XXI Encontro Nacional da ANPUR
Curitiba
19 a 23 de Maio de 2025
ideias, políticas e práticas em territorialidades do Sul Global

MUDANÇA CLIMÁTICA E OS DESAFIOS DE INTEGRAÇÃO INTERSETORIAL NO PLANEJAMENTO TERRITORIAL: O CASO DA SUB-BACIA JUQUERI-CANTAREIRA DA REGIÃO METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Angélica Tanus Benatti Alvim
Universidade Presbiteriana Mackenzie| angelica.alvim@mackenzie.br

Renata Maria Pinto Moreira
Universidade Federal do ABC | renata.moreira@ufabc.edu.br

Andresa Ledo Marques
Universidade Presbiteriana Mackenzie|; Leibniz Hannover University| aledomarques@gmail.com

Luciana Mouro Varanda de Mattos
Universidade Presbiteriana Mackenzie|; Leibniz Hannover University| luvaranda@hotmail.com

Mila Cruz Prado
Universidade Presbiteriana Mackenzie|; | mila.cruz.prado@gmail.com

Sessão Temática 06: Natureza, Crise Ambiental e Mudanças Climáticas

Resumo: Este trabalho analisa os desafios relacionados ao planejamento e à resiliência climática na Sub-bacia Juqueri-Cantareira, localizada na franja norte da Região Metropolitana de São Paulo. Em um contexto de urbanização acelerada e crescentes pressões ambientais, essa sub-bacia desempenha papel estratégico tanto no abastecimento de água quanto na conservação ambiental. Abriga o Sistema Cantareira e importantes áreas de preservação, além de ter relevância logística regional e estadual. A metodologia adotada articula a teoria da rede sociotécnica (Latour, 2012) e matrizes analíticas de interdependências, permitindo avaliar lacunas nas políticas públicas setoriais e propor um modelo de governança intersetorial integrada. A análise destaca a necessidade de coordenação multiescalar e de inovações na governança para que resiliência climática e desenvolvimento urbano sustentável possam coexistir de forma proativa.

Palavras-chave: mudança climática; meio ambiente; planejamento urbano e regional; franja metropolitana; sub-bacia Juqueri Cantareira.

CLIMATE CHANGE AND THE CHALLENGES OF INTERSECTORAL INTEGRATION IN TERRITORIAL PLANNING: THE JUQUERI-CANTAREIRA SUB-BASIN CASE IN THE METROPOLITAN AREA OF SÃO PAULO

Abstract: *This paper examines the challenges related to planning and climate resilience in the Juqueri-Cantareira Sub-basin, located on the northern fringe of the São Paulo Metropolitan Region. In a context of accelerated urbanization and growing environmental pressures, this sub-basin plays a strategic role in both water supply and environmental conservation. It is home to the Cantareira System and important conservation areas, as well as being of regional and state logistical importance. The methodology adopted combines socio-technical network theory (Latour, 2012) with analytical matrixes of interdependencies, allowing us to assess gaps in sectoral public policies and propose an integrated intersectoral governance model. The analysis highlights the need for multi-scalar coordination and innovations in governance so that climate resilience and sustainable urban development can coexist proactively.*

Keywords: *climate change; environment; urban and regional planning; metropolitan fringe; Juqueri Cantareira sub-basin.*

EL CAMBIO CLIMÁTICO Y LOS DESAFÍOS DE LA INTEGRACIÓN INTERSECTORIAL EN LA PLANIFICACIÓN TERRITORIAL: EL CASO DE LA SUBCUENCA JUQUERI-CANTAREIRA EN LA REGIÓN METROPOLITANA DE SÃO PAULO

Resumen: *Este documento examina los retos relacionados con la planificación y la resiliencia climática en la subcuenca Juqueri-Cantareira, situada en la franja norte de la Región Metropolitana de São Paulo. En un contexto de urbanización acelerada y presiones ambientales crecientes, esta subcuenca desempeña un papel estratégico tanto en el abastecimiento de agua como en la conservación del medio ambiente. Alberga el Sistema Cantareira e importantes áreas de conservación, además de tener importancia logística regional y estatal. La metodología adoptada combina la teoría de redes sociotécnicas (Latour, 2012) con matrizes analíticas de interdependencias, lo que nos permite evaluar las lagunas en las políticas públicas sectoriales y proponer un modelo integrado de gobernanza intersectorial. El análisis pone de manifiesto la necesidad de una coordinación multiescalar y de innovaciones en la gobernanza para que la resiliencia climática y el desarrollo urbano sostenible puedan coexistir de forma proactiva.*

Palabras clave: *cambio climático; ambiente; planificación urbana y regional; franja metropolitana; subcuenca Juqueri Cantareira.*

INTRODUÇÃO

A mudança climática, fenômeno global influenciado pela ação humana, tem gerado efeitos adversos nas áreas urbanas e colocado novos desafios aos sistemas de infraestrutura. O aumento de eventos climáticos extremos, como chuvas intensas e elevação das temperaturas, expõe cidades e comunidades à necessidade urgente de adaptações em múltiplas escalas, transformando a forma de planejar e gerir o território urbano.

Este trabalho discute os desafios do planejamento intersetorial e da resiliência climática nas franjas metropolitanas, com foco na Sub-bacia Juqueri-Cantareira (JC), localizada na porção norte da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP). Essa sub-bacia, essencial para o abastecimento hídrico da RMSP, é caracterizada por remanescentes naturais estratégicos, como a Serra da Cantareira e áreas protegidas, grandes dispositivos do Sistema Cantareira, além de usos industriais e logísticos intensivos. No entanto, a ocupação desordenada em áreas de encostas e várzeas suscetíveis a deslizamentos e inundações reflete conflitos entre conservação ambiental, expansão urbana e interesses econômicos, tornando o território um laboratório crítico para estratégias inovadoras de governança e planejamento.

A metodologia adotada na pesquisa que dá origem a este artigo fundamenta-se na teoria da rede sociotécnica (Latour, 2012), que argumenta que tanto atores humanos (pessoas, instituições) quanto não humanos (tecnologias, infraestruturas, objetos, elementos naturais) têm capacidade de agência, ou seja, influenciam ações e decisões no contexto das redes onde estão inseridos. Para tanto, foi elaborada uma matriz analítica organizada em três dimensões: (1) múltiplas escalas de planejamento, abrangendo níveis federal, estadual, macrometropolitano, metropolitano, regional e local; (2) questões estruturantes do território, como vulnerabilidades ambientais e conflitos de uso, identificadas nos diagnósticos urbano ambiental da área; e (3) e mecanismos de agenciamento, revelando as interdependências e lacunas na governança. Em seguida, a partir da análise dos diversos planos e instrumentos identificados na etapa anterior, buscou-se identificar oportunidades - nas lacunas, sobreposições e transições - para o desenvolvimento de estratégias integradas para a promoção da resiliência climática.

Este artigo se estrutura em quatro partes: a primeira apresenta o referencial teórico associado ao planejamento intersetorial e resiliência climática; a segunda detalha a metodologia; a terceira discute os resultados, destacando conflitos e potencialidades na Sub-bacia JC; e a quarta, nas considerações finais propõe recomendações para alinhar sustentabilidade e resiliência climática no contexto da sub-bacia.

É pressuposto destas análises a necessidade de fortalecer a governança compartilhada e articular estratégias intersetoriais, reconhecendo potencialidades e fragilidades do território da Sub-bacia Juqueri-Cantareira. Diante das pressões urbanas e de estruturação macro-regional que ameaçam remanescentes naturais, áreas de proteção ambiental e infraestruturas, é essencial que a região articule diferentes atores e escalas de modo a promover uma abordagem que alie sustentabilidade e resiliência climática, evitando a

expansão desordenada da mancha urbana e assegurando a preservação dos recursos ambientais.

POR UMA ABORDAGEM TERRITORIAL INTEGRADA DAS FRANJAS METROPOLITANAS

A criação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) em 1988 representou um ponto de inflexão no reconhecimento global da crise climática e das responsabilidades humanas. Estabelecido pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (ONU Meio Ambiente) e pela Organização Meteorológica Mundial (OMM), o IPCC consolidou-se como a principal referência científica sobre o tema, fornecendo avaliações rigorosas sobre o impacto da mudança climática e orientações estratégicas para mitigação e adaptação. Desde o primeiro Relatório de Avaliação, em 1992, onde a influência humana era tratada com reserva, até o Sexto Relatório, de 2023, as evidências tornaram-se inequívocas: atividades humanas, especialmente a emissão de gases de efeito estufa, elevaram as temperaturas globais em 1,1°C em relação aos níveis pré-industriais (IPCC, 2023). Este aumento está intimamente ligado aos padrões insustentáveis de uso de energia, emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE), uso do solo e consumo de terra, com efeitos desproporcionais nas áreas urbanas e periféricas devido à estruturação urbana que as vulnerabiliza.

