GOVERNANÇA AMBIENTAL na Macrometrópole Paulista face à VARIABILIDADE CLIMÁTICA

Pedro Roberto Jacobi – Alexander Turra – Célio Bermann
Edmilson Dias de Freitas – Klaus Frey – Leandro Luiz Giatti
Luciana Travassos – Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli
Sandra Momm – Silvia Zanirato
(*organizadores*)

Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista face à Variabilidade Climática

Pedro Roberto Jacobi
Alexander Turra
Célio Bermann
Edmilson Dias de Freitas
Klaus Frey
Leandro Luiz Giatti
Luciana Travassos
Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli
Sandra Momm
Silvia Zanirato

Organizadores

RiMa FAPESP

2022

Copyright © 2022 do autores

As opiniões, hipóteses e conclusões ou recomendações expressas neste material são de responsabilidade do(s) autor(es) e não necessariamente refletem a visão da FAPESP.

Este livro passou por avaliação e aprovação às cegas de um ou mais pareceristas *ad hoc*.

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

Governança ambiental na macrometrópole paulista face à variabilidade climática / organizado por Pedro Roberto Jacobi... [et al]. – São Carlos, SP : RiMa Editorial, 2022.
511 p.

Formato: eBook
ISBN: 978-65-84811-08-9

1. Política ambiental – São Paulo (Estado). 2. Governança ambiental. 3. Mudanças climáticas. 4. Macrometrópole. I. Jacobi, Pedro Roberto (org.).

CDD 363.7098161

Elaborado por Natalia Gallo Cerrao – CRB 8/10169

Índice para catálogo sistemático:
1. Política ambiental – São Paulo (Estado) 363.7098161

COMISSÃO EDITORIAL
Dirlene Ribeiro Martins
Paulo de Tarso Martins
Carlos Eduardo de Mattos Bicudo (IBot - SP)
Evaldo L. G. Espíndola (USP - SP)
João Batista Martins (UEL - PR)
Michèle Sato (UFMT - MT)

RiMa
Rua Virgílio Pozzi, 81 – Santa Paula
13564-040 – São Carlos, SP
Fone/Fax: (16) 988064652

Esta obra é dedicada à memória da professora e amiga Kátia Canil.

Agradecimentos

Os organizadores agradecem à Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP). A presente obra é produto das atividades desenvolvidas no âmbito do projeto Temático FAPESP "Governança ambiental na Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática" (Processo 15/03804-9 e 2021/14093-7). Este estudo é uma contribuição direta aos temas de investigação do Grupo de Pesquisa Meio Ambiente e Sociedade e do Centro de Síntese USP Cidades Globais (IEA/USP). Uma realização do Grupo de Acompanhamento e Estudos em Governança Socioambiental (GovAmb-IEE/USP).

Prefácio

Macrometrópole Paulista e mudanças climáticas: resiliência e reparação social

Cada vez mais é necessário articular escalas diferentes para analisar fenômenos complexos, como é o caso da Macrometrópole Paulista. Distintos processos ao longo do tempo produziram uma teia urbana que expressa o passado e suas desigualdades sociais não resolvidas por uma vasta área na qual convivem diferentes pessoas que atuam em lugares específicos que podem ou não estar articulados. Parte dos lugares interagem em nós globais, enquanto outros estão circunscritos ao país, a uma escala regional ou aparentemente segregados, quando, na verdade, são resultado dos demais nós.

Para compreender essa trama, é preciso analisar processos históricos e sua repercussão na produção do espaço geográfico, que acumula materialidades técnicas e tecnológicas que interagem com uma população diversificada e socialmente desigual. O resultado desta gama de temporalidades pretéritas deve ser problematizado à luz do maior desafio que se apresenta aos que vivemos no tempo presente: as mudanças climáticas e seus efeitos.

Compreender uma área que concentra grande parte da população do estado de São Paulo, sua principal base de produção industrial e a maior concentração populacional do Brasil é um enorme desafio que só pode ser enfrentado por uma equipe interdisciplinar, como a presente nesta obra, expressa na organização e autoria dos capítulos. Acrescentem-se os efeitos das mudanças climáticas para chegar, com o perdão do trocadilho, à tempestade perfeita. Entender a macrometrópole e as alterações causadas pelo aquecimento global nesta parcela do Brasil oferece riscos e desafios em termos acadêmicos e políticos, que podem resultar em propostas para reparar as desigualdades sociais, ao mesmo tempo em que aumenta a resiliência da parte mais rica do estado de São Paulo, ou, reforçar a estrutura segregacionista que ainda predomina. Os textos deste livro apostam na primeira alternativa.

Enfrentar esta enorme demanda leva a combinar o passado com a incerteza que os cenários futuros apontam. Afinal, qual patamar de alterações nos sistemas bio-geofísicos será possível edificar por meio das rodadas da ordem ambiental internacional das mudanças climáticas? As metas voluntárias acordadas em Paris, em 2015, estão muito aquém do que é preciso reduzir de emissões de gases de efeito-estufa. Nem mesmo o importante debate intergeracional, pautado por jovens combativos como Greta Thumberg, parece sensibilizar políticos que decidem quanto vai diminuir, ou não, as emissões de seu país.

Em termos de mudanças climáticas, a única certeza é a incerteza. Planejar o futuro torna-se difícil, posto que parâmetros fundamentais estão pouco consolidados. Neste sentido, recomendo a leitura do capítulo "Planejamento na Macrometrópole Paulista: balanço de pesquisas e temas emergentes", que têm, no conjunto de autores, a geógrafa Kátia Canil, professora da Universidade Federal do ABC, que nos deixou ao longo da produção deste livro, o que merece registro dado seu compromisso com a atuação crítica e consequente para a mitigação de processos socioambientais em áreas urbanas, inclusive no enfrentamento de situações de risco, como expresso em outro capítulo no qual também colaborou como autora.

Apesar da incerteza, encontra-se hoje uma série de conceitos norteadores que já conseguiram estabelecer alguns consensos que auxiliam o diagnóstico da crise que estamos imersos. Eles são úteis para analisar processos localizados na Macrometrópole, como indicam os capítulos da obra. Temas como justiça climática, segurança hídrica, vulnerabilidade socioambiental e capacidade de adaptação, serviços ecossistêmicos, governança ambiental, riscos urbanos, resiliência, entre outros destacados nos capítulos a seguir, são fundamentais para buscar alternativas para enfrentar os desafios que estão diante desta geração, que já sente os efeitos das alterações climáticas que vão afetar ainda mais as gerações futuras. Além disso, o livro contém uma importante discussão sobre alternativas de geração energética, fundamental para a transição para uma sociedade de baixa emissão de carbono ao apontar como o aproveitamento de fontes alternativas pode viabilizar um novo modelo de organização social, ao descentralizar as fontes de geração energética.

