa orientação normativa se traduza em resiliência prática, é preciso primeiro mapear onde a proteção legal encontra a fragilidade física dos espécimes e as ameaças ambientais da região. Compreender as vulnerabilidades específicas de Maringá é o passo essencial para identificar os pontos de ruptura do sistema atual, conforme discutido a seguir.

### 3.4. Vulnerabilidades e Riscos Climáticos em Maringá

A análise da resiliência urbana em Maringá requer um deslocamento do campo normativo para o exame das fragilidades concretas que expõem o município a danos em eventos extremos. Este tópico propõe uma investigação multinível das vulnerabilidades que comprometem a eficácia do sistema de arborização, estruturando-se em três eixos fundamentais.

Primeiramente, examinam-se as lacunas técnicas e operacionais identificadas no texto do próprio Plano de Gestão da Arborização Urbana (PGAU), evidenciando os gargalos internos da gestão pública. Em seguida, a análise volta-se para as vulnerabilidades intrínsecas ao território, considerando tanto as características físicas da infraestrutura urbana quanto as dinâmicas sociais que influenciam a capacidade de resposta local. Por fim, estas fragilidades são confrontadas com o detalhamento dos riscos climáticos locais. Essa análise revela-se imprescindível diante da atual conformação do clima global, caracterizado pela intensificação e pela frequência sem precedentes de eventos extremos.

A primeira dimensão de vulnerabilidade reside nas características biológicas e estruturais da floresta urbana. O diagnóstico do PGAU revela que a massa arbórea que consolidou a identidade de Maringá enfrenta hoje o desafio da senescência.

Grande parte dos espécimes plantados nas primeiras décadas de fundação do município está atingindo o estágio final de seu ciclo de vida. Esse envelhecimento natural resulta no aumento da fragilidade dos exemplares, elevando a probabilidade de colapsos estruturais.

Somado a isso, o plano aponta para uma preocupante baixa diversidade biológica, com a alta dominância de poucas espécies. Essa homogeneidade botânica cria uma vulnerabilidade sistêmica, pois a ausência de variabilidade genética facilita a propagação de pragas e patógenos específicos, que podem comprometer a estabilidade de populações inteiras simultaneamente. O estado fitossanitário é agravado ainda por danos antropogênicos, como vandalismo, manejo inadequado, colisões veiculares, entre outros, que servem como portas de entrada para o apodrecimento interno, muitas vezes invisível a olho nu até o momento da queda.

A segunda dimensão refere-se aos conflitos com a infraestrutura urbana, onde a interação entre o elemento biótico e o construído gera pontos de ruptura. A predominância de redes de distribuição de energia aéreas em contato direto com as copas das árvores é citada no PGAU como uma das vulnerabilidades mais críticas. Esse cenário exige ciclos de poda constantes que, se não executados sob o rigor técnico discutido anteriormente, fragilizam a árvore. Durante tempestades, a queda de ramos sobre a fiação é a principal causa da interrupção de serviços, comprometendo a continuidade das atividades urbanas. Adicionalmente, o uso histórico de espécies com sistemas radiculares agressivos tem causado danos ao passeio público e à pavimentação. Tais danos não apenas prejudicam a mobilidade e acessibilidade, mas geram uma pressão social reativa pela remoção de árvores antes que uma estratégia de substituição planejada possa ser executada.

No campo da gestão e operação, o PGAU expõe um descompasso estrutural entre a demanda técnica e a capacidade de execução do município. O dado alarmante de um represamento histórico superior a 6.600 protocolos de serviços pendentes (registrados à época da elaboração do plano) evidencia uma vulnerabilidade administrativa grave. Esse passivo operacional significa que espécimes já identificados com risco potencial permanecem no espaço público por tempo excessivo, aguardando intervenção. Essa limitação é acentuada pela insuficiência de recursos próprios, como frotas e equipamentos para podas em altura, e por falhas no modelo de terceirização, muitas vezes marcado por contratos

juridicamente frágeis ou empresas com incapacidade operacional, o que gera lacunas críticas no atendimento a situações urgentes.

Por fim, a análise do plano revela lacunas de planejamento estratégico que limitam a transição para uma gestão verdadeiramente resiliente. O PGAU admite que seu escopo é primordialmente técnico-operacional, focando no manejo direto, mas carecendo de protocolos específicos de logística humanitária e resposta a desastres de grande magnitude. A gestão ainda guarda um caráter predominantemente reativo, sendo pautada por demandas via Ouvidoria em vez de um monitoramento preventivo e contínuo. Sem o pleno funcionamento de um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que permita a análise preditiva de riscos, a administração permanece vulnerável à imprevisibilidade climática, operando no limite entre a manutenção de rotina e o gerenciamento de crises.

Para além das fragilidades contidas no texto do plano de manejo, a resiliência de Maringá é condicionada por uma profunda desigualdade socioespacial que dita como os riscos climáticos são sentidos pela população. Ao analisar a evolução urbana na tese de Fabíola Cordovil, observa-se que o planejamento original concentrou a infraestrutura de qualidade e a massa arbórea densa no chamado "Plano Piloto". Essa conformação histórica reflete-se diretamente no microclima atual: conforme demonstrado no estudo de Germano, Maringá apresenta um padrão peculiar de ilhas de calor. Enquanto o centro e os bairros de classes mais abastadas beneficiam-se de "ilhas de frescor" geradas por uma arborização consolidada e frondosa, áreas periféricas e conjuntos habitacionais enfrentam o extremo oposto. Nestas regiões, a população mais vulnerável está exposta a temperaturas significativamente mais elevadas devido à escassez de áreas verdes, calçadas estreitas que impedem o plantio de espécimes de grande porte e uma arborização ainda jovem ou mal desenvolvida, que não provê o sombreamento necessário para mitigar a radiação solar.

Essa vulnerabilidade territorial é agravada pelo subdimensionamento crônico da rede de drenagem pluvial. O crescimento urbano acelerado de Maringá impôs uma impermeabilização do solo que superou a capacidade de escoamento das galerias construídas em décadas anteriores. Os parâmetros de projeto utilizados à época tornaram-se obsoletos frente aos novos coeficientes de escoamento superficial gerados pela pavimentação extensiva. Como resultado, o volume de águas pluviais excede frequentemente a capacidade do sistema, gerando

enxurradas e alagamentos em pontos críticos da cidade, provocando também erosões que acabam por comprometer a ancoragem das árvores, como o que é observado na região próxima do Parque do Ingá, na Avenida Juscelino Kubitschek de Oliveira e também na Avenida Morangueira. Este cenário é potencializado pela ineficiência do ente público na manutenção preventiva e na limpeza das bocas de lobo, que acabam obstruídas por resíduos e sedimentos, colapsando a drenagem justamente nos momentos de maior necessidade.

Por fim, a percepção de insegurança pública surge como uma vulnerabilidade social que retroalimenta o risco. A ausência de um manejo preventivo e periódico resulta em exemplares com crescimento desordenado que interferem diretamente na iluminação pública. Quando copas densas ou galhos baixos obstruem a luz dos postes, cria-se no imaginário coletivo uma associação negativa entre a árvore e o perigo, gerando uma pressão social para a realização de podas drásticas ou remoções injustificadas. Assim, a falta de manutenção não apenas fragiliza o espécime biologicamente, mas corrói o apoio popular necessário para a manutenção da floresta urbana. Estas fragilidades físicas e sociais, quando somadas às lacunas de gestão, criam o cenário ideal para que os riscos climáticos se manifestem de forma destrutiva.

A análise dos riscos climáticos em Maringá revela uma realidade de transição, onde fenômenos meteorológicos historicamente comuns à região Noroeste do Paraná têm apresentado novos padrões de intensidade e frequência. Este cenário local é o reflexo direto de uma dinâmica global de desequilíbrio térmico. De acordo com o Sexto Relatório de Avaliação (AR6) do IPCC (ONU), a influência humana no sistema climático é inequívoca, resultando em um aumento da frequência de extremos meteorológicos em todas as regiões do globo. A ONU alerta que eventos antes considerados centenários ou raros estão se tornando recorrentes, exigindo que o planejamento urbano incorpore a adaptação climática como prioridade de segurança nacional.

No contexto brasileiro, o Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas (PBMC) e o INPE apontam que o Brasil, devido à sua extensão territorial, enfrenta riscos heterogêneos. Contudo, é na região Sul do país que se observa uma das tendências mais críticas de intensificação do ciclo hidrológico. Estudos do governo federal indicam que o Sul do Brasil tem se tornado um "ponto crítico" para a ocorrência de tempestades severas, impulsionadas pelo aumento da temperatura do Atlântico Sul

e pela maior disponibilidade de umidade na atmosfera. Para o estado do Paraná, isso se traduz em uma maior severidade de Sistemas Convectivos de Mesoescala, que encontram no relevo e na dinâmica térmica do planalto as condições ideais para o seu desenvolvimento explosivo.

Nesse cenário amplificado, o risco climático em Maringá é definido pela interação entre essas ameaças macroescalares e as vulnerabilidades territoriais anteriormente discutidas. No município, a ameaça mais severa à arborização reside na ocorrência de microexplosões. Diferente dos ventos lineares de frentes frias, esses fenômenos geram correntes descendentes de ar que, ao atingirem o solo, espalham-se com força destruidora, registrando rajadas que frequentemente ultrapassam os 100 km/h, como observado nos eventos críticos de outubro de 2023.

A severidade dessas tempestades é potencializada pela dinâmica do El Niño-Oscilação Sul (ENOS). Em conformidade com as projeções de modelos climáticos globais, anos de El Niño forte têm gerado em Maringá anomalias positivas de precipitação, com chuvas volumosas concentradas em curtíssimos intervalos de tempo. Esse excesso de umidade causa a saturação hídrica do solo, reduzindo a capacidade de ancoragem das raízes e tornando espécimes de grande porte vulneráveis ao tombamento integral, mesmo aqueles que não apresentam sinais externos de fragilidade estrutural. Por outro lado, a ocorrência de episódios de La Niña, cujas secas têm se mostrado mais severas no Centro-Sul do país, impõe períodos de estiagem prolongada e baixa umidade relativa do ar. Tal condição submete a arborização jovem a um estresse hídrico severo, comprometendo o desenvolvimento de copas resilientes e aumentando a vulnerabilidade fitossanitária a longo prazo.

Portanto, o risco climático em Maringá não é uma variável estática ou puramente local, mas um desafio dinâmico inserido em uma crise climática planetária que exige que o manejo da arborização seja encarado como uma medida estratégica de Defesa Civil. A recorrência de tempestades severas, que em eventos isolados chegaram a derrubar mais de 300 espécimes em apenas 24 horas, demonstra que a resiliência urbana depende da capacidade do sistema em suportar essas forças extremas. Sem uma adaptação estrutural da floresta urbana a esses novos parâmetros climáticos, o patrimônio verde de Maringá continuará sendo um ponto de vulnerabilidade crítica para a segurança pública e para a continuidade dos serviços essenciais da cidade.

A sobreposição das fragilidades estruturais e socioespaciais de Maringá à nova dinâmica de extremos climáticos evidencia que a manutenção do status quo administrativo representa um risco crescente à segurança e à funcionalidade da cidade. O reconhecimento dessas vulnerabilidades constitui o alicerce necessário para a proposição de soluções que vão além do manejo convencional e integrem a arborização como peça fundamental da infraestrutura de proteção urbana.

O desenvolvimento de um sistema verdadeiramente resiliente demanda um olhar prospectivo que identifique soluções já validadas em outras realidades geográficas. Assim, a fim de subsidiar a construção de um modelo de gestão mais robusto, o tópico seguinte buscará em municípios de referência as estratégias e lições aprendidas que podem servir de norte para o aprimoramento das políticas públicas e para a adaptação de Maringá frente aos desafios da crise climática contemporânea.

### 3.5. Estratégias de Resiliência em Municípios de Referência

A análise comparativa com o município de Santos oferece uma perspectiva avançada sobre a integração entre o planejamento urbano e a gestão de riscos climáticos. A experiência santista destaca-se pelo desenvolvimento do Plano Preventivo para Queda de Árvores (PPQA), um projeto-piloto em parceria com o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) que busca superar o modelo de manejo puramente reativo. O entendimento das causas de quedas de árvores em Santos fundamenta-se em um diagnóstico multifatorial, que identifica não apenas as condições intrínsecas dos espécimes como a senescência e o estado fitossanitário mas, sobretudo, os fatores extrínsecos específicos da região litorânea. A interação entre solos saturados, a ação corrosiva da maresia e regimes de ventos intensos é compreendida como o principal vetor de instabilidade, exigindo que a cidade trate a árvore como um elemento dinâmico e permanentemente exposto a estresses ambientais severos.