Como resposta a essas mudanças, três conceitos fundamentais guiam as políticas climáticas: mitigação, adaptação e resiliência. Mitigação refere-se às ações para reduzir emissões de gases de efeito estufa, como a transição para fontes renováveis de energia, reflorestamento e práticas de uso sustentável do solo, buscando limitar o avanço da crise climática (IPCC, 2014). A adaptação, por outro lado, implica ajustes no sistema humano e natural para minimizar danos decorrentes do impacto de eventos climáticos extremos, tais como infraestruturas resilientes que absorvem impactos e conferem mais proteção sem comprometer a sustentabilidade (IPCC, 2014). Finalmente, a resiliência possui múltiplas interpretações, variando desde enfoques voltados à capacidade de recuperação até abordagens mais amplas, voltadas à transformação (Folke et al., 2021). A noção de resiliência socioecológica ultrapassa a resposta imediata a crises incorporando a visão de transformação socioecológica, de forma que comunidades e ecossistemas possam, não apenas suportar choques climáticos, mas evoluir para novos modelos sustentáveis e regenerativos. A resiliência territorial, assim, envolve a capacidade de adaptação e transformação, mantendo um equilíbrio dinâmico entre o ambiente natural e o ambiente construído (Folke et al., 2021; Wolfram et al., 2019; Marques, 2024).

O papel das cidades e áreas metropolitanas como atores centrais na mitigação e adaptação climática foi evidenciado desde a Cúpula da Terra, em 1992, onde se destacou a urgência do desenvolvimento urbano sustentável. A partir daí as cidades têm sido não apenas protagonistas na geração de emissões, mas também laboratórios de inovação climática. A urbanização intensa e extensa, no entanto, traz a necessidade de uma abordagem territorial integrada, especialmente nas áreas metropolitanas periféricas – as franjas metropolitanas –

onde serviços ecossistêmicos, essenciais para a sustentabilidade, e infraestruturas estratégicas atravessam territórios e coexistem com pressões intensas de ocupação (Marques, 2024). Essas áreas enfrentam constante ameaça devido à expansão urbana descontrolada e ao uso intensivo de recursos naturais para atividades econômicas, como mineração e agricultura intensiva (McPhearson et al., 2016; Turok & McGranahan, 2013).

Nas franjas metropolitanas, a articulação de instrumentos de planejamento territorial é crucial para preservar serviços ecossistêmicos e para a resiliência climática das cidades. No caso da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), e as sub-regiões periféricas ocupam as bordas da bacia sedimentar e se caracterizam por relevo declivoso, remanescentes de vegetação nativa e áreas de mananciais parcialmente protegidas pela Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais (APRM). Essas áreas desempenham papel estratégico na segurança de infraestruturas críticas (Moreira, 2024), regulação hídrica, conservação da biodiversidade e mitigação à mudança climática. Essa potência também indica fragilidades, pois tais territórios estão sob intensa pressão da expansão urbana desordenada, que transforma áreas verdes em zonas impermeáveis, intensifica riscos de enchentes e reduz a recarga dos aquíferos (Nobre et al., 2011; Fragkias et al., 2013). O desenvolvimento econômico em áreas ambientalmente sensíveis resulta em variados conflitos de uso do solo, fragiliza políticas públicas de conservação e desafia a resiliência regional.

Diante desses desafios, soluções baseadas na natureza (SbN), como corredores ecológicos, recuperação de áreas degradadas e infraestrutura verde, surgem como estratégias para mitigar os impactos da urbanização, preservar e restaurar serviços ecossistêmicos. Essas intervenções aliam conservação ambiental ao planejamento urbano integrado, fortalecendo a resiliência dos territórios metropolitanos.

Nesse contexto, a teoria das redes sociotécnicas, ou Teoria Ator-Rede (ANT, Actor-Network Theory) proposta por Bruno Latour, oferece caminhos para a compreensão das interdependências entre elementos humanos e não humanos na construção de uma governança climática integrada. Latour (2012) sugere que reconhecer o agenciamento desses elementos é fundamental para integrar múltiplas perspectivas e atores, e permitir respostas mais adaptativas e inovadoras aos desafios climáticos. No âmbito da Teoria Ator-Rede infraestrutura, políticas públicas, tecnologias e ecossistemas não são ferramentas meramente passivas, mas atores ativos, que configuram possibilidades e limitações de ação (Rossetto, 2023). Ao conectar comunidades locais, práticas sustentáveis, políticas e soluções baseadas na natureza, as redes sociotécnicas facilitam a criação de territórios resilientes que não apenas suportam choques climáticos, mas evoluem para sistemas regenerativos e sustentáveis.

A abordagem integrada é, portanto, necessária para enfrentar a complexidade dos desafios climáticos nas franjas metropolitanas. Como apontam Jacobi e Sulaiman (2016), uma governança integrada e multinível, que articule políticas setoriais e reconheça o papel transformador da natureza, é essencial para enfrentar os impactos da mudança climática nas

áreas metropolitanas. Essa abordagem requer o reconhecimento e a articulação de diversos instrumentos de planejamento – incluindo planos diretores, políticas de uso do solo e programas de conservação ambiental, planos setoriais – para garantir que as estratégias de mitigação e adaptação climática estejam alinhadas com necessidades de preservação dos serviços ecossistêmicos, desenvolvimento econômicos e redução da vulnerabilidade social.

METODOLOGIA

A metodologia envolveu três etapas interligadas: 1) caracterização e mapeamento do território para identificação dos conflitos e potencialidades; 2) análise dos atores que atuam no território, à luz da teoria de Latour (2012), e seus instrumentos; 3) análise dos planos e instrumentos de planejamento urbano, ambiental e setoriais que incidem na sub-bacia, identificados na etapa anterior, através de questões-chave definidas a partir do problema central da pesquisa.

A etapa 1 compreendeu a caracterização e leitura espacial da região, com identificação de criticidades, potencialidades e conflitos do território. Para isso, foram coletados e integrados dados georreferenciados de uso e ocupação do solo, relevo e hidrografia, áreas protegidas e áreas de risco no software QGIS. A visualização geoespacial contribuiu para identificar padrões críticos e áreas de pressão e potencial conflito entre ocupação urbana e preservação ambiental.

Na etapa 2, para aprofundar a compreensão da complexidade territorial e de interações entre os atores que influenciam o planejamento setorial, desenvolveu-se um método analítico com base na teoria da rede sociotécnica de Bruno Latour (2012). Esse método, associado aos elementos da identificados na etapa 1, permitiu mapear atores humanos (como gestores, comunidades e empresas) e não humanos (infraestruturas, políticas e elementos naturais) que estabelecem interdependências e formam redes que influenciam práticas de planejamento e gestão territorial.

A aplicação do método organizou uma primeira matriz que revela articulações, lacunas e contradições existentes na governança do território. Nessa matriz analítica, tanto os elementos de diagnóstico como as redes de atores foram classificadas em escalas de decisão e incidência territorial, detalhando funções e interações de diferentes instrumentos de planejamento desde o nível federal até conselhos locais. A organização por escalas forneceu uma visão mais ampla das estruturas de governança, a fim de compreender, como resultado, como e se os atores contribuem para ações de mitigação quais lacunas devem ser serem preenchidas e quais articulações podem ser fomentadas para promover mudanças institucionais e de paradigmas técnicos que enfrentem o novo contexto de eventos climáticos intensificados.

Figura 1. Esquema metodológico

Elaboração: dos autores

Na etapa 3, a pesquisa considerou os instrumentos de planejamento de diferentes escalas – federal, estadual, metropolitana, regional e local - os quais foram submetidos à análise crítica em por meio de quatro questões-chave, que orientaram a avaliação de seus conteúdos:

(1) Menção de outros Instrumentos: A quantidade de leis e instrumentos explicitamente citados e a articulação entre os documentos de diferentes escalas. Esse indicador buscou representar o grau de integração e referência cruzada entre políticas e permitiu identificar lacunas na coordenação entre diferentes níveis de governança, desde o nível internacional até o nível local.

(2) Menção à Mudança Climática: A presença de diretrizes relacionadas à mitigação e adaptação climática verificando se os planos incluem objetivos específicos para enfrentar a emergência climática. Essa análise buscou indicar a quantidade de instrumentos de planejamento que abordam a mudança climática direta ou indiretamente, e em quais escalas, destacando o compromisso (ou a falta dele) dos planos com as metas climáticas.

(3) **Aderência ao Ambiente Físico**: Observou-se como cada instrumento considera, diretamente ou indiretamente, as especificidades físicas e ambientais da área de estudo, como áreas de preservação, sistemas de áreas verdes, relevo acidentado, áreas sujeitas a inundações e a área de proteção e recuperação dos mananciais. O objetivo é identificar se o instrumento de planejamento se alinha ao ambiente físico da região sob análise, uma articulação essencial para garantir o desenvolvimento sustentável de qualquer território.

(4) **Intersecção entre Desenvolvimento Econômico e Questões Ambientais**: Foi avaliado se os instrumentos de desenvolvimento econômico dos instrumentos abordam, diretamente ou indiretamente, as condicionantes ambientais. Essa análise buscou compreender se o desenvolvimento proposto nas franjas metropolitanas leva em conta a sustentabilidade e se políticas econômicas dialogam com diretrizes ambientais.

Essa etapa de análise forneceu visão detalhada sobre a aderência dos planos aos contextos local e regional, e entre si. Por fim, foi desenvolvida nova matriz, com base nas perguntas analíticas e indicadores resultantes, sintetizando as conexões e os pontos de conflito entre os diferentes instrumentos, permitindo identificar sobreposições e dimensões em que uma melhor articulação se faz necessária.

As duas matrizes possibilitam visualizar a hierarquia entre planos e identificar que recortes territoriais com potencial para intervenções integradas de desenvolvimento urbano e ambiental, e orientar futuras políticas para fortalecimento à adaptação e resiliência climática, especialmente na sub-bacia JC da RMSP. Vale notar que esta abordagem pode ser aplicada à leitura de outros contextos territoriais pois identifica como os instrumentos em suas diversas escalas tratam as especificidades ambientais e de sustentabilidade no contexto de franjas metropolitanas.