Discutir processos sociais e ambientais na porção que concentra a maior parte da atividade econômica paulista e brasileira é fundamental

para preparar o estado e o país para a necessária transição para uma sociedade moldada em outras bases. Uma nova sociedade deverá orientar-se por mais inclusão social e respeito a processos naturais que, desestabilizados pela ação das camadas dominantes, podem agravar riscos e situações de vulnerabilidade social, em especial entre os de renda mais baixa, vítimas recorrentes de alagamentos, enchentes, escorregamentos de vertentes, entre outros problemas, cujas causas são sociais.

Como o passado deixou na macrometrópole paulista uma elevada desigualdade social, as respostas aos efeitos das mudanças climáticas podem representar alternativas para reparar a injustiça socioespacial presente no território. Trata-se de uma oportunidade para edificar a resiliência associada à reparação social. Este livro, ao diagnosticar o quadro e apontar alternativas, contribui para este processo.

Wagner Costa Ribeiro
Programa de Pós-Graduação em Geografia Humana
Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental
Professor Titular do Departamento de Geografia,
Universidade de São Paulo

Sumário

Introdução 17
Pedro Roberto Jacobi, Alexander Turra, Célio Bermann, Edmilson Dias de Freitas, Klaus Frey, Leandro Luiz Giatti, Luciana Travassos, Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli, Sandra Momm e *Silvia Zanirato*

Parte I – Governança de Saneamento Ambiental

Capítulo 1 Governança do saneamento ambiental na Macrometrópole Paulista face às mudanças climáticas 27
Klaus Frey, Aldenísio Moraes Correia, Lidiane Alonso Paixão dos Anjos, Marcio Anderson Kontopp, Ruth Ferreira Ramos, Diego Rafael G. C. Braga e *Beatriz Milz*

Capítulo 2 Nexos para a resiliência urbana no contexto de vulnerabilidade às mudanças climáticas 49
Leandro Luiz Giatti, Lira Benites Lazaro, Mateus Henrique Amaral, Kauê Lopes dos Santos, Ana Cristina Matos, Vanessa Rafaelle Soares de Lima e *Alberto Matenhauer Urbinatti*

Capítulo 3 Segurança Hídrica, mudanças climáticas e a Macrometrópole Paulista: desafios a partir de uma visão crítica 65
Vanessa Lucena Empinotti, Marcelo Aversa, Rayssa Cortez, Leonardo Varallo e *Luís Gustavo de Almeida Branco*

Capítulo 4 Indicadores e os desafios para a análise da MMP 81
Kauê Lopes dos Santos, Gina Rizpah Besen, Klaus Frey, Leandro Luiz Giatti, Vanessa Empinotti e *Humberto Alves*

Parte II – Territorialidades, Espacialidades e Inovação na Governança Ambiental

Capítulo 5 Planejamento na Macrometrópole Paulista: balanço de pesquisas e temas emergentes 101
Sandra Momm, Luciana Travassos, Silvana Zioni, Kátia Canil, Pedro Henrique Campello Torres e *Samia Sulaiman*

Capítulo 6 *Tekoá* e a Macrometrópole Paulista: reflexões sobre a produção social do espaço 119
Igor Matheus Santana-Chaves, Graziana Donata Punzi de Siqueira, Maria Lucia Bellenzani, Bruna de Souza Fernandes, Danielle Andrade Angelo, Gabriel Machado Araujo, Lucas dos Santos Rocha, Pedro Henrique Campello Torres, Luciana Travassos, Silvana Zioni e *Sandra Momm*

Capítulo 7 Sistema, práticas e cultura de planejamento ambiental na Macrometrópole Paulista em contexto de mudanças climáticas: debate a partir dos artefatos de planejamento 141
Ana Lia Leonel, Paula Ciminelli Ramalho, Lívia Stefânia Rosseto, Vitor Martins Gonçalves, Solange Alves Duarte dos Santos, Edilene Vieira Fazza, Sandra Momm e *Luciana Travassos*

Capítulo 8 Da construção social dos riscos à transição sociotécnica: discutindo possibilidades de enfrentamento às inundações urbanas na MMP 167
Rodolfo Moura, Robson Moreno, Rosana Laura, Samia Sulaiman, Giovanna Rosseto, Amauri Pollachi, Luana Braz Villanova, Rosilene Santos, Kátia Canil, Luciana Travassos e *Sandra Momm*

Parte III – As Pequenas Cidades em um Espaço Metropolizado

Capítulo 9 Vulnerabilidade socioambiental e capacidade adaptativa de pequenas cidades da MMP face à emergência climática 187
Silvia Zanirato, Guilherme Dias, Isabela Cavaco, Paulo Marcelo de Souza, Ariane Rezende e *Fernando Amaral*

Capítulo 10 Unidades de Conservação e desenvolvimento local: limites e possibilidades nos pequenos municípios da RMVPLN 213
Filipe Vieira Oliveira, Marcelo Takashi Misato e *Danilo Morceli*

Capítulo 11 Segurança hídrica das populações rurais da Macrometrópole Paulista 235
Beatriz Duarte Dunder, Gabriel Pires de Araújo, Mariana Franco de Carvalho e *Lays Pimentel Percino da Silva*

Capítulo 12 Desafios para a adaptação à variabilidade climática na Macrometrópole Paulista: Considerações sob a perspectiva da Justiça Climática 249
Gabriel Pires de Araújo, Letícia Stevanato Rodrigues, Beatriz Duarte Dunder, Bruno Avellar Alves de Lima e *Rayssa Saidel Cortez*

Parte IV – Evolução da Urbanização da Cidade de São Paulo e seu Impacto nos Padrões Atmosféricas da Região: Simulações Numéricas do Clima Presente e Futuro

Capítulo 13 Relações entre urbanização e precipitação na Macrometrópole Paulista 267
Mariana Fadigatti Picolo, Thamiris Luisa de Oliveira Brandão Campos e *Edmilson Dias de Freitas*

Capítulo 14 Contribuição dos modelos do CMIP na formulação de políticas públicas adaptativas 283
Thamiris Luisa de Oliveira Brandão Campos, Thais Fujita e *Edmilson Dias de Freitas*

Capítulo 15 Modelagem hidrológica de bacias urbanizadas 295
Thais Fujita, Caluan Rodrigues Capozzoli, Sameh Adib Abou Rafee e *Edmilson Dias de Freitas*

Capítulo 16 Mudanças de uso e cobertura da terra na Macrometrópole Paulista 307
Carolyne Bueno Machado e *Edmilson Dias de Freitas*