A transição para um modelo de gestão resiliente em Santos foi impulsionada pelo investimento em inovação e tecnologia para a análise da floresta urbana. A cidade abandonou as inspeções puramente visuais em casos críticos para adotar ferramentas de diagnóstico não invasivas, como o radar de penetração no solo

(GPR) para o mapeamento do sistema radicular, a tomografia de impulso e a resistografia. Essas tecnologias permitem uma "visão interna" do espécime, identificando cavidades e degradações estruturais antes que sinais externos se tornem evidentes. A eficácia desses instrumentos é sustentada por um diagnóstico completo e por um censo de arborização municipal constantemente atualizado e integrado ao sistema de geoprocessamento da cidade. Esse banco de dados robusto transforma a informação técnica em inteligência estratégica, permitindo que a administração municipal identifique áreas de maior vulnerabilidade e priorize intervenções em locais onde o alvo apresenta maior risco.

Um dos pilares da busca pela resiliência santista é a integração profunda entre a gestão da arborização e a Defesa Civil. A cidade estabeleceu limiares climáticos claros, baseados em evidências estatísticas que associam rajadas de vento superiores a 40 km/h e índices pluviométricos acumulados ao aumento exponencial da probabilidade de queda. Essa correlação entre dados meteorológicos e o estado da arborização permite a ativação de níveis de resposta graduais, que variam da observação ao alerta crítico. Dessa forma, a Defesa Civil deixa de atuar apenas no pós-desastre para gerenciar o risco de forma antecipada. Essa preparação inclui o desenvolvimento de protocolos de logística humanitária para eventos catastróficos, garantindo que as vias de acesso sejam liberadas prioritariamente e que a infraestrutura crítica seja restabelecida com agilidade, minimizando o impacto social de tempestades extremas.

A mudança na percepção sobre a arborização urbana em Santos é, talvez, o elemento mais transformador de sua política pública. Ao migrar de uma postura reativa, pautada pela remoção emergencial e pela pressão de ouvidoria, para uma ação preventiva e planejada, o município reafirma o valor dos serviços ecossistêmicos prestados pela vegetação. A árvore deixa de ser vista como um problema ou um obstáculo à infraestrutura para ser reconhecida como um regulador térmico vital, uma barreira de proteção contra ventos e um filtro biológico essencial para a qualidade do ar. Essa resiliência sistêmica é alcançada quando a população compreende que o manejo técnico rigoroso é a garantia de que os benefícios ambientais não sejam anulados pelos riscos físicos. Assim, a experiência de Santos demonstra que a segurança pública e a conservação do patrimônio verde não são objetivos excludentes, mas faces de uma estratégia de adaptação às mudanças

climáticas que Maringá pode utilizar como baliza para o aprimoramento de suas próprias políticas de gestão.

A experiência de São Paulo, consolidada pelo anúncio de um inventário tecnológico sem precedentes em 2025, eleva a discussão sobre a resiliência urbana para a escala da gestão baseada em ciência de dados e alta precisão. Enquanto o modelo de Santos destaca-se pela integração logística e definição de limiares críticos junto à Defesa Civil, a capital paulista demonstra que o conhecimento exaustivo do patrimônio arbóreo é a condição primordial para qualquer política pública de adaptação climática de alta performance. A premissa central desse projeto é que a eficácia do manejo é diretamente proporcional à qualidade da informação disponível; sem um diagnóstico preciso da localização, espécie, biometria e estado fitossanitário de cada indivíduo, a administração municipal permanece confinada a uma atuação pontual e, por vezes, ineficiente perante a magnitude de uma floresta urbana.

O diferencial tecnológico adotado em São Paulo reside no uso de sistemas de mapeamento móvel equipados com tecnologia LiDAR (Light Detection and Ranging) e processamento por Inteligência Artificial. Diferente dos inventários convencionais que dependem de levantamentos manuais lentos e sujeitos a inconsistências, o uso de sensores laser permite a criação de um "gêmeo digital" da arborização. Essa nuvem de pontos em três dimensões captura não apenas a árvore, mas sua interação espacial exata com a fiação elétrica, o mobiliário urbano e as edificações. O processamento desses dados por algoritmos automatiza a extração de medidas biométricas, como altura e volume de copa, e identifica inclinações críticas de tronco, garantindo uma base técnica rigorosa que fundamenta decisões de manejo muito mais assertivas e seguras.

A adoção dessas tecnologias avançadas traduz-se em uma redução drástica no tempo de coleta e processamento de dados, permitindo que o censo de centenas de milhares de espécimes seja concluído em uma fração do tempo demandado por métodos tradicionais. Essa agilidade operacional converte-se em economia direta e em ganho de eficiência sistêmica. No curto prazo, a identificação automatizada de exemplares com risco potencial permite a otimização da logística das equipes de campo, reduzindo custos operacionais e priorizando intervenções preventivas antes da ocorrência de eventos críticos. No longo prazo, a mitigação de danos sobre a rede elétrica, a infraestrutura urbana e a população representa uma economia

significativa em reparos emergenciais e indenizações, provando que o investimento em dados de alta qualidade é, na verdade, uma medida de austeridade e inteligência administrativa.

Dessa forma, a estratégia paulistana reforça que a resiliência urbana depende da soberania da informação e da transição para uma gestão preditiva. Ao integrar esses dados a plataformas de geoprocessamento acessíveis a diferentes secretarias, a zeladoria da cidade deixa de ser uma resposta a chamados de ouvidoria para se tornar uma política de Estado orientada por evidências. Para Maringá, as lições extraídas tanto de Santos quanto de São Paulo apontam para um caminho comum: o enfrentamento de vulnerabilidades e de eventos climáticos extremos exige que a arborização seja gerenciada com rigor tecnológico, garantindo que o patrimônio verde desempenhe seu papel vital na proteção e sustentabilidade do ambiente urbano.

No cenário internacional podemos destacar a cidade de Melbourne. A análise dos desafios enfrentados por essa cidade revela uma convergência técnica com os problemas identificados em Maringá, permitindo uma compreensão mais profunda das ameaças que incidem sobre as florestas urbanas contemporâneas. O primeiro grande obstáculo compartilhado é o envelhecimento da massa arbórea. Assim como observado no plano piloto de Maringá, Melbourne lida com uma população de árvores centenárias que atingem o fim de sua vida útil simultaneamente, sendo vista como uma situação análoga a das Sibipirunas em Maringá. Essa senescência reduz a tolerância dos espécimes a mudanças ambientais e eleva o risco público, exigindo uma transição complexa entre a preservação da identidade visual das avenidas e a necessidade de substituições preventivas para garantir a segurança dos cidadãos.

Essa vulnerabilidade biológica é agravada pela diminuição da disponibilidade de água em Melbourne. Secas prolongadas resultaram em um aumento drástico na mortalidade arbórea, evidenciando que a saúde da floresta depende diretamente da umidade do solo. Em Maringá, essa questão não se manifesta nos períodos de estiagem, mas na baixa permeabilidade do solo urbano. O excesso de superfícies pavimentadas impede a infiltração da chuva, transformando o solo em uma camada seca e compactada, o que compromete a ancoragem das raízes e a vitalidade dos espécimes de grande porte.

A dinâmica das mudanças climáticas atua como um catalisador desses problemas, introduzindo novos padrões de eventos meteorológicos extremos.

Melbourne projeta um aumento nos dias de calor intenso e tempestades severas, cenário que ecoa os riscos de microexplosões e instabilidades climáticas discutidos no contexto do noroeste paranaense. A recorrência de extremos hídricos e térmicos desafia a capacidade de recuperação da vegetação, tornando indispensável o uso de ferramentas de diagnóstico avançadas, como o LiDAR e o geoprocessamento mencionados na experiência de São Paulo, para monitorar a estrutura arbórea sob estresse constante.

O efeito de ilha de calor urbana representa outra fronteira crítica. Melbourne registra temperaturas até sete graus superiores às áreas rurais vizinhas, impactando severamente a saúde pública e a sobrevivência de espécies sensíveis. Esse fenômeno, também documentado em Maringá por meio de estudos térmicos, revela que áreas com baixa cobertura de copa tornam-se zonas de alta vulnerabilidade. A infraestrutura cinza, composta por asfalto e concreto, retém o calor durante o dia e o libera à noite, criando um ciclo de desconforto térmico que só pode ser mitigado por uma cobertura foliar densa e resiliente.

Por fim, o aumento populacional e a intensificação urbana exercem uma pressão crescente sobre o espaço disponível para o verde. A densificação das cidades muitas vezes resulta na redução da vegetação e na compactação do solo em áreas públicas devido ao uso intensivo. Tanto em Melbourne quanto em Maringá, o crescimento vertical e a expansão das redes de infraestrutura geram conflitos espaciais que podem sombrear excessivamente as ruas ou limitar o desenvolvimento dos exemplares arbóreos. Conforme discutido na gestão integrada de Santos, a resposta a esse desafio exige que a arborização deixe de ser vista como um elemento ornamental para ser tratada como infraestrutura urbana essencial.

Para enfrentar esse conjunto de adversidades, Melbourne estruturou soluções que transcendem o manejo convencional, focando na inteligência de dados e no planejamento de longo prazo. A cidade adotou processos de coleta de dados de campo e ferramentas de mapeamento georeferenciado, permitindo prever onde e quando ocorrerá a perda de cobertura de copa. O emprego de ferramentas geoespaciais e fotografia aérea de alta resolução possibilita a análise e o acompanhamento da saúde da vegetação com precisão. A instalação de estações meteorológicas pela cidade permite monitorar em tempo real o efeito da copa das árvores no conforto térmico das ruas, orientando as decisões de plantio para as

zonas de maior calor. Melbourne também investe em estratégias de irrigação ativa e passiva, como o uso de barreiras hídricas e a injeção de nutrientes no solo, práticas de manejo que melhoram a qualidade e a resiliência da arborização urbana.

As estratégias adotadas por Melbourne fundamentam-se na premissa de que a floresta urbana deve ser planejada como uma infraestrutura viva, capaz de evoluir e se adaptar. Um dos pontos centrais dessa visão é a transição da simples contagem de exemplares para a meta de cobertura de copa, com o objetivo de atingir 40% de sombreamento até 2040. Diferente de práticas que priorizam o número de plantios, Melbourne foca na eficácia do dossel, utilizando o índice de área foliar como métrica para mitigar o efeito de ilha de calor. Essa abordagem é particularmente instrutiva para Maringá, onde a concentração de árvores em áreas centrais mascara a escassez de sombreamento nas regiões periféricas. A implementação de uma meta de cobertura de copa, em vez de apenas quantidade de árvores, permitiria a Maringá priorizar plantios onde o conforto térmico é mais crítico, espelhando a análise espacial feita em Melbourne para identificar zonas de alta absorção de calor.

A resiliência biológica é garantida em Melbourne através da rigorosa regra de diversidade "5-10-20", que estabelece que a floresta urbana não deve possuir mais de 5% de uma única espécie, 10% de um único gênero e 20% de uma única família botânica. Essa estratégia ataca diretamente a vulnerabilidade sistêmica causada pelas monoculturas. Ao diversificar a composição botânica, o município protege-se contra pragas e patógenos que podem causar mortalidade em massa, garantindo a continuidade dos serviços ecossistêmicos mesmo sob ameaça fitossanitária.

Enquanto São Paulo investe em tecnologia LiDAR para inventariar o que já existe, Melbourne utiliza essa ferramenta de dados para projetar o que deve ser plantado, aplicando uma matriz de seleção que prioriza espécies adaptadas às condições climáticas severas do futuro.

No que tange ao manejo hídrico, Melbourne busca transformar as características da cidade, integrando soluções de design urbano sustentável como jardins de chuva, biovaletas e reservatórios subterrâneos. A estratégia principal é utilizar o solo como um reservatório natural, substituindo pavimentos impermeáveis por materiais porosos que permitam a infiltração profunda. Essa técnica é uma analogia direta à necessidade de Maringá em revisar sua microdrenagem em áreas críticas, como as proximidades do Parque do Ingá, onde o escoamento superficial

acelerado causa erosões. Ao reter a umidade no solo, Melbourne garante que as árvores mantenham altos níveis de evapotranspiração, maximizando o resfriamento atmosférico. Essa gestão proativa da umidade do solo complementa a visão de Santos, que monitora os índices pluviométricos para segurança. Melbourne vai além, utilizando a água da chuva como um ativo para a saúde e longevidade da árvore.

Por fim, o sucesso da estratégia de Melbourne reside no engajamento social e na transparência dos dados. O uso de ferramentas inovadoras para permitir que a comunidade tenha voz no design das paisagens do futuro cria uma conexão emocional e política necessária para sustentar investimentos de longo prazo. Essa ciência cidadã, aliada ao monitoramento tecnológico rigoroso, permite que a gestão passe de ciclos eleitorais para ciclos de vida arbórea. Para Maringá, a lição é clara: a resiliência não é apenas um produto de engenharia ou legislação, mas o resultado de uma governança que integra dados de alta precisão (como em São Paulo), prevenção de riscos (como em Santos) e uma visão de ecossistema urbano que coloca a saúde da floresta e o bem-estar humano como prioridades indissociáveis do planejamento municipal.