RESULTADOS E DISCUSSÕES

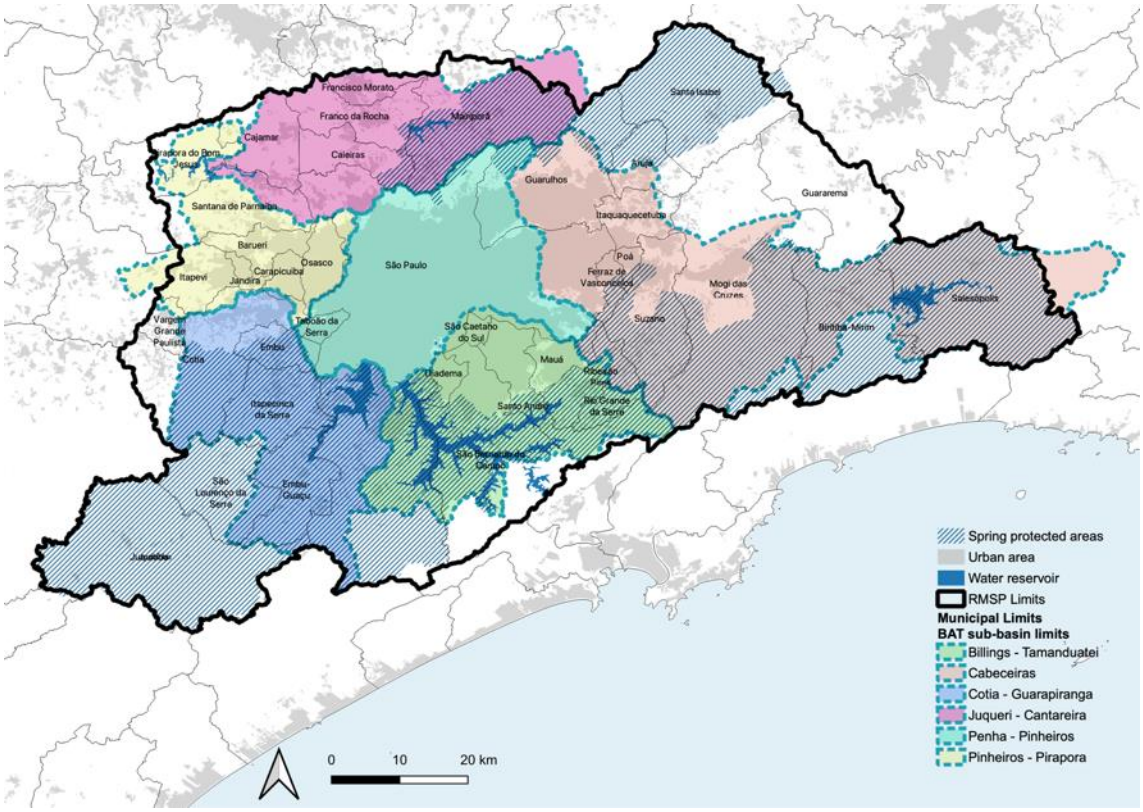
SUB-BACIA JUQUERI-CANTAREIRA: O PAPEL ESTRATÉGICO DA FRANJA NORTE DA RMSP

A Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) é uma das maiores aglomerações urbanas do mundo. Criada pela União em 1973, durante o regime militar, e reorganizada pela Lei Complementar Estadual nº 1.139 de 2011, possui 20.673.280 habitantes distribuídos em 39 municípios, conforme dados do Censo Demográfico do IBGE de 2022, com densidade média de 2.889,76/km^2. A RMSP está inserida em um contexto de governança complexo, com múltiplos desafios de planejamento e integração de políticas públicas. O desenvolvimento de sua mancha urbanizada se deu em área de cabeceiras de uma mesma bacia, a Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (BAT), frequentemente denominada "Bacia Metropolitana" (Alvim, 2003). A BAT correspondente à Unidade de Gerenciamento de Recursos Hídricos - 06

(UGRHI-06), cobre 34 dos 39 municípios da RMSP e se consolidou como unidade estratégica de gerenciamento dos recursos hídricos na região.

A BAT é dividida em cinco sub-bacias: Juqueri-Cantareira (Norte), Pinheiros-Pirapora (Oeste), Cotia-Guarapiranga (Sudoeste), Billings (Sul) e Tietê Cabeceiras (Leste). Essas sub-bacias abrangem áreas de proteção e recuperação dos mananciais, estabelecidas pela Lei Estadual nº 9866/97, com o objetivo de conservar os recursos hídricos de interesse regional e proteger funções ecológicas essenciais, principalmente nas áreas periféricas da RMSP. As Áreas de Preservação e Recuperação dos Mananciais (APRMs) foram instituídas para promover recuperação ambiental e conter a degradação causada pela ocupação desordenada.

Figura 2. Região Metropolitana de São Paulo com limites municipais e sobreposição com o limite da Bacia do Alto Tietê (BAT-UGRHI 06) e sub-bacias



Região de estudo – Sub-bacia Juqueri Cantareira – em rosa. Fontes: IBGE (2010, 2022), DataGeo .Portal. Projeção: SIRGAS 2000. Fonte: Marques (2024).

As franjas metropolitanas se localizam na borda da bacia sedimentar que configura a BAT, com condições físicas frágeis à ocupação urbana. Nelas, coexistem usos urbanos, rurais e áreas de conservação e preservação ambiental. Essas regiões são frequentemente formadas por municípios e distritos de pequeno e médio porte, que enfrentam forte pressão de crescimento urbano e demandas contraditórias de uso, ocupação e preservação.

A sub-bacia Juqueri-Cantareira abrange os municípios de Mairiporã, Caieiras, Cajamar, Franco da Rocha e Francisco Morato, além de distritos de São Paulo, como Anhanguera, Perus e Jaraguá. Nessa região, encontram-se usos industriais, infraestruturas logísticas, redes de transporte, bem como áreas de proteção de mananciais e dispositivos de abastecimento

metropolitano complexos, pelo fato da sub-bacia estar na fronteira com bacias vizinhas em que se realizam transposições hídricas importantes. A ocupação ao longo do eixo ferroviário, que vai de Franco da Rocha a Perus, concentra a ocupação urbana, em manchas que interagem diretamente com áreas de conservação e proteção ambiental e com um meio físico de menor aptidão à urbanização.

Nesta sub-bacia há uma série de desafios específicos de riscos geológicos e inundações, que afetam tanto a infraestrutura de nível local quanto os sistemas regionais de abastecimento. Infraestruturas críticas, como a subestação elétrica Melhoramentos e o sistema prisional, são vulneráveis a esses eventos, o que reforça a necessidade de um planejamento territorial mais integrado e resiliente. A ocupação mais densa concentrada em áreas de várzea e encostas de alta declividade aumenta a exposição e vulnerabilidade da população, demandando intervenções que promovam a segurança e sustentabilidade desses territórios.

Apesar do crescimento populacional da Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) ter diminuído significativamente nas últimas décadas, as áreas periféricas, especialmente nos municípios e distritos que compõem a sub-bacia JC, ainda apresentam taxas de crescimento acima da média da RMSP e do próprio município de São Paulo. Esses dados, apresentados na Tabela 1, refletem a dinâmica de expansão mais intensa nas regiões periféricas, que continuam a atrair novos moradores mesmo com a desaceleração do crescimento observada entre 2010 e 2022. Esse fenômeno pode ser atribuído a fatores como disponibilidade de terra, menor custo habitacional e a busca por novas áreas de desenvolvimento fora do centro saturado da capital.

Tabela 1 – Taxas de crescimento na RMSP e Região Norte

Município/Distrito	População 2000	População 2010	TGCA (2000-2010)%	População 2022	TGCA % (2010-2022)
Caieiras	71.221	86.529	1,97	105.825	1,69
Francisco Morato	133.738	154.472	1,45	177.572	1,17
Franco da Rocha	108.122	131.604	1,98	162.925	1,80
Cajamar	50.761	64.114	2,36	83.507	2,23
Mairiporã	60.111	80.956	3,02	100.417	1,81
Anhanguera, MSP	38.427	65.434	5,47	75.360	1,18
Perus, MSP	70.689	80.187	1,27	87.723	0,75
Jaraguá, MSP	145.900	184.818	2,39	211.610	1,13
Total sub-bacia JC	**678.969**	**848.114**	**2,25**	**1.004.939**	**1,42**
MSP	10.434.252	11.253.503	0,76	11451999	0,15
RMSP	17.878.703	19.683.975	0,97	20743587	0,44

Fonte: Elaboração dos autores com base nos Censos Demográficos do IBGE

Entre os municípios da sub-bacia JC, Cajamar se destaca como o de maior ritmo de crescimento populacional, conforme indicam dados mais recentes Censo do IBGE de 2022. Além de Cajamar, outras cidades como Franco da Rocha e Mairiporã também mantêm taxas de crescimento acima da média, refletindo uma expansão contínua que impacta sua

estruturação urbana. Esses municípios desempenham um papel essencial na dinâmica demográfica da RMSP, pois continuam a absorver parte significativa do aumento populacional da região, a descentralizar a expansão urbana e desenvolver áreas periféricas.