Capítulo 17 *Climate Shift*: Uma abordagem sobre seus efeitos no regime pluviométrico 325
Sameh Adib Abou Rafee, Edmilson Dias de Freitas, Jorge Alberto Martins e *Cintia Bertacchi Uvo*

Parte V – A Governança das Questões Energéticas no Contexto das Macrometrópoles Paulistas

Capítulo 18 Cidades inteligentes: Limites e possibilidades na Macrometrópole Paulista 335
João Tadeu Alves dos Santos, Andrea Lampis, Sonia Maria Gaspar Lontro Hermsdorff, Renata Hamilton de Ruiz e *Célio Bermann*

Capítulo 19 Justiça energética e geração distribuída fotovoltaica em São Paulo 353
Andrea Lampis, Lira Luz Benites Lazaro, Raiana Schirmer Soares, Sigrid de Aquino Neiva e *Célio Bermann*

Capítulo 20 O contexto da geração distribuída e sua evolução na Macrometrópole Paulista 379
João Marcos Mott Pavanelli, Raiana Schirmer Soares, Arthur Mendonça Quinhones Siqueira, Flávia Mendes de Almeida Collaço, Lira Luz Benites Lazaro e *Célio Bermann*

Parte VI – A Abordagem dos Serviços Ecossistêmicos na Dinâmica da Governança Ambiental

Capítulo 21 Discussão crítica do conceito de serviços ecossistêmicos 397
Paulo Antonio de Almeida Sinisgalli, Alexandre Toshiro Igari, Alexander Turra, Wilson Cabral de Sousa Jr., Bruno Portes e *Camila Espezio de Oliveira*

Capítulo 22 Valoração econômica, ecológica e sociocultural 411
Alexandre Toshiro Igari, Victor Kinjo, Anelise Gomes da Silva, Camila Espezio de Oliveira, João Marcos Mott Pavanelli, Jeferson Brás de Lima e *Paulo Antonio de Almeida Sinisgalli*

Capítulo 23 Modelos, ferramentas e instrumentos para incorporação da avaliação de serviços ecossistêmicos na tomada de decisão 427
Priscila Ikematsu, Bruno Portes, Bruna Fatiche Pavani, Mariana Marques, Walter Mendes, Wilson Cabral de Sousa Jr., Paulo Antonio de Almeida Sinisgalli e *José Alberto Quintanilha*

Capítulo 24 Políticas públicas, serviços ecossistêmicos e governança ambiental 445
Denise de La Corte Bacci, Vânia Maria Nunes dos Santos, Anelise Gomes da Silva, Bruno César Nascimento Portes, João Marcos Pavanelli, Luciana Yokoyama Xavier, Leandra Gonçalves e *Wilson Cabral de Sousa Jr.*

Parte VII – Aprendizagem Social no Projeto MacroAmb

Capítulo 25 Diálogo e aprendizagem social: Análise dos desafios para integrar diferentes saberes 465
Rafael de Araujo Arosa Monteiro, Renata Ferraz de Toledo, Luciana Yokoyama Xavier e *Pedro Roberto Jacobi*

Síntese e palavras finais dolivro 483
Pedro Roberto Jacobi, Alexander Turra, Célio Bermann, Edmilson Dias de Freitas, Klaus Frey, Leandro Giatti, Luciana Travassos, Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli, Sandra Momm e *Silvia Zanirato*

Sobre os organizadores 491

Sobre os autores 493

Introdução

Pedro Roberto Jacobi, Alexander Turra, Célio Bermann, Edmilson Dias de Freitas, Klaus Frey, Leandro Luiz Giatti, Luciana Travassos, Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli, Sandra Momm e Silvia Zanirato

Este livro apresenta um conjunto de contribuições que foram produzidas pelos seis grupos de pesquisa que compõem o Projeto Temático Fapesp "Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à Variabilidade Climática", realizado entre 2017 e 2022. O projeto, sediado no Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo, é integrado por docentes, pesquisadores e discentes de diversas unidades da Universidade de São Paulo (Instituto Oceanográfico, Faculdade de Saúde Pública, Instituto de Geociências, Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas, Escola de Artes, Ciências e Humanidades, Faculdade de Economia e Administração e Instituto de Estudos Avançados), da Universidade Federal do ABC (vinculado aos programas de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território e Políticas Públicas), do Instituto Tecnológico da Aeronáutica e da Universidade São Judas Tadeu. Esse projeto, como será evidenciado ao longo do livro, representa uma experiência acadêmica baseada na articulação de conhecimentos e diálogo interdisciplinar.

Para esta publicação os grupos de pesquisa, em suas dinâmicas internas e interdisciplinares, organizaram sínteses que foram produzidas por meio de processos colaborativos. Assim, os capítulos estão organizados de acordo com as produções desses grupos temáticos a saber: Governança de saneamento ambiental; Territorialidades, espacialidades e inovação na governança ambiental; Pequenas cidades em um espaço metropolizado; Evolução da urbanização da cidade de São Paulo e seu impacto nos padrões atmosféricos da região: Simulações numéricas do clima presente e futuro; Governança das questões energéticas no contexto da Macro-

metrópole Paulista; Serviços ecossistêmicos na dinâmica da governança ambiental; e, por último, um estudo exploratório, não representativo do projeto em si, mas fruto de pesquisa de doutorado, sobre o processo da aprendizagem social, desenvolvido no projeto temático.

Ao longo do processo de produção desse material, não se tratou de abordar apenas a dinâmica macrometropolitana, mas, a partir de uma abordagem interdisciplinar, reconhecer diferentes patamares de interações de governança, da funcionalidade territorial e interdependências. Neste sentido, dialoga com a demanda por uma revisão dos paradigmas existentes em torno dos instrumentos setoriais e locais de planejamento e gestão. O maior desafio, desde o início do projeto, foi mobilizar pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento em um estudo integrado que fosse capaz de interpretar as diferentes questões que compõem as demandas locais e regionais da macrometrópole. A partir deste esforço sinérgico, foi possível explorar alternativas e caminhos para uma sustentabilidade justa.

A Macrometrópole Paulista (MMP) caracteriza-se pela diversidade e complementaridade de funções econômicas, sociais e ambientais, exercidas em seu território, compreendendo 174 municípios, tendo a capital paulista como seu centro polarizador. Estrutura-se a partir de um conjunto de 5 regiões metropolitanas, 2 aglomerados urbanos e 1 microrregião - não institucionalizada - no Estado de São Paulo, abrigando cerca de 34 milhões de pessoas que habitam a região mais rica e economicamente forte do país. A MMP, um dos recortes territoriais de maior expressão do Hemisfério Sul, revela-se uma arena estratégica para a formulação e implementação de planejamento, governança e de políticas públicas regionais trans e multiescalares.