## **CAPÍTULO IV: RESULTADOS E DISCUSSÃO**

### **4.1. Diagnóstico da Arborização Urbana de Maringá**

A construção de uma cidade resiliente exige que a gestão pública abandone a intuição e adote a evidência como bússola para o planejamento. No entanto, o diagnóstico da arborização urbana de Maringá revela que o primeiro e mais crítico gargalo para a mitigação de riscos climáticos é o que se pode classificar como o silêncio das informações. Para que o manejo seja preventivo, aos moldes do que foi apresentado nos modelos de Santos e Melbourne, é imperativo que a base de dados seja precisa, dinâmica e integrada. Em Maringá, observa-se o oposto: um hiato informativo que distancia o gestor da realidade da floresta urbana.

A obsolescência da base de dados é o ponto de partida dessa fragilidade. O último grande levantamento censitário realizado com rigor de campo em Maringá, o chamado "Projeto Árvore", foi finalizado em agosto de 2005. Embora tenha representado um marco tecnológico à época, esse censo é hoje uma fotografia de

uma cidade que já não existe. Em vinte anos, o crescimento vegetativo, as supressões e os plantios alteraram profundamente a estrutura do dossel urbano. O próprio Plano de Gestão da Arborização Urbana (PGAU), publicado em 2019, utilizou atualizações baseadas em ortofotos de 2017, as quais já carregam quase uma década de defasagem. Sem um inventário contínuo, o poder público perde a capacidade de monitorar o ciclo de vida dos espécimes em tempo real.

Essa carência de dados atualizados compromete a eficácia das ferramentas tecnológicas disponíveis, como o portal GeoMaringá. Embora o sistema ofereça camadas de informações sobre a localização, espécie e porte da árvore, ele padece de uma falta crônica de atualização. O GeoMaringá funciona hoje como um repositório estático e não como uma plataforma de inteligência. Enquanto a cidade de São Paulo caminha para a consolidação de um gêmeo digital da sua floresta urbana por meio de tecnologia LiDAR, permitindo análises preditivas de inclinação e volume de copa, Maringá ainda opera com dados que não dialogam com a realidade. A informação contida no mapa muitas vezes não corresponde ao que se encontra em campo, gerando um descompasso que eleva o tempo de resposta e reduz a precisão dos laudos de manejo.

Soma-se a esse cenário o uso do Sistema 156, da Ouvidoria Municipal, como o principal balizador da gestão operacional. Ao converter a reclamação do cidadão no gatilho primário para a intervenção, a prefeitura transfere a priorização do manejo da esfera técnica para a esfera da conveniência individual. Esse modelo confere à arborização de Maringá um caráter puramente reativo. Na lógica da resiliência urbana, o poder público deveria atuar de forma antecipada onde o risco técnico é maior. Contudo, a gestão atual inverte esse fluxo: atende-se onde há maior pressão social, deixando espécimes em áreas silenciosas, mas com alto potencial de colapso, desassistidos.

Portanto, a ausência de um sistema que processe o inventário arbóreo sob a ótica do risco climático mantém a administração municipal em um estado de vulnerabilidade constante. Sem informações que sustentem a transição do atendimento por chamado para o monitoramento por evidência, Maringá permanece operando no limite da gestão de crises. O silêncio dos dados impede que a cidade reconheça sua própria floresta como uma infraestrutura crítica, impossibilitando a adoção de estratégias de resiliência que garantam, de fato, a segurança pública frente ao novo normal climático.

A fragilidade na gestão da arborização de Maringá, contudo, não se encerra na desatualização de suas bases digitais ou na reatividade de seus sistemas de monitoramento. Se o hiato de informações e a inexistência de uma plataforma preditiva comprometem o planejamento estratégico, o sucateamento da infraestrutura física de apoio paralisa a capacidade de execução e recomposição do patrimônio verde. A lacuna entre a necessidade de reposição de espécimes senescentes e a realidade produtiva da prefeitura revela que a crise de resiliência do município ultrapassa a esfera dos dados, manifestando-se como um estrangulamento operacional que compromete a autonomia da cidade frente aos desafios impostos pelos extremos climáticos.

A capacidade de resiliência de um sistema socioecológico urbano não se esgota na sua habilidade de resistir a impactos, mas estende-se à sua capacidade de recuperação e autorrenovação após eventos perturbadores. Para a arborização de Maringá, o coração desse processo de recomposição deveria ser o Viveiro Municipal, no entanto, o diagnóstico técnico revela que esta unidade se encontra num estado de obsolescência e deterioração que compromete a agilidade do município frente à necessidade de repovoamento arbóreo. Se a gestão de riscos, como observado no modelo de Melbourne, exige um fluxo constante de ativos biológicos de alta qualidade para substituir aqueles que atingem o fim da sua expectativa de vida útil, a realidade de Maringá apresenta um comprometimento severo na base da cadeia de suprimentos.

A precariedade da infraestrutura física manifesta-se em estufas e casas de vegetação com estruturas deterioradas, tornando-as inoperantes para o manejo técnico controlado. O sucateamento estende-se aos sistemas de irrigação que, embora possuam equipamentos de automação, permanecem inativos, obrigando a manutenção das mudas a um regime de rega manual por mangueiras. Essa limitação técnica impede o controle preciso da umidade e nutrição, fatores que são determinantes para a formação de sistemas radiculares profundos e resistentes. Atualmente, o viveiro funciona apenas como um depósito temporário para indivíduos adquiridos de terceiros ou recebidos via Termos de Ajuste de Conduta (TAC), mas nem mesmo essa função logística é exercida com a qualidade necessária, dada a falta de manutenção do espaço e o acondicionamento inadequado das plantas, que frequentemente resultam no envelhecimento de raízes ou na fixação indesejada no solo do viveiro.

A baixa qualidade das mudas disponíveis representa um fator de risco latente para a segurança pública de Maringá a longo prazo. Uma muda que não atinge os padrões técnicos exigidos pelo Plano de Gestão da Arborização Urbana (PGAU) resultará, inevitavelmente, numa árvore adulta com instabilidade biomecânica e maior susceptibilidade a queda.

Soma-se a este cenário o déficit de capital humano especializado e a dependência de mão de obra sem a devida capacitação técnica ou acompanhamento constante de viveirista. Sem uma equipe dedicada e uma infraestrutura moderna, torna-se impossível para Maringá produzir a diversidade botânica necessária para atender aos critérios de resiliência biológica e segurança urbana. Portanto, a reformulação geral do viveiro municipal é uma medida estratégica: sem uma unidade de produção eficiente e tecnologicamente capaz, a cidade permanecerá vulnerável e dependente de fornecedores externos, operando com uma capacidade de resposta limitada para manter o seu património verde e a segurança dos seus cidadãos.

O diagnóstico das fragilidades operacionais em Maringá revela o estágio final de um ciclo de reatividade que compromete severamente a resiliência urbana. Se a ausência de dados precisos e o sucateamento do viveiro limitam o planejamento e a recomposição, a execução no campo manifesta-se como um sistema sobrecarregado e incapaz de realizar o manejo preventivo. O passivo de protocolos, que no Plano de Gestão da Arborização Urbana (PGAU) de 2019 era de aproximadamente 6.600 solicitações pendentes, saltou para um volume alarmante superior a 17.600 protocolos ativos. Desse total, cerca de 10.500 aguardam vistoria técnica, enquanto outros 7.100 já possuem parecer favorável e aguardam execução. Esse represamento não é apenas um número estatístico, mas um indicador de paralisia operacional: o tempo de espera para atendimentos de rotina ou mesmo remoções urgentes estende-se por anos, sem seguir um padrão claro de priorização que garanta a segurança pública de forma tempestiva.

Essa bola de neve administrativa é alimentada pela insuficiência das equipes próprias da SELURB frente à densidade arbórea de Maringá e pela vulnerabilidade do modelo de terceirização. Atualmente, o município enfrenta um hiato crítico devido ao encerramento do contrato com empresas terceirizadas, dependendo da conclusão de um novo processo licitatório marcado por trâmites burocráticos e sem previsão imediata de desfecho. A ausência de suporte externo obriga as poucas

equipes municipais a focar exclusivamente em situações de crise, abandonando quase que integralmente as podas de formação e de equilíbrio. Esse abandono da manutenção preventiva gera um efeito cíclico: árvores que poderiam ser manejadas com intervenções leves evoluem para quadros de instabilidade estrutural, inflando ainda mais o passivo de remoções futuras e tornando o sistema cronicamente incapaz de se antecipar aos riscos climáticos.

A qualidade técnica das intervenções em campo surge como outro ponto de fragilidade que retroalimenta a vulnerabilidade do sistema. Observa-se uma carência de fiscalização efetiva sobre a execução dos serviços, que muitas vezes é acompanhada apenas para fins de aferição e pagamento, sem o rigor técnico necessário. Um exemplo emblemático dessa deficiência é o manejo realizado pela Copel para a limpeza da rede elétrica. Frequentemente, essas podas, que são executadas por empresas contratadas pela concessionária e com pouca fiscalização técnica, resultam em copas desbalanceadas e danos biomecânicos severos aos exemplares. O manejo inadequado acaba por criar novos pontos de vulnerabilidade, transformando árvores saudáveis em ameaças potenciais que, em um curto espaço de tempo, acabarão por integrar a lista de protocolos emergenciais da prefeitura.

A logística da emergência é ainda mais prejudicada pela precariedade da frota e dos equipamentos. Embora existam trituradores de galhos, motosserras e caminhões com cesto aéreo, muitos desses ativos permanecem inoperantes por falta de recursos para manutenção ou são insuficientes para a demanda de uma cidade de grande porte. A carência de equipamentos especializados, como guinchos com lanças de longo alcance ou veículos isolados para operação próxima a redes de alta tensão, cria gargalos que atrasam o manejo de exemplares de grande porte. Essa dependência de equipamentos externos e a falta de autonomia técnica da prefeitura impedem que a cidade responda com a agilidade exigida pela atual dinâmica de eventos extremos, onde cada hora de atraso em uma remoção crítica representa um risco direto à vida e à continuidade dos serviços essenciais.

Por fim, a resposta a eventos catastróficos em Maringá carece de uma estrutura de governança coesa e de um planejamento de contingência formalizado. A experiência recente com microexplosões, como a ocorrida em outubro de 2023, evidenciou falhas graves de comunicação e coordenação entre as diversas forças envolvidas, como a Defesa Civil, o Corpo de Bombeiros, a Copel e as equipes municipais. A ausência de um comitê de crise centralizado e de um protocolo escrito

de logística humanitária resulta em sobreposição de esforços e desperdício de tempo em deslocamentos ineficientes. Sem um plano de contingência que estabeleça prioridades e fluxos de comunicação claros antes do desastre ocorrer, a cidade permanece dependente de decisões tomadas no calor do momento, o que reduz a eficiência da resposta e retarda o restabelecimento da normalidade urbana, consolidando um modelo de gestão que opera no limite da exaustão.

Em suma, o diagnóstico da arborização em Maringá revela um sistema de gestão operando em um estado de vulnerabilidade sistêmica, onde a falta de dados precisos, o sucateamento da infraestrutura de apoio e a saturação operacional se retroalimentam. A cidade encontra-se presa em um ciclo de reatividade que prioriza o gerenciamento de crises em detrimento do planejamento preventivo, comprometendo a segurança pública e a sustentabilidade de sua floresta urbana. Diante da sistematização dessas carências, que evidenciam o descompasso entre a identidade histórica do município e os desafios impostos pelos extremos climáticos atuais, torna-se necessário transitar para uma análise crítica que desvele as raízes e as consequências desses entraves na formulação de políticas públicas resilientes.

#### 4.2. Análise Crítica

A sistematização das fragilidades expostas no diagnóstico permite avançar para uma etapa de interpretação analítica, na qual as evidências são confrontadas com os marcos teóricos da resiliência urbana e da gestão de riscos. A análise crítica que se segue não busca apenas reiterar as deficiências operacionais identificadas, mas sim investigar as causas profundas e as consequências institucionais do engessamento da gestão em Maringá. O objetivo é evidenciar como a ausência de uma governança baseada em evidências e a dependência de modelos de atendimento puramente reativos impossibilitam a transição para uma política pública verdadeiramente adaptativa. Este capítulo propõe uma reflexão sobre o impacto dessas lacunas na capacidade de resposta do município, lançando luz sobre o conflito latente entre a manutenção da herança paisagística histórica e as exigências prementes impostas pelo novo cenário climático.

Sob essa ótica, o exame dos eixos tecnológico, de infraestrutura e operacional revela uma profunda desconexão entre os conceitos modernos de

resiliência e a gestão cotidiana da arborização em Maringá. Enquanto a literatura define resiliência como a capacidade de um sistema de se adaptar e recuperar-se com agilidade frente a perturbações, a realidade municipal demonstra o que se pode chamar de rigidez operacional. O acúmulo de mais de 17.600 protocolos de avaliação técnica para possível remoção de árvore, somado a uma demanda represada de aproximadamente 11.000 protocolos de poda, evidencia que o sistema não está apenas sobrecarregado, mas tecnicamente travado por um modelo que prioriza a correção em detrimento da prevenção.