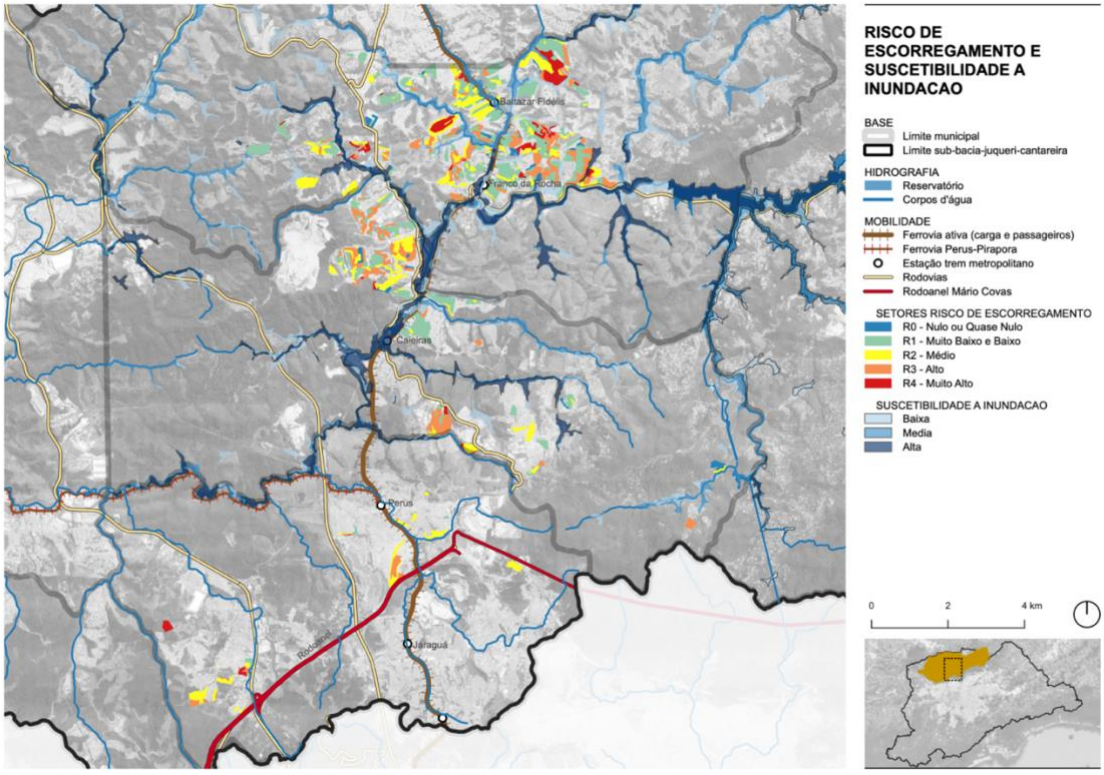
A geomorfologia da região e o padrão de ocupação resultantes definem conflitos entre funções urbanas de escala regional e local. As ocupações mais antigas, associadas às paradas da ferrovia, localizam-se nas áreas de várzea, sujeitas a inundações. As ocupações mais recentes e precárias, por sua vez, situam-se em áreas de alta declividade suscetíveis a processos geológicos. Parte da ocupação urbana consolidada está, portanto, exposta a ameaças de inundação ou escorregamentos. Essa configuração compromete a conectividade e mobilidade da região, gerando interrupções nos fluxos (Moreira, 2024).

Franco da Rocha, um dos principais focos da análise local, é separada pela ferrovia em duas porções. O eixo viário ao longo do Ribeirão Eusébio, paralelo à linha férrea, importante para a circulação intraurbana, sofre inundações frequentes, mesmo após a instalação de reservatório de detenção planejado nos Planos Diretores de Macrodrenagem. Além das interferências na ferrovia, o extravasamento do Ribeirão Eusébio e do Rio Juqueri bloqueia o acesso à capital. A Rodovia Tancredo Neves, principal conexão da região, serve a Franco da Rocha, Caieiras e Francisco Morato. Ao Sul, a rodovia dos Estados liga a Rodovia Tancredo Neves ao município de Mairiporã está exposta a inundações quando há abertura das comportas do Reservatório Paiva Castro para segurança da barragem, o que compromete a mobilidade e ações de resposta da Defesa Civil (Moreira, 2018; 2024).

Os riscos na região não se restringem, portanto, às ameaças naturais relacionadas à geomorfologia e à ocupação e agravadas por chuvas intensas, mas incluem vulnerabilidades associadas à infraestrutura urbana de alcance metropolitano. Durante as operações para segurança da barragem, a água atinge a rodovia dos Estados e afeta também a logística de suprimento do sistema prisional e a Subestação Elétrica Melhoramentos, cuja falha pode agravar a crise (Moreira, 2018). No evento de março de 2016, que envolveu uma manobra da represa, a região registrou 19 mortes: 10 em Mairiporã, 8 em Francisco Morato e 1 em Franco da Rocha (IG, SMA, 2016).

Em Caieiras, esse desse perfil de riscos se repete parcialmente. Há riscos associados a inundações ao longo da linha férrea, que causam bloqueios nos principais eixos de mobilidade, e assentamentos precários nas periferias municipais em áreas de risco geológico. Em Perus, distrito de São Paulo, o crescimento populacional acelerado na última década levou à demarcação de Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) no Plano Diretor Estratégico, abrangendo ocupações ao longo das várzeas alagáveis do Ribeirão Perus e áreas de risco geológico no Morro Doce.

Figura 3 – Síntese de riscos geológicos e suscetibilidade a inundação no recorte aproximado da calha ferroviária



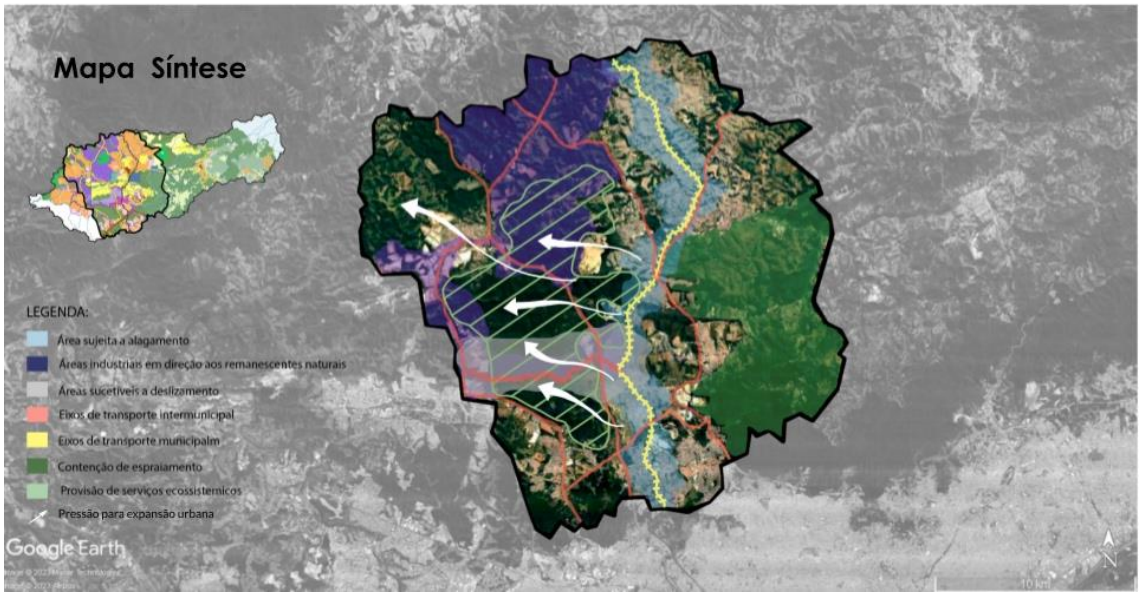
Fontes: Elaborado pelos autores a partir de dados de CETESB, 2015 (Reservatório Paiva Castro e Limite sub-bacia); CEM,2022 (Corpos d'água e Estações trem metropolitano); CPTM, 2021 (Linha Férrea); ARTESP, 2021 (Rodovias), IBGE, 2010 (Limites municipais), PMSP, 2023 e IG, 2020 (Risco de escorregamento) e CPRM, 2017 (Suscetibilidade a inundações). Sobre a base do Google Maps.

A Figura 3, acima, sintetiza o cenário de riscos e vulnerabilidades e evidencia que esses problemas são de caráter regional. Por isso, a visão integrada dos instrumentos de planejamento e de suas relações hierárquicas é essencial para enfrentar situações críticas e permitir que medidas de diferentes campos se articulem de forma sinérgica em vez de se limitarem à simples soma. Para alcançar essa visão integrada, é fundamental reconhecer as potencialidades dos territórios e identificar áreas onde transformações positivas possam ocorrer de forma coordenada e integral. O projeto do Trem Inter Cidades (TICs), que visa interligar a capital a municípios como Jundiaí e Campinas, atravessa essa calha ferroviária e representa uma oportunidade para refletir sobre soluções de infraestrutura que respondam tanto a demandas de macroescala quanto às necessidades locais de reestruturação resiliente dos territórios impactados. A figura também destaca, na confluência do Rio Juqueri com o Ribeirão Eusébio, a área crítica durante as manobras da represa Paiva Castro, onde a implantação de um parque de amortecimento em Franco da Rocha exemplifica soluções para mitigar inundações.

O segundo recorte ilustrado na figura 4, a oeste do recorte anterior, permite identificar conflitos específicos relacionados à função de transporte e logística, na escala regional e macro-regional, ao uso do solo e impacto ambiental na escala local. Tais conflitos decorrem da presença e pressão para novas implantações de centros logísticos próximos ao sistema

Rodoviário Anhanguera-Bandeirantes. Concretizam espacialmente tensões entre as demandas por infraestrutura econômica e a necessidade de preservação de áreas estratégicas em termos ambientais e de aproveitamentos hídricos metropolitanos.