Trata-se de um território bastante heterogêneo, onde prevalecem profundas iniquidades, intensos desafios relacionados à escassez de recursos, riscos de desastres e aos padrões insustentáveis de desenvolvimento, agravados pelas ameaças associadas às mudanças climáticas globais. Isto se reflete no conjunto de problemas que têm se multiplicado em virtude da desarticulação, pouca efetividade ou inexistência de instrumentos adequados de gestão intersetorial, multinível ou policêntrica.

Dois aspectos devem ser ressaltados nesta nova concepção de governança: a multiescalaridade e policentricidade, de um lado, e a perspecti-

va do Nexo, de outro. A governança multinível e policêntrica configura um sistema de negociação para lidar com problemas complexos por meio de soluções colaborativas. A abordagem do Nexo voltada aos contextos urbanos, pela natureza transversal da sua racionalidade, é aqui compreendida como uma forma de ampliar a resiliência dos sistemas sócio-ecológicos urbanos, e contribui para o diálogo com as demandas das cidades no contexto macrorregional em vista das variadas conexões regionais existentes.

As análises apresentadas mostram a existência de múltiplas escalas, níveis, conexões e interdependências, potenciais espaços para inovação e conflitos nos sistemas e nas práticas do planejamento e da governança. Três conjuntos de temas se organizaram a partir das pesquisas neste âmbito. A primeira dimensão trata da heterogeneidade que promove e resulta de dinâmicas territoriais (urbano-rurais, redes de infraestruturas), e tem como consequência processos de fragmentação e integração, definindo (ou não), a partir de bordas e limites fluidos, territorialidades, ainda que, por vezes, impermanentes, tal como a própria definição e institucionalização da MMP. A segunda dimensão é reflexiva e se dá a partir de um arcabouço analítico aplicado em quatro artefatos de planejamento ambiental e territorial *da* e *na* MMP. A última dimensão aborda transições e riscos socialmente construídos, na medida que ambos perpassam as estruturas sociais e técnicas para se materializarem nos territórios. Um outro tema relevante, a segurança hídrica, é igualmente abordado nas diversas escalas territoriais, em vista do fato de que o acesso ou o impedimento do acesso à água não se deve apenas a questões técnicas, mas faz parte das relações entre ambiente e sociedade, sendo expressão das desigualdades políticas e econômicas da região. A escala macrometropolitana ainda torna mais evidente a alta complexidade (e heterogeneidade) territorial e institucional, apontando a relevância da questão escalar e sua influência no planejamento e na governança da água em um cenário de crescente aquecimento climático. Verifica-se que as cidades são palco de diversos tipos de crises relacionadas ao meio ambiente e à escassez dos recursos naturais, ocasionando impactos econômicos e acentuando a vulnerabilidade social de grande parcela da população que dispõe de pouca capacidade adaptativa em virtude da sua precária condição socioeconômica frente aos eventos extremos que se apresentam.

Em territórios marcados pelas desigualdades da produção capitalista do espaço urbano e o aprofundamento das injustiças relacionadas aos eventos extremos de precipitação e de períodos prolongados de estiagem, os padrões de infraestrutura (monofuncional) e os serviços urbanos não são suficientes ou adaptados de forma adequada para lidar com os cenários hidrometeorológicos extremos nos diferentes espaços que conformam a MMP, nem mesmo em locais consolidados das cidades. A substituição do ambiente natural pela urbanização cada vez mais densa acarreta uma excessiva impermeabilização do solo. Isto aumenta e acelera o escoamento superficial, que, em casos de chuvas intensas, sobrecarrega o sistema de drenagem. Somado às alterações de cursos d'água e canalização de rios, vem provocando enchentes, alagamentos, enxurradas e deslizamentos de terra, particularmente naquelas localidades de expansão inadequada, caracterizadas por condições de riscos e onde vivem as populações mais vulneráveis.

No livro é abordada a temática das pequenas cidades na MMP e as vulnerabilidades ambientais às alterações climáticas nesta escala territorial. Estes representam um total de 31 municípios, considerando-se aqueles que possuem núcleos urbanos com população de até 25 mil habitantes (classificação dada pelo IBGE). Os estudos apresentam os desafios acerca da proteção do ambiente pela instituição de áreas naturais protegidas e sua importância para o desenvolvimento local. Ressaltam-se as possibilidades de a valoração dos bens naturais, a partir da prestação dos serviços ecossistêmicos e das iniciativas de usos turísticos, como formas possíveis de conciliar o desenvolvimento local com a necessidade de conservação ambiental.

A dimensão climática na MMP é abordada a partir de, pelo menos, cinco aspectos: a relação entre urbanização e precipitação, a contribuição de modelos climáticos para a formulação de políticas públicas adaptativas, a modelagem hidrológica de bacias urbanizadas, as mudanças de uso e cobertura da terra e seus impactos no regime pluviométrico e o impacto das oscilações climáticas. Destaca-se que na região se verificam os impactos da supressão da vegetação nativa e, como o processo de urbanização desigual, também favorece a ocupação de áreas de maiores riscos naturais (geológico, meteorológico e biológico) e riscos gerados pelas atividades humanas (degradação ambiental e riscos tecnológicos) que, soma-

dos, aumentam a vulnerabilidade da população aos desastres naturais. Os fatos e dados apresentados nos diversos artigos contribuem como insumos para estudos voltados à modelagem climática, hidrológica e de previsão do tempo, pois descrevem a contribuição da morfologia urbana para os fluxos de calor e umidade em direção à atmosfera, na infiltração da água no solo e para os volumes pluviométricos, fornecendo informação essencial para o dia-a-dia da população e para o planejamento e tomada de decisão por parte dos governos e gestores.

A questão energética na MMP é analisada sob três óticas: a evolução da geração distribuída e seu alcance, os desafios de implementação e adoção do paradigma de *Smart City* nos municípios que a compõem e, tendo como exemplo a cidade de São Paulo, a compreensão da desigualdade dos processos de transformação energética existentes, com o eixo norteador da questão da justiça energética, caracterizando a incidência de desigualdades regionais como um fenômeno multidimensional. Nos artigos se mostra a importância dos formuladores de políticas, assim como de atores da iniciativa privada e da sociedade em geral, considerarem muito mais que fatores econômicos e técnicos, também as condicionantes socioeconômicas e ambientais quando do planejamento e implementação de tecnologias de energias renováveis, pois existe uma correlação positiva entre a melhoria do acesso à energia e os impactos sobre fatores como saúde, educação e economia. É destacada a importância de se considerar aspectos socioeconômicos locais nas elaborações regulatórias, bem como a necessidade de agências intermediárias harmonizarem interesses institucionais de diferentes níveis hierárquicos com adequações técnicas e incentivos econômicos para cada localidade.