A dependência do Sistema 156 como principal norteador das ações é, sob o prisma das políticas públicas, uma transferência da responsabilidade técnica para o cidadão. Quando a gestão é pautada quase exclusivamente pela reclamação, ela perde seu caráter estratégico e preventivo. A resiliência exige que o poder público atue de forma preditiva, identificando onde o risco se concentra antes mesmo que os momentos críticos de vento e chuva sejam atingidos, tal como observado nos modelos de gestão de Santos, São Paulo e Melbourne discutidos anteriormente. Em Maringá, a análise demonstra que a cidade reage ao desastre para tentar restabelecer uma normalidade fragilizada, em vez de gerir o risco de forma sistêmica e antecipada.

Essa postura reativa eleva exponencialmente os custos sociais e econômicos a cada evento climático extremo. O volume massivo de solicitações, que totaliza quase 29 mil pontos de intervenção potencial entre podas e remoções, não representa apenas um passivo de trabalho acumulado, mas a prova material de um desequilíbrio entre a teoria da resiliência e a prática administrativa municipal. O manejo, ao ser ditado pela conveniência do protocolo da ouvidoria, ignora espécimes silenciosos que possuem alto potencial de colapso, mantendo a cidade em um estado de vulnerabilidade constante. Sem a transição para um monitoramento baseado em evidências técnicas e dados dinâmicos, Maringá continuará operando no limite da exaustão, tratando o sintoma da queda sem enfrentar a causa raiz da desatualização de sua gestão.

A incapacidade de agir proativamente é severamente agravada pela escassez e pelo sucateamento de recursos instrumentais básicos para a realização de vistorias técnicas e execução do manejo. Se o Sistema 156 dita o que deve ser feito sob a ótica da pressão social, a carência de equipamentos determina o que não pode ser realizado sob a ótica da necessidade técnica. A ausência de ferramentas

de diagnóstico de precisão e a precariedade da frota dedicada à execução dos serviços impedem que o manejo com foco na resiliência avance. Assim, a falta de equipamentos deixa de ser um mero problema logístico para se tornar uma barreira que institucionaliza a reatividade. Os raros recursos operacionais disponíveis são drenados exclusivamente para o atendimento de urgência, de árvores já colapsadas ou em risco extremo. Esse cenário anula qualquer tentativa de estabelecer um cronograma de manutenção periódica, condenando a gerência a um estado permanente de improvisação e insuficiência técnica frente aos desafios atuais.

A compreensão do cenário de Maringá exige a aplicação do conceito de dependência de trajetória (path dependence), não para criticar o plano urbanístico original de Jorge de Macedo Vieira ou a arborização planejada por Luiz Teixeira Mendes, que deu a cidade de um patrimônio biológico inestimável, mas para analisar como o modelo de gestão administrativa se estagnou, falhando em acompanhar a evolução natural desse ativo. O problema central não reside na concepção da "cidade-jardim", mas na incapacidade institucional de atualizar os mecanismos de manejo e execução necessários para sustentar a qualidade desse plano ao longo das décadas. Observa-se um descompasso entre as diretrizes técnicas modernas, como as contidas no próprio Plano de Gestão da Arborização Urbana (PGAU), e a estrutura operacional que deveria aplicá-las.

O atraso institucional manifesta-se, primordialmente, na recusa implícita em tratar a arborização como uma infraestrutura crítica. Diferente das redes de saneamento ou energia, que exigem ciclos rigorosos de manutenção e substituição planejada para evitar o colapso do sistema, a floresta urbana de Maringá tem sido gerida sob uma lógica de manutenção reativa. Essa baixa priorização estratégica resulta na destinação insuficiente de recursos financeiros e de capital humano, estagnando o setor em um estado crítico. Enquanto o PGAU estabelece recomendações claras para a substituição de espécies e renovação do dossel, a execução esbarra na falência produtiva do Viveiro Municipal, na ineficiência das equipes operacionais e na carência de equipamentos básicos. Sem as ferramentas para a ação, o plano torna-se uma carta de intenções desprovida de aplicabilidade prática.

Essa defasagem é agravada por sistemas administrativos que, embora consolidados, são inadequados para a especificidade da arborização. O uso da Ouvidoria 156 como principal balizador, somado a modelos de licitação repetitivos e

falhos, demonstra a persistência em métodos que já se provaram insuficientes. O molde licitatório atual, que frequentemente concentra toda a operação em uma única empresa, ignora as dificuldades logísticas e técnicas de se manejar uma floresta urbana deste porte, resultando em serviços mal executados ou contratos abandonados. Esse congelamento dos modelos de contratação impede que a cidade adote soluções mais ágeis e segmentadas, que permitissem, por exemplo, ver a senescência não como uma crise, mas como uma oportunidade de renovação estratégica e ajuste de infraestrutura, conforme observado no modelo de Melbourne.

Ao negligenciar a necessidade de uma substituição planejada e regular, Maringá transforma o que deveria ser um manejo preventivo em uma sucessão de intervenções emergenciais. A remoção de uma árvore senescente em risco de queda, sem que tenha havido um planejamento prévio para sua reposição imediata com mudas de padrão superior, é percebida como uma perda patrimonial definitiva. Perde-se a oportunidade da renovação inteligente e dinâmica, que poderia ser prevista com ferramentas de análise preditiva muito mais sofisticadas do que o censo estático realizado no passado.

A dependência da trajetória, sem as devidas atualizações para enfrentar o cenário de extremos climáticos do século XXI, converte a virtude histórica de Maringá em uma vulnerabilidade atual. A floresta urbana, que já rendeu títulos de prestígio à cidade, caminha rumo à obsolescência devido ao descompasso de sua gestão. Sem o suporte de uma logística de reposição eficiente, de um viveiro produtivo e de um manejo preventivo real, a cidade se mantém presa no ciclo de uma gestão reativa. O resultado é a aproximação de um colapso estrutural, onde a árvore, um serviço ecossistêmico vital, passa a ser percebida como uma ameaça à integridade física da infraestrutura e dos cidadãos.

A inércia institucional discutida anteriormente reflete-se, de forma mais crítica, na ausência de uma estrutura de governança capaz de gerir o risco e a resposta a desastres de forma integrada. A análise da logística da emergência em Maringá demonstra que a inexistência de um plano de contingência formalizado e de um comitê de crise operacional constitui o principal gargalo para a resiliência urbana. Atualmente, a cidade carece de uma estratégia que minimize o tempo de resposta e acelere o restabelecimento da normalidade após eventos climáticos extremos. A resiliência não é medida apenas pela resistência da árvore ao vento, mas, fundamentalmente, pela agilidade com que o sistema urbano recupera suas funções

essenciais, como a desobstrução de vias e a retomada do fornecimento de energia, após o impacto.

O que se observa no cenário pós-desastre em Maringá é uma fragmentação de esforços que prolonga desnecessariamente o estado de crise. A falta de integração entre a Gerência de Arborização (SELURB), a Defesa Civil, o Corpo de Bombeiros e a concessionária de energia (Copel) gera uma resposta desarticulada. Sem uma central de comando unificada, equipes de diferentes órgãos executam trajetos redundantes ou deixam lacunas críticas de atendimento por falta de uma priorização técnica compartilhada. Essa morosidade no fluxo de informações e na coordenação de campo é o que impede que a cidade saia rapidamente da condição de paralisia logística, transformando quedas massivas de árvores em eventos de longa duração que interrompem o fluxo urbano e a prestação de serviços por dias.

Dentro dessa estrutura de governança falha, a interface com a rede elétrica surge como um componente de complexidade que ainda não foi devidamente equacionado sob a ótica da gestão de riscos. A ausência de diretrizes específicas para o manejo em corredores de infraestrutura crítica, como as redes tronco de alta tensão, e a falta de definições rigorosas sobre as espécies mais adequadas para esses locais dificultam a cooperação técnica no momento da emergência. Em vez de um pacto de resiliência mútua, o que ocorre é uma gestão de conflitos de competência que retarda a liberação de vias e a recomposição do sistema elétrico. Para que Maringá se torne resiliente, a arborização precisa sair do isolamento administrativo e ser integrada a um núcleo de inteligência composto por todos os braços da força de resposta, incluindo o Planejamento Urbano e a Segurança Pública.

Lidar com a árvore como infraestrutura urbana essencial exige que seu planejamento e manutenção sejam parte integrante de protocolos mais complexos e estruturados. A morosidade no restabelecimento da normalidade após microexplosões é a prova material de que a governança de risco em Maringá ainda é operada de forma artesanal e fragmentada. Somente através de uma estrutura de comando unificada, que estabeleça prioridades claras e fluxos de comunicação assertivos antes da ocorrência do evento extremo, será possível reduzir o tempo de resposta e garantir que a cidade retome sua funcionalidade com a máxima eficiência.

Em suma, a análise crítica revela que o atual modelo de gestão de Maringá padece de uma 'miopia operacional': ao focar excessivamente na urgência do protocolo individual e na reação ao dano consolidado, a administração perde de vista a integridade sistêmica da floresta urbana. A fragilidade da resiliência municipal não reside na árvore em si, mas na desarticulação entre o planejamento técnico e a capacidade de execução logística. O diagnóstico de um passivo 30 mil intervenções pendentes, somado a uma governança fragmentada e à ausência de monitoramento preditivo, confirma que a cidade atingiu o limite de sustentabilidade do seu modelo tradicional. Portanto, a transição de uma gestão artesanal e reativa para uma política pública de resiliência baseada em dados e integração institucional não é mais uma opção de aperfeiçoamento, mas uma condição imperativa para a sobrevivência do patrimônio ambiental e a segurança da infraestrutura urbana frente à nova realidade climática.

#### 4.3. Propostas de Aperfeiçoamento e Recomendações

A superação do cenário de vulnerabilidade sistemática diagnosticado nas seções precedentes requer uma mudança de paradigma na administração pública municipal, abandonando a postura de zeladoria reativa em favor de uma estrutura de planejamento estratégico voltada à mitigação de riscos climáticos. As propostas de aperfeiçoamento e as recomendações a seguir estruturam-se como um roteiro para a modernização da gestão da arborização em Maringá, buscando converter o patrimônio verde em uma infraestrutura urbana verdadeiramente resiliente. Este capítulo propõe diretrizes que enfrentam os gargalos tecnológicos, operacionais e de governança, articulando o uso de ferramentas digitais, a reestruturação da base produtiva e a integração entre órgãos públicos para garantir que a cidade não apenas resista aos eventos extremos, mas recupere sua funcionalidade de forma ágil e segura.

A superação do silêncio das informações e da obsolescência dos dados de 2005, identificados como o primeiro grande gargalo de Maringá, exige a implementação imediata de um Inventário Dinâmico e Digital. Esta medida consiste na migração definitiva do censo estático para uma plataforma de Sistema de Informação Geográfica (SIG), capaz de ser atualizada em tempo real pelas equipes

de campo da prefeitura. Para viabilizar essa transição tecnológica, o município deve buscar no mercado empresas especializadas que forneçam a infraestrutura digital inicial, nos moldes do que já ocorre em outras cidades, como São Paulo. Através de processos licitatórios voltados à inovação, a plataforma deve ser incorporada à rotina diária da gerência de arborização, permitindo que cada intervenção, poda, supressão ou plantio gere uma atualização imediata no banco de dados, garantindo a autenticidade do gêmeo digital da floresta urbana.

A adoção deste sistema exclusivo para o planejamento e manejo da arborização permitirá uma revisão estrutural no fluxo de atendimento aos munícipes. Atualmente, a precedência do Sistema 156 (sistema da Ouvidoria) inverte a lógica da resiliência ao priorizar a pressão social sobre o risco técnico. Com a nova arquitetura de dados, o Protocolo 156 deixará de ser o balizador primário da execução e passará a funcionar como um *input* de dados para o sistema de gestão. A prioridade de execução será determinada por critérios técnicos de vulnerabilidade do espécime, captados no levantamento de campo com tecnologia LIDAR (Light Detection and Ranging ou Detecção e Alcance por Luz) e localização estratégica, como a proximidade de hospitais, vias arteriais de alto fluxo e corredores de redes de alta tensão ou demais infraestruturas críticas. Dessa forma, a gestão técnica recupera sua autonomia, garantindo que o atendimento ocorra onde o risco é maior, independentemente da intensidade das reclamações individuais.

Complementando a base de dados georreferenciada, propõe-se a integração de projetos-piloto de Monitoramento por Sensores e Inteligência Artificial. A infraestrutura já disponível no município, como a estação climática da Universidade Estadual de Maringá (UEM) e os sensores do Aeroporto de Maringá, deve ser integrada a uma rede expandida de estações meteorológicas, instalando-se no mínimo uma unidade em cada quadrante da cidade. Dada a extensão territorial do município, o monitoramento por quadrantes fornecerá informações mais precisas sobre a atividade climática localizada, permitindo cruzar dados de vento e pluviosidade com o histórico de intercorrências. Essa análise personalizada permitirá definir limites de risco específicos para cada região, gerando alertas preditivos à população de forma coordenada com a Defesa Civil, o que é crucial para prevenir acidentes decorrentes de eventos climáticos extremos.