Figura 4 – Síntese das pressões entre interesses em empreendimentos logísticos e de proteção ambiental no recorte oeste da área de estudo



Fontes: Elaborado pelos autores a partir de dados de CETESB, 2015 (Reservatório Paiva Castro e Limite sub-bacia); CEM,2022 (Corpos d'água e Estações trem metropolitano); CPTM, 2021 (Linha Férrea); ARTESP, 2021 (Rodovias), IBGE, 2010 (Limites municipais), PMSP, 2023 e IG, 2020 (Risco de escorregamento) e CPRM, 2017 (Suscetibilidade a inundações). Sobre base do Google Maps.

A identificação dos conflitos exige reconhecer relações estabelecidas entre os instrumentos de planejamento e permite localizar contextos oportunos de articulação que possam ser exemplos de modelos de sustentabilidade na RMSP, a partir da compreensão da complexidade de suas franjas.

Desta forma, a aplicação do método a seguir evoluiu das análises de conflitos e potencialidades espaciais identificadas no diagnóstico - orientado pelas quatro dimensões temáticas - meio físico, meio construído, infraestruturas e dinâmicas socioeconômicas - para uma matriz analítica que inclui dois outros aspectos: as diferentes escalas mobilizadas por estas dimensões, e as agências – estruturas de governança, atores, leis, normativos e instrumentos - relacionadas à gestão do território nas diferentes escalas.

INSTRUMENTOS DE PLANEJAMENTO INCIDENTES NA SUB-BACIA JUQUERI-CANTAREIRA

A gestão e proteção ambiental da sub-bacia Juqueri-Cantareira envolvem um conjunto de planos e políticas de planejamento territorial e ambiental que operam em múltiplas escalas – federal, estadual, macrometropolitana, metropolitana, regional e municipal. Esses instrumentos são essenciais para orientar o desenvolvimento sustentável da região, proteger mananciais e mitigar riscos associados à mudança climática.

A partir do conjunto de instrumentos identificados na matriz analítica em diversas escalas, foi selecionado para aprofundamento, um primeiro subconjunto de instrumentos que contempla todas as escalas e dimensões de análise. O Quadro 1 apresenta este subconjunto, dos principais instrumentos que incidem sobre a sub-bacia:

Quadro 1 – subconjunto de instrumentos analisados

Escala	**Instrumento**	**Lei e ano**
Federal	Plano Nacional de Adaptação (PNA)	Portaria nº 150 de 10 de maio de 2016
	Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC)	Lei Federal nº 12.187/2009
Estadual	Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo (ZEE-SP)	Decreto nº 64.521/2019
	Plano de Ação Climática Net Zero 2050 (PAC 2050)	2022
	Lei Estadual Específica da Área de Proteção e Recuperação dos Mananciais do Alto Juquery - APRM-AJ	Lei Estadual nº 9.866/1997
Macro metropolitana	Plano de Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista (PRH-MMA)	Decreto nº 52.748, de 26 de fevereiro de 2008
	Plano de Ação de Transporte e Logística (PAM-TL)	2019
Metropolitana	Plano Diretor de Macrodrenagem da Bacia do Alto Tietê (PDMAT 3)	2012
	Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (PBH-AT)	PBH-AT (2018)
	Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de São Paulo (PDUI-RMSP)	Lei Federal nº 13.089/2015
Regional	Plano de Desenvolvimento e Proteção da Bacia Ato Juqueri (PDPA AJ)	Lei Estadual nº 15.790/2015
	Lei Específica da Área de Proteção e Recuperação de Mananciais Alto Juqueri – Cantareira (APRM-AJ)	Lei Estadual nº 15.790/2015
Municipal	Planos Diretores Municipais	Leis municipais específicas
	Planos de adaptação/resiliência à mudança climática (São Paulo e Francisco Morato): PlanClima São Paulo 2020-2050 Plano de adaptação e resiliência à mudança do clima de Francisco Morato	

Fonte: elaboração dos autores

A seguir, apresentamos a síntese dos instrumentos, analisados para as quatro questões-chave em suas múltiplas escalas:

- ***Escala Federal***

Os instrumentos escolhidos na escala federal foram o Plano Nacional de Adaptação (PNRH) e a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC). Ambos os planos atuam

na conservação de recursos hídricos e adaptação à mudança climática, estabelecendo diretrizes gerais aplicáveis em todo o território nacional. Embora sejam amplos, esses instrumentos incluem abordagens relevantes para a sub-bacia Juqueri-Cantareira:

Integração Setorial e Abordagem Multissetorial: O PNRH e o PNMC promovem a integração de políticas públicas em setores como agricultura, transporte e energia, visando a redução de emissões e adaptação climática. Essas diretrizes priorizam 11 setores específicos, incluindo biodiversidade e infraestrutura.

Conexão com Compromissos Internacionais: Em alinhamento com o Acordo de Paris, o PNMC incentiva práticas de redução de gases de efeito estufa (GEE) e o uso de biocombustíveis, buscando reduzir o impacto ambiental em áreas estratégicas.

Soluções Baseadas na Natureza e Economia Verde: Ambos os planos incentivam Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), que recompensam práticas sustentáveis, promovendo a preservação dos mananciais e reforçando a sustentabilidade econômica.

Fortalecimento de Sumidouros de Carbono: O PNMC busca reduzir o desmatamento na Amazônia em 80%, fortalecendo os sumidouros de carbono e estimulando o reflorestamento para mitigar a mudança climática.

Embora esses instrumentos federais representem avanços importantes, enfrentam limitações principalmente em relação à conexão com políticas estaduais e regionais, o que reduz a aplicabilidade em contextos específicos, como na sub-bacia Juqueri-Cantareira.

- ***Escala Estadual***

Na escala estadual, destacam-se o Plano Estadual de Recursos Hídricos, o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE-SP), o Plano de Ação Climática Net Zero 2050 (PAC 2050) e a Lei Estadual nº 9.866/97 (Lei de Mananciais). Esses planos trazem diretrizes específicas para adaptação e mitigação da mudança climática, com foco em áreas sensíveis como a sub-bacia Juqueri-Cantareira:

Resiliência Climática e Segurança Hídrica: O ZEE-SP e o PAC 2050 incorporam a resiliência climática como diretriz estratégica, enfatizando a proteção de mananciais e áreas de recarga hídrica. A Lei de Mananciais, ao estabelecer as Áreas de Preservação e Recuperação de Mananciais (APRMs), protege diretamente áreas críticas para o abastecimento de água, como a sub-bacia Juqueri-Cantareira.

Soluções Baseadas na Natureza (SBN): O ZEE-SP prioriza a restauração ecológica e a criação de corredores ecológicos, fundamentais para a biodiversidade e a adaptação climática. Essas ações são vitais para a retenção de água e combate à erosão.

Descarbonização da Economia: O PAC 2050 propõe metas de redução de GEE em setores-chave, como transporte e indústria, com incentivos econômicos para a substituição de combustíveis fósseis por fontes renováveis.

Instrumentos Econômicos Inovadores: O PAC 2050 e a Lei de Mananciais oferecem mecanismos financeiros, como o ICMS Ambiental e PSA, para incentivar práticas sustentáveis e proteger áreas de manancial, beneficiando a sub-bacia Juqueri-Cantareira.

Entre as limitações desses instrumentos estão os desafios de implementação e fiscalização devido à escassez de recursos financeiros e à complexa coordenação interinstitucional. A dependência de financiamentos contínuos e o controle inadequado de ocupações irregulares também dificultam a aplicação efetiva das diretrizes na sub-bacia Juqueri-Cantareira.

- ***Escala Macrometropolitana***

Os planos para a Macrometrópole Paulista, como o Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos da Macrometrópole (PRH-MMA) e o Plano de Ação de Transporte e Logística (PAM-TL), enfocam a segurança hídrica e a eficiência logística e de emissões. São relevantes para a sub-bacia Juqueri-Cantareira, onde se localiza o sistema Cantareira:

Segurança Hídrica e Planejamento Integrado: O PRH-MMA propõe esquemas hidráulicos e tecnologias de reúso de água para garantir a segurança hídrica em tempos de escassez, essenciais para a sub-bacia, bem como diretrizes para que instrumentos dele desdobrados atualizem modelagens padrões de chuva de novos extremos.

Eficiência Logística e Redução de Emissões: O PAM-TL busca reduzir as emissões de GEE ao integrar o transporte ferroviário e plataformas logísticas, reduzindo a dependência de rodovias.

Limitações incluem a dependência de financiamento privado, que compromete a realização de algumas ações propostas, e a falta de estratégias detalhadas para a mitigação de eventos climáticos extremos, reduzindo a resiliência da sub-bacia.

- ***Escala Metropolitana***

Na escala metropolitana, o Plano Diretor de Macrodrenagem do Alto Tietê (PDMAT 3), o Plano de Bacia Hidrográfica do Alto Tietê (PBH-AT), e o Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Região Metropolitana de São Paulo (PDUI-RMSP) abordam a macrodrenagem, as relações com os mananciais na Bacia do Alto Tietê/RMSP e o desenvolvimento urbano. Os principais destaques são:

Gestão Integrada dos Recursos Hídricos: O PBH-AT tem como diretriz fundamental a promoção da segurança hídrica e o monitoramento contínuo das condições hídricas para reduzir riscos, especialmente nos sistemas de abastecimento da metrópole, com destaque para a sub-bacia Juqueri-Cantareira. Esta diretriz é desdobrada em Programas de Duração Continuada (PDC e subPDC) que orientam as análises de projetos financiados pelo fundo FEHIDRO (Fundo Estadual de Recursos Hídricos).