A temática dos serviços ecossistêmicos é abordada tanto na sua dimensão conceitual como nas políticas públicas de preservação, conservação e uso sustentável de ecossistemas, biodiversidade e florestas, atrelada à governança ambiental da Macrometrópole Paulista. O enfoque adotado visa contribuir no sentido de promover uma maior clareza nas relações de oferta e demanda por esses serviços nos múltiplos territórios, atores e instituições envolvidos nos sistemas, e destacar a importância dos ecossistemas na economia regional, além de subsidiar diversas ferramentas de apoio à tomada de decisão e políticas públicas, tais como a elaboração de cenários e modelos preditivos de causa-efeito decorrentes

de mudanças no uso e ocupação do solo ou como estabelecer arranjos de políticas de pagamentos por serviços ambientais.

Inclui-se também a reflexão sobre como o projeto aborda os alcances e limites no desenvolvimento da pesquisa, notadamente associados ao desafio de diálogos de conhecimento e práticas colaborativas entre os grupos no Projeto Temático. A questão que se coloca é quanto aos avanços promovidos pelo grupo para construir um caminho para fomentar uma forma inovadora de fazer pesquisa, tendo como referencial central o conceito de Aprendizagem Social. O objetivo desde a concepção da proposta foi o de verificar os avanços e limitações que dificultam o processo pretendido, na busca de compreender como o grupo adquire novas habilidades interpessoais, reconhece a necessidade de processos colaborativos e reflexivos, identifica e compreende outros problemas a serem enfrentados, a partir de uma interação dialógica com ênfase nas trocas e hibridizações de conhecimento.

O livro apresenta abordagens inovadoras e interdisciplinares que atendem à complexidade dos tempos atuais, potencializando outras racionalidades para o envolvimento e articulação de diversos sistemas de conhecimento vinculados a seis eixos da pesquisa. O desafio da interdisciplinaridade mostra, portanto, o enorme potencial de estabelecer cortes transversais na compreensão e explicação em contextos de pesquisas, incluindo conexões entre conhecimentos face à complexidade dos processos socioambientais e à necessidade de incorporar outras formas de conhecimentos e objetos científicos híbridos sobre os temas abordados num contexto caracterizado pela complexidade, incerteza e diversidade nas multicausalidades e relações de interdependência de processos que compõem a Macrometrópole.

A síntese desta publicação visa contribuir para a continuidade do debate sobre as características desta cidade-região, em toda a sua complexidade que, para além das suas contradições e explicitação de desigualdades - nos territórios, nos serviços ecossistêmicos, na energia, no acesso às águas, entre outros, - é também o espaço de múltiplas formas de articulação, integração e cooperação. Há, portanto, a busca por uma nova escala e novas concepções de planejamento, governança e investimento, visando melhor atender, no âmbito macrometropolitano, às demandas sociais, urbanas e ambientais de forma integrada.

Destaca-se a importância das pesquisas oriundas de teses e dissertações desenvolvidas sobre o tema, que mostram a amplitude dos diálogos interdisciplinares que configuram e ampliam temáticas importantes para a MMP. Isto indica que as pesquisas possibilitaram o redesenho e a ampliação das abordagens como resultado da aprendizagem social promovida nas atividades do projeto MacroAmb. Os capítulos do livro organizados por temáticas mostram o significado dos diálogos entre os grupos, que sinalizam o potencial de continuidade após a finalização do projeto. A ênfase em práticas que estimulam a interdisciplinaridade e a transversalidade revela o grande potencial que existe para compreender a complexidade, incerteza e diversidade envolvidas nos processos e o desafio de desenvolver objetos científicos híbridos por meio de cortes transversais e dinâmicas colaborativas entre áreas de conhecimento e que permitam uma nova configuração das conexões entre as ciências naturais, sociais e exatas. O maior desafio que se coloca é de produzir um campo de conhecimento que possibilite captar as multicausalidades e as relações de interdependência que compõem ou compunham os limites formais do território da Macrometrópole.

Finalmente, destaca-se a necessidade de refletir sobre o futuro da própria concepção da MMP, desde o fim da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (Emplasa), a partir da Lei Nº 17.056, de 2019, e sobre o destino a ser dado à governança da MMP e à secretaria executiva do Plano de Ação da Macrometrópole (PAM).

Por outro lado, em um sistema político federativo, a retração de um ente federado pode abrir espaço para emergência de outro e para o fortalecimento de estruturas institucionais intermediárias capazes de assumir responsabilidades e protagonismo em vista dos enormes desafios que a macrorregião indubitavelmente está enfrentando. As diversas experiências analisadas no projeto MacroAmb relacionadas à atuação dos municípios, à cooperação intermunicipal por meio de consórcios, ou à gestão colaborativa nos comitês de bacias hidrográficas, demonstram, apesar de suas limitações na prática, importantes potencialidades de uma governança policêntrica, multinível e, consequentemente, mais resiliente. O acirramento dos conflitos que devemos esperar para o futuro como consequência do aquecimento global necessariamente nos impõe a necessidade da adoção, o quanto antes, de práticas cooperativas, integra-

das e firmes de governança ambiental. Torna-se necessária esta transformação, se quisermos evitar o cenário inquietante de um autoritarismo ambiental, como último recurso para a imposição das medidas inevitáveis e restritivas, para assegurar a sustentabilidade futura da macrometrópole paulista em tempos de crise climática.

Parte I
Governança de Saneamento Ambiental

Capítulo 1

Governança do saneamento ambiental na Macrometrópole Paulista face às mudanças climáticas

Klaus Frey, Aldenísio Moraes Correia, Lidiane Alonso Paixão dos Anjos, Marcio Anderson Kontopp, Ruth Ferreira Ramos, Diego Rafael G. C. Braga e Beatriz Milz

Introdução

As transformações decorrentes das alterações do clima colocam forte pressão sobre a sociedade e os ecossistemas, tornando-os vulneráveis a diferentes riscos e ameaças. As análises do IPCC (2014) têm apontado que os impactos negativos das mudanças climáticas afetam sobremaneira a disponibilidade de água para manutenção dos ecossistemas e das necessidades humanas básicas (UNESCO, 2020).

Recentes pesquisas evidenciam que a emergência climática é, em grande medida, irreversível, acarretando elevação nas temperaturas para os próximos 1.000 anos, mesmo no caso improvável de cessação das emissões de dióxido de carbono (SOLOMON et al., 2009; IPCC 2021, cap. 4). As últimas décadas demonstraram que a emergência climática é de difícil solução política, havendo inércia sobre a forma de seu enfrentamento. A recente ascensão do populismo de direita tem impulsionado ainda mais o discurso negacionista e a polarização política, comprometendo a capacidade de desenvolvimento e implementação de políticas públicas voltadas para o combate às mudanças climáticas (HOFFARTH & HODSON, 2016).