Por fim, a transparência e a legitimidade das políticas de renovação do dossel devem ser sustentadas por um Painel Público de Monitoramento (Dashboard). Esta

ferramenta de acesso livre permitirá que o cidadão acompanhe, em tempo real, os indicadores da arborização e compreenda os fundamentos técnicos que justificam o manejo ou a substituição de espécimes senescentes. Além de combater a resistência cultural à renovação do patrimônio arbóreo, o painel fornecerá aos gestores indicadores de desempenho das equipes em campo. Através de análises quantitativas, o sistema indicará o volume de substituições necessárias e realizadas, gerando estimativas de demanda de mudas que servirão para nortear o planejamento produtivo do Viveiro Municipal, fechando o ciclo de gestão entre o diagnóstico no campo e a produção de novos ativos biológicos.

Dessa forma, a estimativa de demanda gerada pelos dados digitais deve ser o balizador para a reestruturação do Viveiro Municipal, que precisa abandonar sua função de depósito passivo para se converter em uma unidade de produção de mudas de alto padrão técnico. No longo prazo, o objetivo é a autossuficiência produtiva do município, garantindo que os novos exemplares cultivados possuam status de mudas de excelência como fuste elevado e sistema radicular bem conduzido, características fundamentais para a convivência harmônica com as calçadas e redes de infraestrutura. No curto prazo, enquanto essa capacidade plena é desenvolvida, a unidade deve ser qualificada para atuar como um centro logístico de controle de qualidade e aclimatação. É essencial que o viveiro tenha estrutura para acomodar adequadamente mudas provenientes de compras diretas, doações ou conversões de multas ambientais e Termos de Ajuste de Conduta (TAC), assegurando que o tempo de espera até o plantio definitivo não comprometa o vigor ou o padrão desejado para o dossel urbano.

Paralelamente à qualificação do insumo biológico, a modernização operacional requer a superação do empirismo que hoje limita as ações no campo técnico. A implementação de um plano de modernização de equipamentos é indispensável para elevar o rigor das avaliações, que atualmente se restringem, em grande parte, à inspeção visual. A recomendação central é a aquisição e o treinamento para o uso de instrumentos de diagnóstico não invasivo, como o tomógrafo de impulso, resistógrafos e boroscópios. O emprego dessas ferramentas permitirá identificar podridões internas e cavidades invisíveis a olho nu, oferecendo laudos técnicos baseados em evidências biomecânicas sólidas. Isso reduz as remoções desnecessárias de árvores aparentemente doentes, mas estruturalmente

sadias, ao mesmo tempo em que identifica riscos reais ocultos em exemplares visualmente vigorosos, aumentando a segurança jurídica e técnica das intervenções.

Essa precisão no diagnóstico, contudo, só se traduz em resiliência urbana se houver capacidade de execução proporcional. Portanto, o plano deve incluir um levantamento detalhado e o monitoramento constante da frota de veículos e de todos os equipamentos destinados ao manejo, como motosserras, motopodas e guinchos. A otimização dos recursos operacionais depende de um inventário rigoroso que permita o acompanhamento da vida útil desses bens, evitando que equipamentos parados por falta de manutenção gerem gargalos na execução do serviço. A atualização sistemática da frota, aliada à adequação do número de equipes e ao provimento de material básico de trabalho, é o que garantirá que o manejo preventivo e as substituições planejadas ocorram com a agilidade necessária para manter a funcionalidade da cidade e a segurança dos cidadãos frente aos desafios climáticos.

A consolidação de um diagnóstico preciso e o fortalecimento da base produtiva permitem que o município avance para a implementação de um programa de substituição planejada, fundamentado no conceito de senescência programada. Em vez de manter a postura reativa de aguardar o colapso estrutural ou a queda iminente de exemplares senescentes, o que, como visto na análise crítica, gera riscos elevados e custos de emergência, a gestão deve adotar a remoção e o replantio sistemático de corredores urbanos cujas espécies atingiram o fim de seu ciclo de vida útil. Inspirada no modelo de Melbourne, essa transição exige uma avaliação técnica rigorosa e um planejamento estratégico que harmonize a retirada do ativo biológico antigo com a introdução imediata de novas mudas de alto padrão. Essa execução coordenada entre a gerência de arborização e o viveiro municipal é vital para mitigar hiatos na cobertura de copa, garantindo a continuidade dos serviços ecossistêmicos e a segurança biomecânica das vias públicas.

Para viabilizar essa escala de renovação e enfrentar o passivo histórico de protocolos acumulados, é indispensável a adoção de novos modelos de contratação de serviços terceirizados. A prática atual de concentrar a operação em um único contrato de grande escala demonstrou-se vulnerável, resultando em sufocamento operacional e riscos de paralisia em caso de descumprimento contratual. A recomendação central é o fatiamento das licitações por lotes geográficos menores, permitindo que múltiplas empresas atuem simultaneamente em diferentes regiões da

cidade. Esse modelo fomenta a especialização técnica das contratadas e confere maior agilidade ao manejo preventivo. Além disso, a fragmentação geográfica aumenta a capacidade adaptativa do município em momentos de crises causadas por eventos climáticos extremos. A disponibilidade de diversas frentes de trabalho operando de forma independente garante que a cidade não fique desassistida caso uma empresa licitada enfrente dificuldades pontuais, permitindo o remanejamento imediato de recursos para a cobertura de lacunas críticas.

Essa descentralização da execução, aliada à substituição planejada, transforma a logística da arborização em um sistema mais robusto e menos dependente de uma única estrutura de suporte. Ao aumentar o número de equipes simultâneas operando sob diretrizes técnicas padronizadas, o município consegue dar vazão tanto às demandas represadas quanto aos novos projetos de renovação do dossel. Tal estratégia é fundamental para que Maringá recupere sua capacidade de gestão proativa, assegurando que o manejo ocorra com a frequência necessária para evitar que árvores em fim de ciclo de vida se tornem focos de insegurança urbana. O objetivo deixa de ser apenas a resolução de protocolos individuais e passa a ser a manutenção da saúde e da longevidade da floresta urbana como um todo, tratando-a como um sistema dinâmico que exige renovação constante para permanecer funcional e resiliente.

Entretanto, a descentralização das frentes de trabalho por meio de novos modelos de licitação exige, obrigatoriamente, o fortalecimento da fiscalização e do acompanhamento técnico rigoroso das intervenções. Independentemente de as equipes serem terceirizadas pelo município ou pela concessionária de energia (Copel), o acompanhamento em tempo real deve ser institucionalizado para garantir que o manejo esteja sendo executado estritamente dentro das normas técnicas de arborização urbana. Essa supervisão constante não apenas assegura a qualidade e a segurança do serviço, mas também permite que a administração realize correções de rota imediatas caso sejam detectadas falhas procedimentais ou desvios em relação ao planejamento estratégico. Somente através de uma fiscalização ativa será possível evitar que erros de manejo, como os identificados na análise crítica, comprometam a vitalidade do dossel e a resiliência do sistema urbano como um todo.

Para consolidar essas ações e garantir que os recursos tecnológicos e operacionais sejam mobilizados com eficiência, propõe-se a estruturação do eixo de

Governança e Inteligência Institucional, centralizado na criação de um Comitê de Crise e Gestão de Desastres. Esta unidade unificada deve congrega representantes estratégicos da Gerência de Arborização, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Guarda Municipal, Ouvidoria, Secretaria de Trânsito e Copel, funcionando como um centro de inteligência permanente para a gestão de riscos e a resposta a eventos climáticos extremos. Essa proposta prevê que este centro seja uma estrutura predefinida, com membros capacitados que, ao serem acionados diante de alertas meteorológicos, assumam imediatamente o comando coordenado das operações. A unificação dessas forças em uma central de trabalho institucionalizada visa eliminar ruídos de comunicação e redundâncias logísticas, garantindo que a priorização técnica dos chamados siga uma hierarquia de urgência clara e assertiva, focada no restabelecimento rápido da funcionalidade urbana.

A operacionalização desse comitê deve ser norteada por um Manual Operacional de Emergências, a ser desenvolvido de forma colaborativa pelos próprios membros de cada setor. Este documento servirá como um plano de contingência robusto, unindo os conhecimentos técnicos de cada área para definir protocolos de atuação pré-estabelecidos. O manual deve detalhar desde os fluxos de comunicação interna até os procedimentos de segurança para o manejo de árvores em contato com redes energizadas e a desobstrução de vias prioritárias. Com a institucionalização dessa governança e a criação de planos de trabalho conjuntos, Maringá deixará de operar sob a lógica do imprevisto diante dos desastres. A árvore passa a ser integrada a um sistema de segurança pública municipal onde todos os braços do poder público estão preparados e treinados para agir de forma coesa, transformando a gestão da arborização em um componente vital e inteligente da estratégia de resiliência da cidade.

Em síntese, o percurso trilhado ao longo deste quarto capítulo permitiu confrontar a realidade operacional da arborização de Maringá com os imperativos da resiliência urbana frente às mudanças climáticas. Do diagnóstico das fragilidades tecnológicas e infraestruturais à proposição de eixos estratégicos de modernização, ficou evidente que a transição para uma gestão baseada em evidências não é apenas uma necessidade técnica, mas uma prioridade de segurança pública. Ao consolidar diretrizes que abrangem desde o inventário dinâmico até a estruturação de um comitê de crise unificado, estabelece-se o alicerce necessário para que as políticas municipais superem a reatividade histórica e o engessamento institucional.

Assim, os resultados aqui apresentados fornecem a fundamentação técnica e política indispensável para a elaboração das recomendações finais, consolidando as estratégias que permitirão ao município harmonizar sua identidade histórica de cidade-jardim com a urgência de uma infraestrutura verde inteligente, segura e verdadeiramente resiliente.

## **CAPÍTULO V: CONSIDERAÇÕES FINAIS**

### **5.1. Síntese dos Principais Achados**

Com base nos resultados detalhados no diagnóstico e na análise crítica desenvolvidos nesta pesquisa, as considerações finais sintetizam um cenário de transição desafiador para a gestão pública de Maringá. A investigação permitiu concluir que a identidade histórica de "cidade-jardim" encontra-se atualmente sob uma condição de vulnerabilidade sistêmica, onde o descompasso entre o planejamento técnico e a capacidade de execução logística compromete a resiliência urbana frente ao novo normal climático.

O diagnóstico revelou que o primeiro e mais crítico gargalo da administração municipal é o "silêncio das informações". A gestão baseia-se em uma base de dados obsoleta, cujo último levantamento censitário com rigor de campo, o "Projeto Árvore", foi finalizado em 2005. Essa carência de dados dinâmicos e atualizados transforma ferramentas como o Portal GeoMaringá em repositórios estáticos, impedindo análises preditivas de risco e distanciando o gestor da realidade biológica do dossel urbano. Como consequência, a arborização é gerida de forma puramente reativa, utilizando o Sistema 156 da Ouvidoria Municipal como principal balizador operacional. Esse modelo transfere a priorização do manejo da esfera técnica para a conveniência da pressão social, negligenciando espécimes em áreas silenciosas com alto potencial de colapso.

A fragilidade estende-se à infraestrutura física de apoio, marcada pelo sucateamento do Viveiro Municipal. A unidade encontra-se em estado de obsolescência, com sistemas de irrigação inativos e estufas deterioradas, o que inviabiliza a produção de mudas de alto padrão técnico essenciais para a renovação

da malha arbórea. Esse estrangulamento na cadeia de suprimentos biológicos reflete-se na incapacidade de realizar a substituição planejada de espécimes senescentes, consolidando uma rigidez operacional que paralisa a autorrenovação do sistema ecológico urbano.

É fundamental ressaltar que Maringá dispõe de uma base normativa robusta: o Plano de Gestão da Arborização Urbana (PGAU). Publicado em 2019, o PGAU apresenta-se como uma excelente ferramenta de planejamento, dotada de rigor técnico e diretrizes que visam a modernização e a sustentabilidade do patrimônio verde. Trata-se de um instrumento de excelência que deve ser levado em consideração em todos os cenários de gestão, pois contempla as rotas para a diversificação botânica e o manejo adequado. Contudo, os achados desta pesquisa demonstram que as qualidades intrínsecas ao plano esbarram em limitações operacionais severas.

No campo operacional, a pesquisa identificou uma paralisia administrativa evidenciada pelo represamento alarmante de serviços: o passivo de protocolos saltou de 6.600 em 2019 para mais de 17.600 solicitações ativas em 2025. Desse total, cerca de 10.500 aguardam vistoria e 7.100 esperam execução, gerando tempos de espera que se estendem por anos. Esta bola de neve é alimentada pela insuficiência de equipes próprias, pela precariedade da frota e por falhas recorrentes no modelo de terceirização, que sofre com contratos juridicamente frágeis e interrupções no serviço.