Modelagem Hidrológica Avançada: O PDMAT 3 segue a diretriz indicada no PDRH-MMA e inova, em relação às edições anteriores, com simulações de impacto de chuvas extremas, auxiliando na identificação de áreas de inundação. Tem como resultado a necessidade de execução de obras de grande porte de macrodrenagem nos rios principais.

Gestão Integrada e Incentivos Econômicos: O PDUI-RMSP propõe uma Macrozona de Preservação Ambiental e incentivos econômicos, como o IPTU Verde e o PSA, beneficiando áreas sensíveis como a Juqueri-Cantareira.

Proposta de ordenamento institucional para gestão das águas (qualidade, quantidade): O PDMAT 3 propõe um novo ordenamento territorial para gestão das águas que considere as seções de controle nos exutórios das microbacias (organizadas em distritos e subdistritos de drenagem) para, a partir de seu monitoramento, realizar a gestão, controle e cobranças da drenagem urbana (controles de vazão, quantidades) e da qualidade das águas (instrumento de enquadramento).

Sistema de Monitoramento de Inundações: A expansão do sistema de monitoramento e alerta proposta no PDMAT 3, associada à proposição do novo ordenamento territorial para gestão das águas, é vital para prevenção de desastres climáticos e mitigação de enchentes.

Governança Colaborativa e Participação Pública: Os planos de recursos hídricos são desenvolvidos pelo sistema de RH, que promove a pactuação entre múltiplos atores institucionais, incluindo sociedade civil, com destaque para a sub-bacia Juqueri-Cantareira.

Entre as limitações estão os altos custos das obras estruturais, a coordenação insuficiente entre órgãos, a dificuldade em promover uma revisão institucional da gestão das águas e a falta de estratégias de adaptação climática específicas para áreas vulneráveis.

- ***Escala Regional***

Os planos regionais, como o Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental da sub-bacia Juqueri- Cantareira e a Lei nº 15.790/2015 (Lei específica da APRM-AJ), são voltados à gestão hídrica e conservação ambiental da área de estudo. As inovações destacadas são:

Gestão Integrada dos Recursos Hídricos: O PDPA alinha-se plenamente ao PBHAT de forma a promover a gestão integrada e o monitoramento da sub-bacia Juqueri-Cantareira e estabelecer as diretrizes que estão melhor definidas na lei específica da APRM - AJ.

Zoneamento ambiental: A lei específica propõe um zoneamento específico com Áreas de Preservação, Conservação e de Recuperação Ambiental, para proteger os mananciais, incentivando práticas de recuperação de áreas degradadas e de uso sustentável do território. Os municípios devem, segundo essa lei, compatibilizar seus planos diretores aos parâmetros do zoneamento definido pela Lei específica, o que foi realizado.

Sistema de Monitoramento da Qualidade Ambiental: A lei específica da APRM-AJ implementa monitoramento contínuo da qualidade da água, fornecendo dados para políticas de uso e proteção dos mananciais.

As limitações incluem a falta de estratégias para mudança climática e a complexidade de implementação devido a ausência de instâncias regionais de fiscalização e controle e falta de recursos na escala regional.

- ***Escala Municipal***

Na escala municipal, a análise dos Planos Diretores e dos Planos Climáticos dos municípios na área da sub-bacia Juqueri-Cantareira revela avanços e desafios significativos no campo da preservação ambiental, desenvolvimento sustentável e adaptação climática. Observa-se uma clara divisão de enfoques entre os municípios que priorizam a conservação ambiental e o crescimento econômico, e aqueles que integram políticas climáticas e sustentabilidade em suas diretrizes urbanas.

Zoneamento voltado ao desenvolvimento econômico em contraposição à proteção ambiental: os municípios de Caieiras, Cajamar e Franco da Rocha ocupam posição

estratégica na Região Metropolitana de São Paulo, sobretudo no vetor oeste, devido à proximidade com as rodovias Anhanguera e Bandeirantes, além do Rodoanel Norte (em construção), o que tem atraído a instalação de setores logísticos e industriais. Embora os Planos Diretores municipais mencionem a criação de zonas de proteção ambiental, áreas rurais e a promoção do ecoturismo para o desenvolvimento econômico, preservação ambiental e contenção da expansão urbana. Na prática, tem havido revisões que favorecem a expansão das atividades logísticas. São Paulo e Mairiporã se destacam por apresentarem maior quantidade de diretrizes ambientais em seus planos diretores municipais. Mairiporã, com 80% de seu território na APRM-AJ, foca na preservação dos recursos hídricos e áreas naturais O Plano Diretor Estratégico (PDE) de São Paulo apresenta contradições na área de estudo, pois propõe à criação de corredores ecológicos, parques lineares e o Território de Interesse da Cultura e da Paisagem (TICP Jaraguá-Perus) e, ao mesmo tempo, a construção do Novo Entreposto de São Paulo (NESP), de considerável impacto ambiental e econômico.

Instrumentos específicos dos Planos de Adaptação Climática: Apenas dois municípios da área estudada — São Paulo e Francisco Morato — possuem estes instrumentos. O Plano de Ação Climática de São Paulo (PlanClima SP) estabelece metas para reduzir emissões e promover práticas sustentáveis. O Plano de Adaptação Climática de Francisco Morato, desenvolvido no âmbito do programa Municípios Paulistas Resilientes, foca na redução de riscos e no engajamento da população local.

As limitações destes instrumentos estão na dificuldade de implementação, como a falta de coordenação entre setores, entre municípios e a complexidade administrativa, especialmente na fiscalização. A disparidade entre os municípios revela a importância de uma governança intermunicipal com o objetivo de alinhar estratégias econômicas e climáticas na sub-bacia Juqueri-Cantareira (Marques, 2024). Especificamente com relação aos Planos de Adaptação Climática, em ambos os casos, uma visão mais abrangente da resiliência urbana e seus desdobramentos territoriais ainda é incipiente (Marques, 2024).

O quadro 2 resume a relação entre os planos analisados das diferentes escalas de planejamento, os avanços, limites e desafios para impulsionar a resiliência climática.

Quadro 2 - Síntese de Avanços, Limites e Desafios dos instrumentos analisados

Escalas / Aspectos	Avanços	Limites	Desafios
Federal	Integração multissetorial e incentivo à economia verde	Falta de articulação com políticas locais e estaduais	Fortalecer coordenação entre níveis de governo e garantir financiamento para ações de adaptação, mitigação e resiliência em áreas urbanas.
Estadual	Resiliência climática e incentivos econômicos para sustentabilidade	Escassez de recursos para implementação e fiscalização Ausência de exigência para que municípios sigam diretrizes / articulação intermunicipal	Melhorar a coordenação interinstitucional e a sustentabilidade do financiamento
Macro metropolitana	Segurança hídrica e eficiência logística	Dependência de financiamento privado e ausência de estratégias para eventos climáticos extremos	Reconhecer precariedade urbana, reordenamento institucional, criar estratégias para adaptação climática e aumentar resiliência em face de eventos extremos
Metropolitana	Incentivos econômicos para proteção de áreas de risco e uso de simulações hidrológicas	Altos custos das obras e coordenação interinstitucional insuficiente	Existência de uma instância metropolitana capaz de articular estratégias de adaptação climática e garantir financiamento contínuo para obras estruturais
Regional	Proteção e recuperação de mananciais, segurança hídrica	Falta de diretrizes climáticas específicas e alto custo de implementação	Desenvolver ações de adaptação à mudança climáticas e melhorar a integração entre órgãos
Municipal	Menção à dimensão ambiental (arborização, criação de corredores ecológicos, etc) e metas de resiliência climática em alguns municípios	Fiscalização insuficiente, priorização da dimensão econômica com visão de curto prazo, e falta de integração com políticas estaduais	Fortalecer integração entre planos municipais e regionais e aumentar capacidade de fiscalização

Fonte: elaboração dos autores

RESPOSTA DOS INSTRUMENTOS ÀS QUESTÕES- CHAVE

A sistematização da análise dos instrumentos de planejamento no mapa de intensidades - Figura 4 - revela a complexidade e diversidade de enfoques com que cada plano contempla as perguntas estratégicas da metodologia. A matriz revela uma variação significativa na intensidade com que os temas são respondidos nas diferentes escalas – federal, estadual, macrometropolitana, metropolitana, regional e municipal. Os planos analisados estão representados nas linhas, a intensidades das cores representa a quantidade de menções que

respondem às perguntas chave (1, 2, 3, 4 do item 2, Metodologia, e retomadas a seguir), as escalas dos instrumentos que foram mencionados estão nas colunas nomeadas por internacionais (int), nacionais (nac), estaduais (est), regionais (reg), e municipais (mun):

Figura 5 – Mapaz de intensidade de respostas dos instrumentos selecionados às questões chave

Escala	Planos	1					2					3			4		
		int	nac	est	reg	mun	int	nac	est	reg	mun	dir	ind	não	dir	ind	não
Federal	PNMC (2008)																
Federal	PNA (2016)																
Estadual	ZEE																
Macrometrople	PAM TL (2020)																
Macrometrople	PDRH-MMA (2013)																
Metropolitana	PBH-AT (2018)																
Metropolitana	PDMAT 3 (2014)																
Metropolitana	PDUI (2019)																
Regional	PDPA																
Regional	Lei Especifica APRM JC																
Local	PD-MSP																
	PlanClima SP (2021)																
	PD - Caieiras																
	PD - F. da Rocha																
	PD - F. Morato																
	PAMC - F. Morato																
	PD - Mairiporã																
	PD - Cajamar																

Fonte: Elaboração dos autores

(1) Menção a outros Instrumentos

A articulação entre os diversos instrumentos de planejamento é essencial para assegurar uma governança integrada e coordenada, especialmente em territórios ambientalmente sensíveis como a sub-bacia Juqueri-Cantareira. A análise indica que, em nível federal, os planos como a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC) e o Plano Nacional de Adaptação (PNA) apresentam forte interconexão com acordos internacionais, como o Acordo de Paris, além de abordarem a integração entre setores econômicos e ambientais. Essa abordagem favorece a governança multissetorial, abrangendo setores como agricultura, transporte, energia e biodiversidade. No entanto, nos níveis regionais e municipais, a frequência e a intensidade dessas conexões diminuem, evidenciando uma lacuna no alinhamento entre as diretrizes nacionais e a implementação local.