Ações efetivas de atenuação dos efeitos negativos das mudanças climáticas dependem do comprometimento e da responsabilização de múltiplos agentes sociais, do envolvimento de diferentes níveis governamentais e de um efetivo pacto social que se destine a planejar e propor

inovações institucionais (GUPTA, 2007). A adaptação e a transformação da sociedade para lidar com essas mudanças precisam ser tratadas em diferentes escalas espaciais e níveis políticos (STEFFEN, 2011).

Nos estudos sobre planejamento e políticas públicas, tal situação problemática é classificada como típico problema perverso de política, ou "*wicked problems*", porque congrega de uma só vez complexidade, incertezas, riscos e divergências de valores entre os principais *stakeholders* (HEAD, 2008; HEAD & ALFORD, 2015). Quanto a *wicked problems* relacionados a desastres ambientais, Brinkmann (2020, p. 55) os designa como "assuntos extremamente desafiadores resultado de problemas naturais ou provocados pelo homem". Na literatura, há um crescente reconhecimento de que abordagens de governança tecnocrática e *top-down*, ou que apostam no mercado, na terceirização ou privatização, limitando a ação do Estado à mera regulação, são inadequadas para tratar dos riscos de desastres enfrentados por aglomerados urbanos (HEAD, 2008; FREY & RAMÍREZ, 2018).

Portanto, novas respostas para lidar com problemas complexos são buscadas, recorrendo a processos de colaboração intergovernamental e intersetorial, inclusive testando novos mecanismos de mediação e de redução de conflitos (HEAD, 2008). Observa-se na própria política climática que "os governos locais junto com as organizações não-governamentais e o setor produtivo vêm formando paulatinamente um sistema de governança de crescente complexidade, envolvendo múltiplos atores e instituições, múltiplas escalas e estruturas de caráter policêntrico" (TORRES et al. 2020, p. 216).

No entanto, quanto à Macrometrópole Paulista (MMP), em termos político-institucionais, o plano original de estabelecer um planejamento territorial voltado ao desenvolvimento regional sustentável não se consolidou, fato que se evidenciou com a extinção da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A (EMPLASA) pelo atual governo estadual em 2019, revelando o desprezo já histórico do planejamento metropolitano e regional no estado de São Paulo.

Todavia, com a desmontagem da estrutura institucional, já em si mesmo débil, certamente não desaparecem os múltiplos problemas de escala metropolitana e macrometropolitana. O crescente comprometimento da segurança hídrica demonstra a alta dependência da MMP dos

serviços ecossistêmicos produzidos pelas áreas mais periféricas do seu território para suprir suas progressivas demandas por água, energia e alimentos. Em vista dessas dependências é fundamental reconhecer que o aumento da resiliência, que para as ciências ambientais passa por aumentar "persistência, adaptabilidade e transformabilidade de sistemas socioecológicos adaptativos complexos" (FOLKE, 2016, p. 1), pode apenas ser alcançado na base de uma efetiva cooperação em nível metropolitano e regional, o que requer uma preocupação, conforme nos alertam as ciências sociais, com os dilemas sociopolíticos relacionados às dimensões de agência, conflito, além do acesso desigual ao conhecimento e ao poder (OLSSON et al., 2015), fenômenos que constrangem as possibilidades de um desenvolvimento resiliente. Tal desafio requer uma reinvenção das práticas de governança e, portanto, a tematização dos desafios e dilemas sociopolíticos inerentes aos processos de governança.

Neste capítulo, ressaltamos, portanto, as concepções teóricas de governança multinível, policêntrica, participativa e colaborativa, as quais, embora adotem perspectivas distintas e deem ênfase em aspectos particulares da governança, compartilham a convicção da necessidade do envolvimento de um conjunto de atores governamentais e não-governamentais para lidar de maneira efetiva com a complexidade dos *wicked problems*. Com base nas características e atributos identificados, analisamos o desenho da estrutura institucional e as práticas de governança do saneamento ambiental na MMP por meio de dois casos empíricos, revelando diferentes estruturas, estratégias e desafios adotados no âmbito da governança da água e do saneamento.

A importância dessa avaliação reside na expectativa de que o desenho dos sistemas de governança e as práticas colaborativas guardam o potencial de tornar o setor de saneamento ambiental menos vulnerável e com maior capacidade adaptativa às mudanças climáticas, possibilitando a responsabilização de múltiplos agentes e hierarquias governamentais e permitindo o enfrentamento da questão climática nas diversas escalas espaciais e níveis político-administrativos. O capítulo conclui com uma reflexão geral sobre potencialidades e entraves para implementar uma governança ambiental e adaptativa que torne a MMP mais resiliente e sustentável.

Concepções teóricas de governança multinível, policêntrica, participativa e colaborativa: características e atributos para o desenho dos sistemas de governança

As quatro concepções teóricas discutidas a seguir compartilham a convicção de que é necessário o envolvimento de um conjunto de atores governamentais e não-governamentais para poder efetivamente lidar com os problemas complexos que as sociedades vêm crescentemente enfrentando. Por conseguinte, encontramos nas conceituações teóricas muitas sobreposições, o uso de termos iguais ou semelhantes que dificultam um claro delineamento dos conceitos e, logo, seu uso produtivo por fins analíticos. Por isso, identificamos os princípios essenciais que os caracterizam e que distinguem uns dos outros, para na sequência, recorrer a eles como framework conceitual na análise do funcionamento do Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH) e dos Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs).

Enquanto as concepções da governança multinível e da governança policêntrica enfatizam a importância de organizar e ajustar as ações públicas de acordo com as escalas territoriais e os níveis político-administrativos mais adequados ao enfrentamento desses desafios complexos, as concepções de governança participativa e colaborativa frisam a necessidade de se incentivar e garantir a participação de múltiplos atores nos processos de tomada de decisão.

A abordagem da *governança multinível*, de acordo com Hooghe e Marks (2003), considera que a provisão de bens públicos e de políticas públicas em um dado nível de governo pode implicar em transbordamentos ou externalidades positivas ou negativas que variam quanto ao seu alcance territorial, podendo impactar em outras jurisdições. Quando isso acontece, tais externalidades devem ser internalizadas nos processos de negociação e de tomada de decisão. A governança, perpassando múltiplos níveis, seria a forma adequada para enfrentar desafios transescalares.