A análise crítica aprofundou esses achados ao identificar o fenômeno da dependência de trajetória, em que o modelo de gestão estagnou-se ao falhar em atualizar os mecanismos de manejo necessários para sustentar o plano urbanístico original. A recusa implícita em tratar a arborização como uma infraestrutura crítica resulta em baixa priorização estratégica e orçamentária. Além disso, a governança de risco mostrou-se fragmentada e artesanal. A ausência de um plano de contingência formalizado e de um comitê de crise operacional impede respostas integradas entre SELURB, Defesa Civil, Corpo de Bombeiros e Copel.

Em suma, a síntese dos achados confirma que Maringá padece de uma miopia operacional, tratando os sintomas das quedas sem enfrentar as causas raízes da obsolescência tecnológica e operacional. A transição para uma política pública baseada em evidências, integração institucional e monitoramento preditivo não é mais uma opção de aperfeiçoamento, mas uma condição imperativa para

garantir a segurança da infraestrutura urbana e a continuidade dos serviços essenciais frente à nova realidade climática.

## 5.2. Contribuições da Pesquisa

As contribuições desta pesquisa estendem-se por diferentes dimensões, oferecendo subsídios que transitam da reflexão teórica à aplicação prática na administração pública. No campo teórico, o trabalho avança ao consolidar a intersecção entre a arborização urbana e os conceitos de resiliência e logística humanitária. Ao tratar a floresta urbana não como um elemento meramente ornamental, mas como uma infraestrutura crítica, a dissertação fornece um novo enquadramento para as políticas públicas municipais. A aplicação do conceito de dependência de trajetória para explicar o engessamento institucional de Maringá também representa um aporte teórico relevante, pois permite compreender como o sucesso de planos urbanísticos passados pode, paradoxalmente, retardar as inovações necessárias para enfrentar os desafios climáticos do século XXI.

Do ponto de vista metodológico, a pesquisa estabelece um modelo de diagnóstico sistêmico que pode ser replicado em outros municípios de médio e grande porte, especialmente naqueles que compartilham a característica de cidades planejadas e densamente arborizadas. A estruturação da análise em eixos distintos, tecnológico, de infraestrutura e operacional, oferece um roteiro claro para a identificação de gargalos que, muitas vezes, permanecem invisíveis em vistorias isoladas. Ao integrar o levantamento de protocolos acumulados com a análise da capacidade produtiva do viveiro e a eficácia das ferramentas de geoprocessamento, o método aqui empregado transforma dados dispersos em um panorama coeso da vulnerabilidade urbana, permitindo uma transição fundamentada do manejo reativo para o proativo.

Por fim, as contribuições práticas materializam-se na proposição de um conjunto de diretrizes que servirão de base para a elaboração do produto técnico final: uma cartilha de recomendações para gestores. Este material tem como objetivo traduzir o rigor acadêmico em orientações aplicáveis à realidade da Gerência de Arborização e demais órgãos envolvidos. As propostas de implementação de um inventário dinâmico, a reestruturação logística do viveiro e a criação de um comitê de

crise interdisciplinar não são apenas sugestões isoladas, mas componentes de uma estratégia de governança integrada. Assim, a pesquisa cumpre seu papel social ao entregar ao município de Maringá um guia estratégico para a renovação de seu patrimônio verde, garantindo que a preservação da identidade caminhe lado a lado com a segurança pública e a mitigação de desastres climáticos.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 37123: Cidades e comunidades sustentáveis – Indicadores para cidades resilientes. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ALBERTI, M.; MARZLUFF, J. M.; SHULENBERGER, E.; BRADLEY, G.; RYAN, C.; ZUMBRUNNEN, C. Integrating humans into ecology: Opportunities and challenges for studying urban ecosystems. *BioScience*, [S. l.], v. 53, n. 12, p. 1169-1179, 2003.

ARUP. City Resilience Index. New York: The Rockefeller Foundation, 2014. Disponível em: <https://www.arup.com/globalassets/downloads/insights/city-resilience-index.pdf> Acesso em: 15 abr. 2025.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 11 jul. 2001.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 11 abr. 2012.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Manual de Planejamento em Proteção e Defesa Civil – Volume V: Planos de Contingência. Brasília, DF: MIDR, 2022.

BRUNEAU, M.; CHANG, S. E.; EGUCHI, R. T.; LEE, G. C.; O'ROURKE, T. D.; REINHORN, A. M. A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. *Earthquake Spectra*, v. 19, n. 4, p. 733-752, 2003.

CORDOVIL, F. C. de S. A aventura planejada: engenharia e urbanismo na construção de Maringá, PR 1947 – 1982. São Carlos: Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, 2010.

DAVOUDI, S. Resilience: A bridging concept or a dead end? *Planning Theory & Practice*, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 299-307, 2012.

FOLKE, C.; CARPENTER, S.; ELMQVIST, T.; GUNDERSON, L.; HOLLING, C. S.; WALKER, B. Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations. *Ambio*, [S. l.], v. 31, n. 5, p. 437-440, 2002.

GERMANO, Paulo José Moraes Monteiro et al. Investigação multitemporal de ilhas de calor e de frescor em Maringá, Paraná, utilizando imagens do satélite Landsat 5-2000 a 2010. 2012. Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá (Mestrado)

IPCC - Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 2023.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 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: IPCC, 2023.

LAVELL, A.; MASKREY, A. The future of disaster risk management. *Environmental Hazards*, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 267-280, 2014.

LEICHENKO, R. Climate change and urban resilience. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, [S. l.], v. 3, n. 3, p. 164-168, 2011.

LIAO, K. H. A theory on urban resilience to floods—A basis for alternative planning practices. *Ecology and Society*, [S. l.], v. 17, n. 4, art. 48, 2012.

MARINGÁ (Município). Decreto nº 336, de 08 de fevereiro de 2018. Regulamenta a Lei nº 10.510/2017, que dispõe sobre a execução de serviços de poda, corte, remoção com destoca e substituição de árvores no passeio público. *Jornal do Município, Maringá, PR*, 2018.

MARINGÁ (Município). Lei Ordinária nº 10.510, de 26 de outubro de 2017. Dispõe sobre a execução de serviços de poda, corte, remoção com destoca e substituição de árvores no passeio público de Maringá e dá outras providências. *Jornal do Município, Maringá, PR*, 2017.

MARINGÁ (Município). Prefeitura. Plano de Gestão da Arborização Urbana de Maringá - PGAU. Maringá, PR: Prefeitura Municipal de Maringá, 2019.

MEEROW, S.; NEWELL, J. P.; STULTS, M. Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, [S. l.], v. 147, p. 38-49, 2016.

NOWAK, D. J.; GREENFIELD, E. J.; KO, Y.; WALTON, J. T.; COVIL, J. Assessing urban forest effects and values: New York City's urban forest. USDA Forest Service, Resource Bulletin NRS-116, 2017.

PELLING, M. The vulnerability of cities: Natural disasters and social resilience. London: Earthscan, 2003.

ROY, S.; BYRNE, J.; PICKERING, C. A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 11, n. 4, p. 351-363, 2012.

SOLERA, M. L. et al. Guia metodológico para implantação de infraestrutura verde (livro eletrônico). São Paulo: IPT, FIPT. 2020. 79 p. (IPT Publicação 3035).

SULAIMAN, S. N. GIRD+10: caderno técnico de gestão integrada de riscos e desastres. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, 2021, v.1. 154p.

TWIGG, J. Characteristics of a Disaster-resilient Community: A Guidance Note. Version 2. London: DFID Disaster Risk Reduction Interagency Coordination Group, 2009.

UNDRR - UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. How to Make Cities More Resilient: A Handbook for Local Government Leaders. Geneva: UNISDR, 2012.

UNISDR - UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction. Geneva: UNISDR, 2009.

UNISDR - UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. Geneva: UNISDR, 2015.

VALE, L. J.; CAMPANELLA, T. J. (ed.). The resilient city: How modern cities recover from disaster. New York: Oxford University Press, 2005.

WALKER, B.; HOLLING, C. S.; CARPENTER, S. R.; KINZIG, A. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. *Ecology and Society*, [S. l.], v. 9, n. 2, art. 5, 2004.

WISNER, B.; BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I. At Risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters. 2. ed. London: Routledge, 2003.

## **ANEXO: PRODUTO TÉCNICO-TECNOLÓGICO**

# CARTILHA DE RECOMENDAÇÕES

Diagnóstico e Diretrizes para uma Arborização Urbana  
Resiliente em Maringá

ANDREY SERGIO LIMONTA



Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes  
Departamento de Ciências Sociais  
Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas

Maringá  
2026

Universidade Estadual de Maringá  
Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes  
Departamento de Ciências Sociais  
Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas

---

ANDREY SERGIO LIMONTA

## CARTILHA DE RECOMENDAÇÕES

Diagnóstico e Diretrizes para uma  
Arborização Urbana Resiliente em Maringá

Produto Técnico-Tecnológico apresentado ao Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas da Universidade Estadual de Maringá, como requisito para a obtenção do título de Mestre em Políticas Públicas, vinculado à dissertação intitulada: Arborização Urbana e Resiliência em Maringá: Mitigação de Riscos e Otimização da Resposta a Eventos Climáticos Extremos.

**Orientador:**

Prof. Dr. Antônio Rafael Marchezan Ferreira

Maringá  
2026

Dados Internacionais de Catalogação-na-Publicação (CIP)  
(Biblioteca Central - UEM, Maringá - PR, Brasil)

L734c

Limonta, Andrey Sergio

Cartilha de recomendações : diagnóstico e diretrizes para uma arborização urbana resiliente em Maringá / Andrey Sergio Limonta. -- Maringá, PR, 2026.  
22 f.

Acompanha a dissertação de mestrado: Arborização urbana e resiliência em Maringá.  
61 f.

Orientador: Prof. Dr. Antonio Rafael Marchezan Ferreira.

Produto (mestrado profissional) - Universidade Estadual de Maringá, Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes, Departamento de Ciências Sociais, Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas - Mestrado Profissional, 2026.

1. Arborização urbana - Maringá. 2. Infraestrutura urbana - Maringá. 3. Gestão ambiental. 4. Sustentabilidade. I. Ferreira, Antonio Rafael Marchezan, orient. II. Universidade Estadual de Maringá. Centro de Ciências Humanas, Letras e Artes. Departamento de Ciências Sociais. Programa de Pós-Graduação em Políticas Públicas - Mestrado Profissional. III. Título.

CDD 23.ed. 363.7

## SUMÁRIO EXECUTIVO

### 1. O Cenário de Risco

Maringá enfrenta uma vulnerabilidade sistêmica em sua floresta urbana, caracterizada pelo envelhecimento simultâneo (senescência) de espécimes no plano piloto e baixa diversidade biológica. O diagnóstico aponta que a gestão atual é predominantemente reativa, baseada em dados obsoletos do censo de 2005 e em um passivo operacional que ultrapassa 17.600 protocolos pendentes.

A fundamentação técnica deste diagnóstico e as subsequentes propostas de intervenção estão alinhadas às diretrizes da **ABNT NBR ISO 37.123** de 2021 (Cidades e comunidades sustentáveis – Indicadores para cidades resilientes). A adoção desta norma como base permite que a gestão da arborização de Maringá supere o modelo atual de resposta a crises e passe a operar sob métricas internacionais de governança de risco. Ao integrar esses padrões às rotinas administrativas e operacionais, as recomendações aqui descritas buscam garantir que a infraestrutura verde contribua para a segurança urbana de forma mensurável, reduzindo vulnerabilidades e elevando a capacidade de pronta recuperação do município perante desastres climáticos.

### 2. Pilares da Proposta

Para converter a arborização em uma infraestrutura crítica de proteção, o produto técnico recomenda:

- **Modernização Digital:** Implementação de Inventário Dinâmico via SIG e tecnologia LiDAR para análise preditiva de riscos e conflitos com a rede elétrica.
- **Reestruturação do Viveiro:** Transformação da unidade em um centro de excelência para produção de mudas de alto padrão técnico, garantindo a autossuficiência e a qualidade biomecânica do replantio.
- **Governança de Crise:** Criação de um Comitê de Crise unificado (SELURB, Defesa Civil, Bombeiros e Copel) orientado por um Plano de Contingência e Manual Operacional de Emergências.
- **Senescência Programada:** Substituição estratégica e planejada de corredores arbóreos em fim de ciclo de vida, evitando o colapso e mantendo a cobertura de copa.

### 3. Impactos Esperados

A adoção destas diretrizes visa a redução de danos ao patrimônio público e privado, a mitigação de interrupções em serviços essenciais (energia e trânsito) e o fortalecimento da segurança pública de Maringá perante o novo normal climático.