Nos planos estaduais, o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo (ZEE-SP) e o Plano de Ação Climática (PAC 2050) estabelecem articulações que parecem alinhadas com as políticas nacionais, embora apresentem desafios para a aplicação de seus instrumentos pelo nível local. Por outro lado, a Lei Estadual de Proteção e Recuperação de Mananciais, embora com menos intensidade, busca se conectar com todas as escalas. Os planos de escala macrometropolitana, metropolitana e regional têm alta frequência de citação de outros instrumentos, nas diversas escalas, porém com mais intensidade nos instrumentos de mesma escala, especialmente aqueles voltados à gestão de recursos hídricos (PBH-AT, PDRH-MMA e PDMAT 3), e em conexão com instrumentos de saneamento, monitoramento e uso do solo. O PDUI possui respostas com menor intensidade e conexão relativamente

uniforme entre escalas, sendo maior a intensidade na conexão com instrumentos de nível federal. Isto mostra a relevância dos níveis intermediários para conexões multiescalares, embora seja este mesmo nível o que sofre lacunas institucionais importantes, como a governança metropolitana e fragilidades recentes frente a mudanças pouco discutidas do Sistema Estadual de Recursos Hídricos.

Na escala local, destaca-se o fato de os instrumentos mencionarem menos intensamente instrumentos de outro nível que não o local. No plano diretor de São Paulo, Lei nº 16.050/2014, revisado pela Lei 17.975/2023, por exemplo, é mencionada a importância de uma integração com os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável - ODS da Agenda 2030 para o Desenvolvimento sustentável e das ações para o Enfrentamento das Mudanças Climáticas, mas ele não se articula com planos de mudança climática existentes como o PNMC ou o PNA.

(2) Menção à Mudança Climática

A consideração de aspectos climáticos é vital para enfrentar desafios de mudança climática e fortalecer a resiliência territorial. Os instrumentos federais, como o Plano Nacional de Recursos Hídricos (PNRH) e a Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC), elaborados com uma ênfase clara na mudança climática, propõem a redução das emissões de gases de efeito estufa e a transição para uma economia verde por meio do incentivo a tecnologias limpas e à sustentabilidade em diversas atividades econômicas. Esses planos são importantes para definir diretrizes gerais, mas tendem a oferecer respostas genéricas sem considerar s particularidades territoriais.

Na escala estadual, o Plano de Ação Climática Net Zero 2050 (PAC 2050) se destaca pela incorporação de metas de descarbonização em setores como transporte e indústria, e reforçar a transição para fontes de energia renováveis. Esta abordagem reflete um avanço significativo em relação aos planos locais, que, em sua maioria, não respondem diretamente às questões de adaptação climática. O PlanClima São Paulo e o Plano de Adaptação de Francisco Morato, são exceções que integram diretrizes de adaptação climática dentre os planos locais. A ausência da priorização e de abordagem climática em outros planos locais reduz a capacidade da região para se posicionar nas medidas de outros níveis adotadas para gerenciar eventos climáticos extremos. Nas escalas intermediárias, macrometropolitana, metropolitana e regional, novamente os instrumentos voltados à gestão de recursos hídricos (PBH-AT, PDRH-MMA e PDMAT 3) têm alta intensidade de menções e instrumentos relacionados à mudança climática, sendo relativamente antigos os planos PDRH-MMA, de 2013, e PDMAT 3, de 2014.

(3) Aderência ao Ambiente Físico, especialmente da sub-bacia Juqueri-Cantareira

A análise das especificidades ambientais é uma resposta que aparece mais intensamente nos planos estaduais e regionais, cujos objetivos consistem justamente em identificar as necessidades ecológicas e os desafios únicos da sub-bacia. Instrumentos como o

Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE-SP), o Plano de Desenvolvimento e Proteção Ambiental a Lei Específica para a APRM Juqueri-Cantareira e os planos relacionados à gestão de Recursos Hídricos (PBHAT, PDMAT, PDAH-MMA) abordam diretamente questões como a proteção de mananciais, a criação de áreas de restrição e recuperação ambiental, e a definição de diretrizes para uso e ocupação do solo. Estas especificidades são essenciais para a sub-bacia, que enfrenta pressões urbanas e riscos ambientais significativos, mas a intensidade da resposta não é equivalente em todos os planos.

Os instrumentos federais, embora abrangentes e fundamentais para definir princípios de proteção ambiental, tratam das questões ambientais de forma ampla, e não poderiam se concentrar nas características particulares da sub-bacia Juqueri-Cantareira. Este distanciamento, associado à falta de menção a diretrizes deste nível para planos locais, reduz a eficácia das políticas em termos de resposta às necessidades locais.

O PDUI, ao elaborar o macrozoneamento, considera diretrizes gerais de preservação e possibilidade de intensificação de dinâmicas urbanas, bem como estabelece um mapa de equilíbrio entre áreas com maior e menor potencial para prestação de serviços ecossistêmicos. Porém, não se aproxima com o detalhamento necessário das sub-regiões metropolitanas. Com relação à sub-região norte, menciona diretrizes relacionadas à mobilidade e corredores verdes e a necessidade de reforço da centralidade da linha férrea e a importância do quadrilátero logístico norte, sem, entretanto, contemporizar as fragilidades ambientais e riscos de escala metropolitana vinculados a esta região.

Nos níveis municipais, os planos de adaptação à mudança climática de São Paulo e Francisco Morato, assim como os planos municipais, especialmente os de Mairiporã, Caieiras e Franco da Rocha fazem menções a corredores ecológicos e à preservação de áreas verdes. No entanto, a maioria dos instrumentos locais não relaciona essas diretrizes com outros instrumentos. Isso revela uma desconexão que compromete a conservação ambiental e a qualidade de vida das comunidades na região.

(4) Intersecção entre Desenvolvimento Econômico e Questões Ambientais

Esta questão busca entender se as diretrizes de desenvolvimento econômico presentes nos planos integram práticas de sustentabilidade e resiliência climática. A análise mostra que, embora os instrumentos estaduais, como o Plano de Ação Climática Net Zero 2050 (PAC 2050) e o Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE-SP), estabeleçam incentivos econômicos voltados para a sustentabilidade, a intensidade com que são abordados ainda é limitada, especialmente nas esferas locais. O PAC 2050 inclui metas de redução de emissões e incentivos para substituição de combustíveis fósseis, contribuindo para a transição econômica sustentável. Além disso, instrumentos como o ICMS Ambiental e o PSA (Pagamentos por Serviços Ambientais) atuam como ferramentas importantes para promover práticas sustentáveis e conservar áreas de manancial.

Os Planos de escala macrometropolitana e metropolitana, por se tratarem de planos setoriais relacionados à prestação de serviço e à vinculação com Fundos Específicos (como o Fehidro), trazem mais intensamente menção a instrumentos econômicos que se conectam a questões ambientais.

Nos níveis regional e local, a presença de diretrizes que combinem desenvolvimento econômico e sustentabilidade é menos intensa. O Plano Diretor de São Paulo e o PlanClima São Paulo se destacam ao incluírem a criação de parques lineares e corredores ecológicos, o que fortalece a sustentabilidade local. No entanto, apresentam lacunas significativas, faltando a incorporação robusta de práticas de desenvolvimento econômico sustentável. Isso cria limitações para a criação de economias verde, adaptadas à sub-bacia, onde os impactos das práticas econômicas insustentáveis seriam sentidos de forma imediata.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A metodologia aplicada no estudo revelou a necessidade urgente de uma governança compartilhada, interescalar e multidimensional para promover a resiliência e a sustentabilidade na sub-bacia Juqueri-Cantareira. A análise das matrizes evidenciou que os conflitos e lacunas nos instrumentos de planejamento territorial podem ser mitigados por meio de uma abordagem integrada e articuladora, que priorize a preservação dos serviços ecossistêmicos e a adaptação à mudança climática. A adoção de estratégias inovadoras de planejamento, com a ampliação da colaboração entre atores públicos e privados, torna-se essencial para consolidar as sub-bacias como uma área de referência para o desenvolvimento sustentável na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP).