A aplicação dessa perspectiva teórica ao saneamento ambiental implica na necessidade de considerar a natureza escalar das questões ambientais e os níveis político-administrativos responsáveis por seu enfrentamento no planejamento e na formulação e implementação das políticas públicas. A governança multinível configura um sistema de negociação para lidar com problemas complexos através de soluções cola-

borativas, envolvendo atores que atuam em diferentes escalas territoriais (ALCANTARA; NELLES, 2014; BEER, 2017). Dessa forma, possibilita-se a coordenação vertical (entre os diferentes níveis governamentais) e a coordenação horizontal (entre governos do mesmo nível, entre políticas setoriais e entre governos e sociedade civil) (WÄLTI, 2010).

Defensores desta vertente teórica frequentemente adotam uma perspectiva bastante pragmática e estratégica, como uma forma particular de mobilização política e reestruturação do Estado (PIATTONI, 2018), advogando o fortalecimento de sistemas de governança multinível como "imperativo para [...] construir países e regiões resilientes" (ALLAIN-DUPRÉ, 2020: 806). A *essência da abordagem* consiste, portanto, no estabelecimento de um "sistema de negociações contínuas entre governos aninhados em vários níveis territoriais" (MARKS, 1993: 392). Embora se reconheça a crescente importância da sociedade civil em tais processos, a ênfase recai nas rearticulações governamentais para uma melhor coordenação de suas ações. Assim, a coordenação entre múltiplos níveis garantiria resiliência institucional e esta, por sua vez, contribuiria para resiliência socioecológica.

A perspectiva da *governança policêntrica* considera que múltiplos centros de decisão são essenciais nos processos de tomada de decisão quanto ao uso dos bens comuns (FREY et al., 2021; RAMOS & CORREIA; ANJOS, 2019). Múltiplas unidades políticas se sobrepõem, mantendo relativa autonomia, formal ou informal, para tratar de questões essenciais dentro de suas respectivas jurisdições através da criação e aplicação de regras e normas (OSTROM et al. 1961; OSTROM, 2005; STEPHAN & MARSHALL; MCGINNIS, 2019).

No entanto, a existência de vários centros decisórios sem clara hierarquia não implica necessariamente em um "caos organizado" e patológico (OSTROM et al. 1961, p. 831; OSTROM, 2010), podendo haver algum grau de ordem e coesão baseados em práticas relacionais cooperativas, contratuais, competitivas ou intermediadas através de mecanismos de resolução de conflitos (STEPHAN & MARSHALL; MCGINNIS, 2019, p. 25; CARLISLE & GRUBY, 2017). Nesta perspectiva, as características de uma governança eficaz seriam, segundo Stephan, Marshall e McGinnis (2019, p. 41): múltiplos processos de ajuste mútuo entre múltiplos centros de decisão; jurisdições parcialmente sobrepostas, mas com relativa autonomia para tomada de decisão; custos baixos para entrada ou saída nas redes

organizacionais emergentes; um sistema abrangente de regras ou valores compartilhados; determinados padrões emergentes de comportamento, interações e de resultados compartilhados entre centros decisórios; e combinação de meios emergentes e intencionais de coordenação em todos os níveis de agregação.

Para Ostrom (2008, 2010) são vantagens de sistemas de governança policêntrica a possibilidade de resolução de problemas de ação coletiva em várias escalas, a promoção de inovações pela circulação mais dinâmica de informações, o favorecimento da adaptação por meio da aprendizagem prática, evitando o comportamento oportunista dos atores. À medida que unidades políticas maiores se envolvem na governança policêntrica, os problemas associados aos oportunistas e potentados locais podem ser melhor enfrentados, maiores investimentos realizados e possibilidades de implementação de estratégias a longo prazo aumentam (OSTROM, 2010). Enquanto a governança multinível concentra a atenção primordial nas relações intergovernamentais em múltiplos níveis, na concepção policêntrica a perspectiva se amplia para centrar-se na articulação entre organizações de naturezas diversas. Segundo McGinnes e Ostrom (2012, p. 15), a governança policêntrica "requer uma combinação complexa de múltiplos níveis e diversos tipos de organizações oriundos dos setores público, privado e voluntário que têm domínios de responsabilidade e de capacidades funcionais que se sobrepõem". A *essência da governança policêntrica* consiste, portanto, justamente nas sobreposições e redundâncias organizacionais, na complexidade organizacional, que, em tese, assegura uma maior capacidade de adaptação e de resposta a riscos e crises e, consequentemente, proporciona uma maior resiliência. Segue a lógica de auto-organização, da adaptação flexível às condições complexas, resultado das articulações contínuas, ao passo que na governança multinível predomina a lógica do desenho institucional e funcional entre governos para o aprimoramento da coordenação das políticas públicas.

Em contraposição às duas concepções tratadas até aqui, chegamos agora às concepções de governança em que a dimensão política ganha centralidade. A perspectiva da *governança participativa* ressalta a relevância do engajamento democrático da sociedade civil por meio de processos participativos, objetivando transformações na base da deliberação

política. Há um crescente reconhecimento de que o envolvimento dos cidadãos nos processos de formulação, implementação e avaliação de políticas públicas tende a melhorar a qualidade dos serviços públicos, contribuir para o empoderamento dos cidadãos e aumentar o controle social. Como consequência, resultará no fortalecimento da capacidade de *responsiveness* e *accountability* do Estado, e no aumento da legitimidade democrática (SPEER, 2012). Pretende-se melhorar o acesso dos politicamente marginalizados ao poder político, tornar a distribuição de recursos mais justa, ampliar a descentralização dos processos de tomada de decisão, garantir transparência, a troca de experiências e informações, sustentado por arranjos institucionais que provisionam meios e subsídios para a participação discursiva e deliberativa de atores estatais e não-estatais (FISCHER, 2012). Ainda, espera-se um incremento da resiliência, sustentabilidade e desenvolvimento de políticas públicas (DONAGHY, 2020), além do estabelecimento de uma cultura política orientada à participação, fator fundamental para o sucesso da implementação das políticas e sua durabilidade (GOLLATA et al., 2021).

Mesmo que na literatura de governança participativa termos como colaboração, busca de consenso e parcerias aparecem com frequência, entendemos que a *essência da governança participativa* consiste na incorporação dos atores mais relevantes e mais afetados no processo de produção de políticas públicas. Parte-se da premissa de que com a participação aumentam as chances de que as medidas tomadas refletem as demandas, interesses e valores dos participantes, que estas ganham maior legitimidade democrática, que melhora a efetividade da implementação e, finalmente, que as políticas se tornam mais sustentáveis (GBIKPI & GROTE, 2002: p. 18), contribuindo para a resiliência.