# SUMÁRIO

|  |           |
|--|-----------|
| <b>CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO E PROPÓSITO .....</b>                              | <b>4</b>  |
| 1.1. A Arborização como Infraestrutura Crítica e Estratégica .....           | 4         |
| 1.2. O Novo Normal e a Resiliência Urbana .....                              | 4         |
| 1.3. A Interface com a Logística Humanitária .....                           | 4         |
| <b>CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO DA REALIDADE ATUAL .....</b>                     | <b>6</b>  |
| 2.1. O Silêncio das Informações: O Hiato Informativo .....                   | 6         |
| 2.2. Vulnerabilidades Estruturais da Floresta Urbana .....                   | 6         |
| 2.3. Gargalo Operacional e a "Bola de Neve" Administrativa .....             | 7         |
| <b>CAPÍTULO III: DIRETRIZES PARA A GESTÃO DE DADOS E MONITORAMENTO .....</b> | <b>8</b>  |
| 3.1. Inventário Dinâmico e Digital em Tempo Real .....                       | 8         |
| 3.2. Tecnologia LiDAR e a Consolidação do Gêmeo Digital .....                | 9         |
| 3.3. Monitoramento por Quadrantes e Alertas Preditivos .....                 | 9         |
| <b>CAPÍTULO IV: REESTRUTURAÇÃO DA BASE OPERACIONAL E PRODUTIVA .....</b>     | <b>10</b> |
| 4.1. O Novo Viveiro Municipal: Centro de Produção de Excelência .....        | 10        |
| 4.2. Diagnóstico de Precisão e Modernização Instrumental .....               | 10        |
| 4.3. Novo Modelo de Terceirização e Fatiamento de Lotes .....                | 11        |
| <b>CAPÍTULO V: PROTOCOLOS DE RESPOSTA E LOGÍSTICA HUMANITÁRIA .....</b>      | <b>12</b> |
| 5.1. Comitê de Crise e Gestão de Desastres .....                             | 12        |
| 5.2. Hierarquia de Urgência e Logística Humanitária .....                    | 12        |
| 5.3. Senescência Programada: Gestão do Ciclo de Vida .....                   | 13        |
| <b>CAPÍTULO VI: CONSIDERAÇÕES SOBRE GOVERNANÇA E TRANSPARÊNCIA .....</b>     | <b>14</b> |
| 6.1. Dashboard Público: Gestão à Vista e Transparência .....                 | 14        |
| 6.2. Educação para o Risco e Desconstrução da Insegurança .....              | 14        |
| <b>CAPÍTULO VII: CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>                              | <b>16</b> |
| <b>REFERÊNCIAS .....</b>   | <b>17</b> |

## CAPÍTULO I: INTRODUÇÃO E PROPÓSITO

### 1.1. A Arborização como Infraestrutura Crítica e Estratégica

A arborização urbana de Maringá, embora historicamente reconhecida por sua contribuição estética e identitária à "cidade-jardim", deve ser redefinida na agenda pública como uma infraestrutura crítica de resiliência. No cenário contemporâneo de ebulição climática, as árvores deixam de ser meros elementos paisagísticos para se tornarem dispositivos de segurança pública e mitigação de riscos. Esta cartilha propõe que a gestão arbórea seja integrada ao planejamento estratégico municipal, garantindo que o patrimônio biológico atue como uma barreira de proteção — e não como um fator de vulnerabilidade — para a infraestrutura cinza e a integridade dos cidadãos.

### 1.2. O Novo Normal e a Resiliência Urbana

Maringá enfrenta um desafio sem precedentes: a intensificação de eventos climáticos extremos, como microexplosões e rajadas de vento que superam os 100km/h, como as registradas em outubro de 2023. A construção de uma cidade resiliente exige a capacidade de resistir, absorver e, fundamentalmente, recuperar as funções essenciais com agilidade após tais perturbações. O objetivo central desta diretriz é transitar de um modelo de manutenção reativo para uma gestão baseada em evidências, onde a árvore é monitorada como um ativo dinâmico capaz de suportar estresses ambientais severos sem colapsar o sistema urbano.

### 1.3. A Interface com a Logística Humanitária

A gestão da arborização sob a ótica da resiliência conecta-se diretamente à Logística Humanitária, que foca no planejamento e controle das operações para aliviar o impacto de desastres sobre a população. Reduzir o tempo de resposta para a desobstrução de vias e restabelecimento de energia elétrica é uma métrica de eficiência da gestão pública.

Assim, este documento estabelece as bases para que Maringá modernize seus processos, utilizando o rigor técnico para transformar o manejo cotidiano em uma estratégia de salvaguarda da continuidade dos serviços públicos e da vida humana.

## CAPÍTULO II: DIAGNÓSTICO DA REALIDADE ATUAL

Este capítulo expõe as fragilidades críticas identificadas na gestão da arborização de Maringá, fundamentando a urgência de uma transição para modelos proativos. O reconhecimento dessas vulnerabilidades é o alicerce para a proposição de soluções que integrem o patrimônio verde como peça fundamental da infraestrutura de proteção urbana

### 2.1. O Silêncio das Informações: O Hiato Informativo

O primeiro e mais crítico gargalo para a mitigação de riscos climáticos em Maringá é a ausência de dados precisos e dinâmicos. A gestão atual enfrenta um cenário de "silêncio informativo" que distancia o poder público da realidade da floresta urbana.

- **Obsolescência Censitária:** O último levantamento de campo rigoroso, o "Projeto Árvore", foi finalizado em agosto de 2005. Esse censo representa uma fotografia de uma cidade que já não existe após vinte anos de crescimento vegetativo e supressões.
- **Dados Estáticos:** O Plano de Gestão da Arborização Urbana (PGAU) de 2019 utilizou atualizações de 2017, já defasadas em quase uma década.
- **Ineficiência Digital:** Ferramentas como o GeoMaringá funcionam como repositórios estáticos, com informações que muitas vezes não correspondem ao que se encontra em campo, reduzindo a precisão dos laudos e manejo.

### 2.2. Vulnerabilidades Estruturais da Floresta Urbana

A massa arbórea que consolidou a identidade de Maringá enfrenta hoje o desafio da senescência e da fragilidade biológica.

- **Senescência no Plano Piloto:** Grande parte dos espécimes plantados nas primeiras décadas da fundação do município, especialmente nas avenidas centrais, está atingindo o estágio final de seu ciclo de vida. Esse envelhecimento natural eleva a probabilidade de colapsos estruturais.

- **Homogeneidade Botânica:** Existe uma preocupante dominância de poucas espécies, como observado com as Sibipirunas. Essa baixa diversidade biológica facilita a propagação de pragas e patógenos, que podem comprometer populações inteiras simultaneamente sob estresse biológico.
- **Danos Antropogênicos:** Vandalismo, colisões e manejo inadequado servem como portas de entrada para o apodrecimento interno, muitas vezes invisível até o momento da queda em eventos extremos.

### 2.3. Gargalo Operacional e a "Bola de Neve" Administrativa

O descompasso entre a demanda técnica e a capacidade de execução municipal gerou um represamento alarmante de protocolos, evidenciando uma vulnerabilidade administrativa grave.

- **Evolução do Passivo:** O volume de protocolos saltou de aproximadamente 6.600 solicitações pendentes em 2019 para um montante superior a 17.600 protocolos ativos em 2025.
- **Distribuição das Demandas (2025):**
  - Aguardando Vistoria Técnica: Cerca de 10.500 protocolos.
  - Aguardando Execução: Aproximadamente 7.100 protocolos.
- **Consequência:** Espécimes com risco potencial já identificados permanecem no espaço público por tempo excessivo, aguardando intervenção, o que agrava os danos durante tempestades e microexplosões.

## CAPÍTULO III: DIRETRIZES PARA A GESTÃO DE DADOS E MONITORAMENTO

A modernização da tomada de decisão em Maringá requer a superação do "silêncio das informações" por meio de uma arquitetura de dados que transforme o manejo arbóreo em uma política pública baseada em evidências. Este capítulo estabelece as diretrizes tecnológicas para que a administração municipal migre de um modelo estático para um sistema de inteligência preditiva.

### 3.1. Inventário Dinâmico e Digital em Tempo Real

A transição para uma gestão resiliente exige a migração imediata do censo estático para uma plataforma de Sistema de Informação Geográfica (SIG).

- **Plataforma de Gestão:** Implementação de uma infraestrutura digital onde cada intervenção — seja plantio, poda ou supressão — gere uma atualização instantânea no banco de dados.
- **Autonomia Técnica:** O sistema deve permitir que o Protocolo 156 deixe de ser o balizador primário da execução, servindo apenas como um input de dados, enquanto a priorização de campo passa a ser definida por critérios técnicos de vulnerabilidade.
- **Integração de Campo:** As equipes municipais e terceirizadas devem alimentar o sistema em tempo real, garantindo a autenticidade e a precisão das informações disponíveis para o gestor.

### 3.2. Tecnologia LiDAR e a Consolidação do Gêmeo Digital

Para elevar o rigor das avaliações e reduzir o tempo de resposta, propõe-se a adoção de tecnologias de varredura a laser de alta precisão.

- **Mapeamento Móvel (LiDAR):** Uso da tecnologia Light Detection and Ranging para criar uma nuvem de pontos em três dimensões, permitindo a análise exata da interação entre as copas e a infraestrutura urbana.
- **Análise de Conflitos e Riscos:** O "Gêmeo Digital" da floresta urbana possibilitará a identificação automatizada de inclinações críticas de troncos e conflitos com a rede elétrica, otimizando a logística de equipes para intervenções preventivas.
- **Precisão Biométrica:** Automatização da extração de medidas como altura e volume de copa, fundamentando decisões de manejo em dados biomecânicos rigorosos e reduzindo falhas de interpretação visual.

### 3.3. Monitoramento por Quadrantes e Alertas Preditivos

A resiliência sistêmica depende da integração entre os ativos biológicos e a dinâmica meteorológica local.

- **Estações Meteorológicas Localizadas:** Instalação de, no mínimo, uma unidade de monitoramento em cada quadrante da cidade para captar a atividade climática específica de cada região.
- **Cruzamento de Dados:** Integração das informações da estação climática da UEM e do Aeroporto de Maringá para correlacionar rajadas de vento e pluviosidade com o histórico de quedas.
- **Alertas de Risco:** Definição de limiares críticos de segurança que permitam à Defesa Civil emitir alertas preditivos à população, ativando níveis de resposta graduais conforme a severidade do evento climático esperado.

## CAPÍTULO IV: REESTRUTURAÇÃO DA BASE OPERACIONAL E PRODUTIVA

A modernização da gestão em Maringá requer que a capacidade de execução no campo seja proporcional ao rigor do planejamento estratégico. Este capítulo detalha as diretrizes para a reestruturação da infraestrutura física e dos modelos de contratação, visando garantir a qualidade e a segurança das intervenções.

### 4.1. O Novo Viveiro Municipal: Centro de Produção de Excelência

Para que a resiliência biológica ocorra, o município deve abandonar a função do viveiro como depósito passivo e convertê-lo em uma unidade de produção tecnológica.

- **Autossuficiência e Qualidade:** O objetivo é a produção de mudas com fuste elevado e sistemas radiculares profundos e bem conduzidos, características fundamentais para a convivência harmônica com a infraestrutura urbana.
- **Reestruturação Física:** É imperativo recuperar estufas e casas de vegetação deterioradas, além de reativar sistemas de irrigação automatizados para garantir o controle preciso de umidade e nutrição.
- **Logística e Aclimação:** No curto prazo, a unidade deve atuar como centro de controle de qualidade para mudas adquiridas de terceiros ou via TAC, assegurando que o vigor biológico não seja comprometido antes do plantio definitivo.

### 4.2. Diagnóstico de Precisão e Modernização Instrumental

A superação do empirismo nas vistorias técnicas exige o uso de ferramentas que permitam uma "visão interna" do espécime.

- **Tecnologias Não Invasivas:** Implementação do uso de tomógrafos de impulso e resistógrafos para identificar podridões internas e cavidades invisíveis a olho nu.
- **Segurança Jurídica e Técnica:** O emprego desses instrumentos fundamenta laudos em evidências biomecânicas sólidas, evitando a remoção desnecessária de árvores sadias e identificando riscos reais ocultos em exemplares aparentemente vigorosos.

- **Gestão da Frota:** Manutenção rigorosa e atualização sistemática de veículos e equipamentos especializados, como caminhões com cesto aéreo e trituradores, para evitar que falhas logísticas gerem gargalos operacionais.

#### 4.3. Novo Modelo de Terceirização e Fatiamento de Lotes

A experiência recente demonstra que a centralização dos serviços em contratos de grande escala gera vulnerabilidade sistêmica em Maringá.

- **Descentralização Geográfica:** Recomenda-se o fatiamento das licitações por lotes geográficos menores, permitindo que múltiplas empresas atuem de forma simultânea e independente.
- **Agilidade e Resiliência:** Este modelo fomenta a especialização e garante que a cidade não fique desassistida caso uma das contratadas enfrente dificuldades operacionais, permitindo o remanejamento imediato de recursos.
- **Fiscalização Ativa:** A descentralização deve ser acompanhada por um reforço na fiscalização técnica para assegurar que cada intervenção, municipal ou de concessionárias, siga estritamente as normas técnicas vigentes.