Em cada escala de planejamento, foram identificados avanços significativos que contribuem para a governança e o desenvolvimento sustentável na sub-bacia Juqueri-Cantareira:

- Federal: Planos como o PNRH e o PNMC promovem uma abordagem multissetorial, incentivando a economia verde e a adaptação climática, além de alinharem compromissos nacionais com acordos internacionais.
- Estadual: Instrumentos como o Zoneamento Ecológico-Econômico do Estado de São Paulo (ZEE-SP) e o Plano de Ação Climática Net Zero 2050 (PAC 2050) incluem estratégias específicas de resiliência climática e de recuperação ambiental, especialmente em áreas de mananciais.
- Macrometropolitana: Planos como o Plano de Recursos Hídricos da Macrometrópole (PRH-MMA) e o Plano de Ação de Transporte e Logística (PAM-TL) focam em segurança hídrica e eficiência logística para redução de emissões, reforçando a sustentabilidade em nível regional.
- Metropolitano: O Plano Diretor de Macrodrenagem do Alto Tietê (PDMAT 3) e o PDUI-RMSP introduzem modelagens que consideram novos limites de extremos climáticos, além de incentivos econômicos para proteger áreas de risco, como a sub-bacia.

- Municipal: Planos Diretores e climáticos locais promovem a criação de corredores ecológicos e a recuperação de áreas degradadas, incentivando a adaptação climática e a conectividade entre áreas verdes.

No entanto, algumas lacunas persistem, comprometendo a eficácia dessas iniciativas. Entre as principais limitações identificadas estão:

- Desconexão entre escalas de governança: A falta de articulação entre os diferentes níveis de planejamento compromete uma resposta integrada aos desafios específicos da sub-bacia.
- Dependência de financiamento contínuo: Programas como ICMS Ambiental e PSA têm potencial, mas enfrentam limitações devido à dependência de recursos financeiros sustentáveis.
- Fragmentação institucional: A coordenação entre os diferentes órgãos de execução, especialmente nos níveis estadual e metropolitano, é complexa, reduzindo a eficácia das políticas ambientais.
- Fiscalização insuficiente: A falta de infraestrutura e recursos robustos no nível municipal enfraquece a proteção ambiental e o controle do ordenamento urbano, especialmente em áreas críticas de mananciais.
- Alterações em Planos Diretores para atender à lógica econômica em contraposição à ambiental: A priorização de interesses econômicos, como a logística, sobre a preservação ambiental nos instrumentos de planejamento territorial compromete a sustentabilidade e a resiliência.
- Falta de estratégias robustas para eventos climáticos extremos: Diagnósticos e planos detalhados para adaptação e mitigação de riscos ainda não são amplamente incorporados nos níveis metropolitano e macrometropolitano.
- Baixa participação social: A inclusão limitada de atores privados e da sociedade civil enfraquece a governança colaborativa e a legitimidade das políticas públicas.

Para superar essas lacunas, recomenda-se:

- Articulação entre escalas de governança: Alinhar diretrizes e ações dos diferentes níveis de planejamento, promovendo integração e cooperação.
- Fortalecimento das estratégias de adaptação climática: Incorporar diagnósticos detalhados e ações específicas nos planos regionais e metropolitanos.
- Sustentabilidade financeira: Garantir recursos contínuos para programas de conservação e adaptação climática, como ICMS Ambiental e PSA.
- Governança colaborativa: Promover a participação ativa de atores públicos, privados e da sociedade civil, fortalecendo a coesão institucional.

- Inovação em soluções baseadas na natureza: Priorizar intervenções como corredores ecológicos e sistemas de drenagem sustentável, alinhando-se às metas globais e locais de sustentabilidade.

Por fim, a sub-bacia Juqueri-Cantareira destaca-se como exemplo de franja metropolitana que requer uma gestão ambientalmente sustentável frente à mudança climática. A implementação de uma abordagem multiescalar e integrada, aliada à cooperação entre escalas de planejamento e diferentes atores, pode consolidar este território como modelo de desenvolvimento sustentável na RMSP, promovendo a conservação ambiental e o desenvolvimento socioeconômico em prol da resiliência climática.

REFERÊNCIAS

ALVIM, A. T. B. (2003). **A contribuição do Alto Tietê à gestão da bacia metropolitana, 1994-2001.** Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo. São Paulo, 2003.

FOLKE, C., HAIDER, L. J., LADE, S. J., NORSTRÖM, A. V., & ROCHA, J. (2021). "Commentary : Resilience and Social-Ecological Systems: A Handful of Frontiers". **Global Environmental Change,** 102400. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2021.102400

FRAGKIAS, M, et al (2013). Does Size Matter? Scaling of CO2 Emissions and U.S. Urban Areas. **PLOS ONE** 8(6): e64727.https://doi.org/10.1371/journal.pone.0064727

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA ESTATÍSTICA. **Censo Demográfico 2022**. Brasília, 2022.

INSTITUTO GEOLÓGICO-SMA – SP. "Acidentes ocorridos entre 10 e 11 de março na Região Metropolitana de São Paulo". **Boletim GAEE**: Informe Técnico 04/2016. Eduardo Andrade e Lídia Keiko Tominaga (IGSMA), 2016.

IPCC - Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2014**: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp

JACOBI, Pedro Roberto; SULAIMAN, Samia Nascimento. Governança ambiental urbana em face das mudanças climáticas. **Revista USP,** São Paulo, Brasil, n. 109, p. 133–142, 2016. DOI: 10.11606/issn.2316-9036.v0i109p133-142. Disponível em: https://www.revistas.usp.br/revusp/article/view/123149. Acesso em: 20 nov. 2024.

LATOUR, B. (2012). **Reagregando o social**: Uma introdução à teoria do ator-rede. Salvador, BA: Edufba.

MARQUES, Andresa Ledo. **Franjas metropolitanas rumo à resiliência no contexto da mudança climática**. **Caminhos de planejamento para a sub-bacia Juqueri-Cantareira** (Região Metropolitana de São Paulo, Brasil). Tese de Doutorado: Programa de Pós-graduação em Arquitetura e Urbanismo - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2024. p. 524.

McPHEARSON, T., et al. (2016). Advancing urban ecology toward a science of cities. **BioScience**, 66(3), 198–212. https://doi.org/10.1093/biosci/biw002

MOREIRA, R. M. P. "Interface dos riscos urbanos: fundamentos, métodos e análises aplicadas a interdependências em infraestruturas". **Risco Revista de Pesquisa em Arquitetura e Urbanismo.** São Carlos, IAU-USP. V22_2024, p. 1-18 online https://doi.org/10.11606/1984-4506.risco.2024.225330

MOREIRA, R. M. P. **Interfaces dos riscos urbanos na Região Metropolitana de São Paulo**. Tese de Doutorado em Arquitetura e Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. doi:10.11606/T.16.2019.tde-14012019-165513.

NOBRE, C. A., YOUNG, P.H.N. SALDIVA, J.A.M. ORSINI, A.D. NOBRE, A.T. OGURA, and G. de Oliveira Rodrigues. Vulnerability of Brazilian Megacities to Climate Change: The São Paulo Metropolitan Region (RMSP). In [MOTTA, J., HARGRAVE, G. LUEDEMANN, G. e GUTIERREZ, M.B.S]. **Climate Change in Brazil:** Economic, Social and Regulatory Aspects. Brasilia: IPEA, 2011, p. 197–219.

ROSSETTO, G. P. & TRAVASSOS, L. (2022). Transição para sustentabilidade em drenagem e manejo de águas pluviais: Caminhos teóricos para a pesquisa empírica. **Anais** do XX Enanpur. Universidade Federal do Pará, Belém, PA.

SÃO PAULO (Estado). "Decreto nº 65.881, de 20 de julho de 2021. Dispõe sobre a adesão do Estado de São Paulo às campanhas "Race to Zero" e "Race to Resilience", no âmbito da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, e dá providências correlatas". **Diário Oficial do Estado de São Paulo**, São Paulo, v.131, nº139, p. 1, 21 de julho de 2021. Disponível em: https://www.al.sp.gov.br/norma/?id=199160. Acesso em 23 de ago. de 23.

TUROK, I., & MCGRANAHAN, G. (2013). Urbanization and economic growth: The arguments and evidence for Africa and Asia. **Environment and Urbanization,** 25(2), 465–482. https://doi.org/10.1177/0956247813490908

AGRADECIMENTOS

Este trabalho resulta do esforço e acúmulo de diferentes atividades das autoras, grupos de pesquisa, desenvolvimento de teses de doutorado, ações de extensão e instâncias de representação[1]. Compõe as atividades do projeto de pesquisa "Cidades Adaptação e Infraestrutura às Mudanças do Clima-CIAM Clima", do qual fazem parte a Universidade Presbiteriana Mackenzie, Universidade de São Paulo, Universidade Federal do ABC, Universidade Federal do Rio Grande do Norte e Universidade São Judas, além de signatários da rede Klimapolis (INCT CNPq). Agradecemos ao apoio financeiro do CNPq (Edital Universal e Bolsa PQ[2]), do Fundo MackPesquisa, Capes Proex do PPGAU FAU-Mackenzie e PROEC - Programa de Apoio a Ações Transversais de Pesquisa, Inovação, Extensão e Extensão Tecnológica - UFABC.

[1] Renata Moreira é membro do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê e Angélica Benatti Alvim membro do Conselho de Proteção da Paisagem Urbana do município de São Paulo.

[2] O artigo também insere-se nas reflexões do projeto da Bolsa Produtividade CNPq ˜PLANOS E PROJETOS URBANOS PARA CIDADES BRASILEIRAS: DESAFIOS DA RESILIÊNCIA EM ÁREAS PROTEGIDAS" de Angélica Tanus Benatti Alvim.