## CAPÍTULO V: PROTOCOLOS DE RESPOSTA E LOGÍSTICA HUMANITÁRIA

A construção de uma cidade resiliente em Maringá depende da agilidade com que o sistema urbano recupera suas funções essenciais após o impacto de eventos climáticos. Este capítulo detalha as diretrizes para a organização da resposta imediata e a gestão de longo prazo do patrimônio arbóreo, garantindo a continuidade dos serviços públicos e a segurança da população.

### 5.1. Comitê de Crise e Gestão de Desastres

Para superar a fragmentação de esforços e a resposta desarticulada, propõe-se a estruturação de um eixo de Governança e Inteligência Institucional.

- **Central Unificada de Comando:** Criação de uma unidade estratégica que reúna, principalmente, representantes da Gerência de Arborização (SELURB), Defesa Civil, Corpo de Bombeiros, Guarda Municipal e Copel.
- **Ações Coordenadas:** O centro deve funcionar como um núcleo de inteligência permanente, eliminando ruídos de comunicação e redundâncias logísticas durante crises.
- **Manual Operacional de Emergências:** Desenvolvimento de um plano de contingência robusto que estabeleça protocolos de atuação e fluxos de comunicação pré-estabelecidos entre todos os órgãos.

### 5.2. Hierarquia de Urgência e Logística Humanitária

A eficiência da resposta é medida pela capacidade de priorizar tecnicamente as intervenções conforme a necessidade coletiva.

- **Protocolo de Liberação Prioritária:** Estabelecimento de uma hierarquia clara de atendimento que priorize a desobstrução de vias de acesso a hospitais, unidades de saúde e demais serviços de emergência.
- **Infraestrutura Crítica:** Priorização técnica da desobstrução de redes elétricas tronco e corredores de alta tensão para acelerar o restabelecimento da energia em áreas estratégicas.
- **Eficiência de Campo:** Adoção de uma central de comando que direcione as equipes para evitar trajetos redundantes e retrabalho, garantindo o restabelecimento rápido da normalidade urbana.

### 5.3. Senescência Programada: Gestão do Ciclo de Vida

Inspirada em modelos internacionais como o de Melbourne, a gestão deve migrar da remoção emergencial para a renovação estratégica do dossel.

- **Substituição Planejada:** Implementação de um cronograma sistemático de remoção e replantio em corredores urbanos cujas espécies atingiram o fim de seu ciclo de vida útil.
- **Mitigação de Riscos:** A substituição coordenada evita o colapso estrutural inesperado de árvores envelhecidas, reduzindo custos de emergência e riscos à vida.
- **Continuidade Ecológica:** O replantio imediato com mudas de alto padrão técnico garante que a cobertura de copa e os benefícios ambientais sejam mantidos sem hiatos temporais críticos.

## CAPÍTULO VI: CONSIDERAÇÕES SOBRE GOVERNANÇA E TRANSPARÊNCIA

A sustentabilidade das políticas de resiliência em Maringá depende da construção de uma relação de confiança entre a administração pública e a sociedade civil. A transição para uma gestão técnica e preditiva deve ser acompanhada por mecanismos de transparência que legitimem as intervenções necessárias e eduquem a população sobre a convivência segura com o patrimônio arbóreo.

### 6.1. Dashboard Público: Gestão à Vista e Transparência

A implementação de um Painel Público de Monitoramento (Dashboard) é essencial para transformar o silêncio dos dados em transparência ativa. Esta ferramenta de acesso livre permite que o cidadão acompanhe o progresso das metas de resiliência e os fundamentos das decisões administrativas.

- **Acompanhamento em Tempo Real:** Disponibilização de indicadores atualizados sobre o volume de podas, remoções e plantios realizados, correlacionando-os com os protocolos do Sistema 156.
- **Justificativa Técnica de Manejo:** Apresentação visual dos critérios que embasam a substituição de espécimes senescentes, utilizando dados de diagnóstico de precisão para validar a segurança das intervenções.
- **Monitoramento da Cobertura de Copa:** Exibição da evolução do dossel urbano por bairros, evidenciando as áreas de prioridade térmica e os esforços para reduzir as ilhas de calor.
- **Gestão de Desempenho:** Publicação de metas de produtividade e estimativas de demanda para o Viveiro Municipal, fechando o ciclo de prestação de contas à sociedade.

### 6.2. Educação para o Risco e Desconstrução da Insegurança

Para que a resiliência prática seja efetiva, é preciso mitigar a "miopia operacional" que associa a árvore exclusivamente ao perigo. A educação para o risco visa restaurar o apoio popular necessário para a manutenção da floresta urbana.

- **Comunicação do Risco Climático:** Informar a população sobre o impacto de microexplosões e como o manejo preventivo atua para proteger a integridade física e a infraestrutura.
- **Combate à Percepção de Insegurança:** Promover o manejo periódico da iluminação pública e das copas para desconstruir a associação negativa entre arborização densa e falta de segurança urbana.
- **Ciência Cidadã e Engajamento:** Incentivar a participação da comunidade no design das paisagens do futuro, promovendo o entendimento de que o manejo rigoroso é a garantia dos benefícios ambientais.
- **Valorização dos Serviços Ecossistêmicos:** Educar sobre o papel da árvore como infraestrutura ativa de drenagem e regulação térmica, transformando a visão do espécime de "problema" para "solução de proteção".

## **CAPÍTULO VII: CONSIDERAÇÕES FINAIS**

A preservação da identidade de Maringá como "cidade-jardim" não deve ser interpretada como a manutenção estática de um plano urbanístico do século passado, mas como a evolução contínua de um patrimônio vivo frente aos desafios climáticos do presente. As evidências apresentadas neste diagnóstico demonstram que a resiliência urbana não é um objetivo passivo, mas o resultado de uma governança técnica, integrada e transparente.

A implementação das diretrizes aqui propostas — desde a modernização do inventário digital até a estruturação do Comitê de Crise — representa o compromisso do município com a proteção da infraestrutura e, primordialmente, com a salvaguarda da vida humana. O sucesso desta política pública dependerá da capacidade da administração em converter o conhecimento científico em ações práticas, garantindo que a arborização de Maringá continue a ser um modelo de sustentabilidade e segurança para as gerações futuras.

## REFERÊNCIAS

ABNT - ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE NORMAS TÉCNICAS. NBR ISO 37123: Cidades e comunidades sustentáveis – Indicadores para cidades resilientes. Rio de Janeiro: ABNT, 2021.

ALBERTI, M.; MARZLUFF, J. M.; SHULENBERGER, E.; BRADLEY, G.; RYAN, C.; ZUMBRUNNEN, C. Integrating humans into ecology: Opportunities and challenges for studying urban ecosystems. *BioScience*, [S. l.], v. 53, n. 12, p. 1169-1179, 2003.

ARUP. City Resilience Index. New York: The Rockefeller Foundation, 2014. Disponível em: <https://www.arup.com/globalassets/downloads/insights/city-resilience-index.pdf> Acesso em: 15 abr. 2025.

BRASIL. Lei nº 10.257, de 10 de julho de 2001. Regulamenta os arts. 182 e 183 da Constituição Federal, estabelece diretrizes gerais da política urbana e dá outras providências. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 11 jul. 2001.

BRASIL. Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012. Institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC. *Diário Oficial da União*, Brasília, DF, 11 abr. 2012.

BRASIL. Ministério da Integração e do Desenvolvimento Regional. Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil. Manual de Planejamento em Proteção e Defesa Civil – Volume V: Planos de Contingência. Brasília, DF: MIDR, 2022.

BRUNEAU, M.; CHANG, S. E.; EGUCHI, R. T.; LEE, G. C.; O'ROURKE, T. D.; REINHORN, A. M. A framework to quantitatively assess and enhance the seismic resilience of communities. *Earthquake Spectra*, v. 19, n. 4, p. 733-752, 2003.

CORDOVIL, F. C. de S. A aventura planejada: engenharia e urbanismo na construção de Maringá, PR 1947 – 1982. São Carlos: Tese (Doutorado em Arquitetura e Urbanismo), Escola de Engenharia de São Carlos - Universidade de São Paulo, 2010.

DAVOUDI, S. Resilience: A bridging concept or a dead end? *Planning Theory & Practice*, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 299-307, 2012.

DAVOUDI, S. Resilience: A bridging concept or a dead end? *Planning Theory & Practice*, [S. l.], v. 13, n. 2, p. 299-307, 2012.

FOLKE, C.; CARPENTER, S.; ELMQVIST, T.; GUNDERSON, L.; HOLLING, C. S.; WALKER, B. Resilience and Sustainable Development: Building Adaptive Capacity in a World of Transformations. *Ambio*, [S. l.], v. 31, n. 5, p. 437-440, 2002.

GERMANO, Paulo José Moraes Monteiro et al. Investigação multitemporal de ilhas de calor e de frescor em Maringá, Paraná, utilizando imagens do satélite Landsat 5-2000 a 2010. 2012. Pós-Graduação em Engenharia Urbana da Universidade Estadual de Maringá (Mestrado)

IPCC - Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Geneva: IPCC, 2023.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. 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: IPCC, 2023.

LAVELL, A.; MASKREY, A. The future of disaster risk management. *Environmental Hazards*, [S. l.], v. 13, n. 4, p. 267-280, 2014.

LEICHENKO, R. Climate change and urban resilience. *Current Opinion in Environmental Sustainability*, [S. l.], v. 3, n. 3, p. 164-168, 2011.

LIAO, K. H. A theory on urban resilience to floods—A basis for alternative planning practices. *Ecology and Society*, [S. l.], v. 17, n. 4, art. 48, 2012.

MARINGÁ (Município). Decreto nº 336, de 08 de fevereiro de 2018. Regulamenta a Lei nº 10.510/2017, que dispõe sobre a execução de serviços de poda, corte, remoção com destoca e substituição de árvores no passeio público. *Jornal do Município*, Maringá, PR, 2018.

MARINGÁ (Município). Lei Ordinária nº 10.510, de 26 de outubro de 2017. Dispõe sobre a execução de serviços de poda, corte, remoção com destoca e substituição de árvores no passeio público de Maringá e dá outras providências. Jornal do Município, Maringá, PR, 2017.

MARINGÁ (Município). Prefeitura. Plano de Gestão da Arborização Urbana de Maringá - PGAU. Maringá, PR: Prefeitura Municipal de Maringá, 2019.

MEEROW, S.; NEWELL, J. P.; STULTS, M. Defining urban resilience: A review. *Landscape and Urban Planning*, [S. l.], v. 147, p. 38-49, 2016.

NOWAK, D. J.; GREENFIELD, E. J.; KO, Y.; WALTON, J. T.; COVIL, J. Assessing urban forest effects and values: New York City's urban forest. USDA Forest Service, Resource Bulletin NRS-116, 2017.

PELLING, M. The vulnerability of cities: Natural disasters and social resilience. London: Earthscan, 2003.

ROY, S.; BYRNE, J.; PICKERING, C. A systematic quantitative review of urban tree benefits, costs, and assessment methods across cities in different climatic zones. *Urban Forestry & Urban Greening*, v. 11, n. 4, p. 351-363, 2012.

SOLERA, M. L. et al. Guia metodológico para implantação de infraestrutura verde (livro eletrônico). São Paulo: IPT, FIPT. 2020. 79 p. (IPT Publicação 3035).

SULAIMAN, S. N. GIRD+10: caderno técnico de gestão integrada de riscos e desastres. Brasília, DF: Ministério do Desenvolvimento Regional: Secretaria Nacional de Proteção e Defesa Civil, 2021, v.1. 154p.

TWIGG, J. Characteristics of a Disaster-resilient Community: A Guidance Note. Version 2. London: DFID Disaster Risk Reduction Interagency Coordination Group, 2009.

UNDRR - UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. How to Make Cities More Resilient: A Handbook for Local Government Leaders. Geneva: UNISDR, 2012.

UNISDR - UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. UNISDR Terminology on Disaster Risk Reduction. Geneva: UNISDR, 2009.

UNISDR - UNITED NATIONS INTERNATIONAL STRATEGY FOR DISASTER REDUCTION. Sendai Framework for Disaster Risk Reduction 2015-2030. Geneva: UNISDR, 2015.

VALE, L. J.; CAMPANELLA, T. J. (ed.). The resilient city: How modern cities recover from disaster. New York: Oxford University Press, 2005.

WALKER, B.; HOLLING, C. S.; CARPENTER, S. R.; KINZIG, A. Resilience, adaptability and transformability in social-ecological systems. Ecology and Society, [S. l.], v. 9, n. 2, art. 5, 2004.

WISNER, B.; BLAIKIE, P.; CANNON, T.; DAVIS, I. At Risk: Natural hazards, people's vulnerability and disasters. 2. ed. London: Routledge, 2003.