Finalmente, a abordagem da *governança colaborativa* visa contribuir sobremaneira na coordenação e integração dos múltiplos interesses e objetivos dos stakeholders envolvidos nos processos de planejamento, regulação e formulação de políticas públicas, buscando assim facilitar a cooperação entre agentes públicos, grupos de interesse e cidadãos, sendo especialmente recomendada para a construção de consenso em situações de alto conflito, como na disputa por recursos naturais (ANSELL, 2012). Ansell e Gash (2008, p. 544) definem a governança colaborativa

como "(...) um arranjo de governo em que um ou mais órgãos públicos envolvem stakeholders não estatais em um processo coletivo de tomada de decisão que seja formal, consensual e deliberativo". Segundo esses autores, o sucesso dos resultados obtidos nos processos que envolvem a governança colaborativa depende de condições iniciais, como o nexo poder-recursos-conhecimento e o contexto anterior de cooperação ou conflito que, por sua vez, influencia os incentivos ou restrições para a participação. Essas condicionantes prévias se inserem no desenho institucional da governança colaborativa, que é baseado em parcerias colaborativas e um diálogo interinstitucional contínuo em redes de múltiplos atores políticos (AGRANOFF, 2006), objetivando a construção de um diálogo face-a-face, o aumento da confiança, o comprometimento com o processo, o entendimento compartilhado e a obtenção de resultados intermediários, todos estes contando com o suporte de uma liderança facilitadora, com vistas à obtenção do resultado consensual final (ANSELL & GASH, 2008).

Ainda que haja evidentes sobreposições em relação aos meios empregados pelas abordagens de governança participativa e colaborativa, nos seus fundamentos teóricos apresentam diferenças nas suas origens e efeitos. A primeira parte das limitações da democracia representativa, sobretudo em termos das relações de poder, e, consequentemente, tem como característica distintiva o fortalecimento da cidadania por meio do empoderamento dos indivíduos e grupos sociais marginalizados, com a expectativa de tornar as políticas mais justas e responsivas às demandas sociais. Em contraposição, a segunda parte da existência de conflitos e problemas complexos, cuja solução passa pela necessidade da colaboração, da criação de aliança na busca de consensos viáveis. Apesar das variações e sobreposições existentes na literatura, podemos em nosso entender afirmar que a primeira dá mais destaque às relações de poder e aos conflitos políticos e sociais existentes, ao passo que a segunda prima pela ideia da construção do consenso por meio da colaboração.

Na Tabela 1, resumimos as principais características e atributos para o desenho das diferentes concepções de governança, servindo de base para a nossa análise das experiências de governança de saneamento ambiental na MMP.

Tabela 1 Concepções de governança – características e atributos.

Características e Atributos principais	(A) Governança Multinível	(B) Governança Policêntrica	(C) Governança Participativa	(D) Governança Colaborativa
Atores principais	Governos de diferentes níveis territoriais com crescente envolvimento da sociedade civil	Atores diversos, governamentais e não-governamentais, com relativa autonomia decisória sobre domínios específicos, perpassando diversos níveis territoriais	Todas as pessoas afetadas e envolvidas com o processo, com foco em atores não estatais e sociedade civil.	Governos e demais agentes estatais que, por sua vez, engajam atores não estatais.
Processos de negociação e tomada de decisão	Dispersos em diferentes níveis político-administrativos; ênfase nos inter-relacionamentos entre governos e/ou políticas públicas.	Dispersos em múltiplos centros decisórios; interconectados através de diversos tipos de relações.	Centralizado no poder público, com participação dos cidadãos, visando à mobilização política, empoderamento e processo deliberativo; dependente do desenho institucional.	Decisões negociadas entre as partes envolvidas, buscando consenso por meio de processos de barganha.
Mecanismos de coordenação	Coordenação vertical entre diferentes níveis e horizontal entre políticas setoriais; por meio de arenas/fóruns de debate ou deliberação, como conselhos, fóruns, conferências etc.	Coordenação por práticas relacionais cooperativas, contratuais, competitivas ou intermediadas através de mecanismos de resolução de conflitos.	Arranjos institucionais participativos, como mini-públicos, enquetes deliberativas, orçamento participativo, conselhos, painéis.	Fóruns com papel central atribuído a mediadores ou facilitadores, preferencialment e sem uma posição prévia de origem.
Objetivos/ efeitos referentes à resiliência	Aumento da capacidade coletiva de adaptação por meio da coordenação de estratégias interescalares e intersetoriais.	Promoção de ambiente plural propício à inovação, adaptação, troca de informações e aprendizagem social aumentando a flexibilidade de resposta pública a ameaças atuais e futuras.	Democratização de processos de tomada de decisão; Aumento da *accountability* e *responsiveness* às demandas dos setores marginalizados e das futuras gerações.	Construção de alianças, de relações de confiança, na busca de consensos, aumentando a capacidade de enfrentamento coletivo de problemas complexos.

Fonte: elaboração própria.

Arranjos e padrões de governança do saneamento ambiental na MMP: erros e acertos

Apresentamos a seguir a estrutura institucional do sistema de governança dos recursos hídricos na MMP, composta principalmente pelo Conselho Estadual de Recursos Hídricos (CRH) e os Comitês de Bacia Hidrográfica (CBHs), examinando as suas práticas de governança a partir do framework de análise apresentado.

Entre as décadas de 1970 e 80, a insatisfação de grupos técnicos dos governos federal e estadual do Brasil acerca do modelo de gestão das águas no país resultou na busca por abordagens alternativas (GUTIERREZ, 2010). Com a promulgação da Constituição de 1988, a União ficou responsável por instituir um sistema de gerenciamento integrado, cuja implementação caberia aos estados. O estado de São Paulo foi então o primeiro estado a instituir tal sistema com base nos princípios de gerenciamento descentralizado, participativo e integrado através da Lei Nº 7.663, de 30 de dezembro de 1991.

O Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos (SIGRH) de São Paulo adota uma perspectiva holística na regulação do uso e preservação da água, sendo composto por complexa estrutura institucional responsável pela produção e execução da política estadual e pelo Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) congregando órgãos estaduais e municipais e organizações da sociedade civil. A integração destes diferentes atores se dá através de múltiplas arenas decisórias com fins deliberativos, de consulta técnica e de financiamento, sendo algumas delas o CRH e os CBHs.

O *Conselho de Recursos Hídricos* (CRH) tem um papel central na governança da água na MMP, congregando em sua plenária um total de 33 membros, que são os titulares das secretarias do governo estadual, os prefeitos municipais – conforme indicação de cada comitê de bacia – e representantes de entidades da sociedade civil. É através dele que são tomadas decisões políticas sobre a execução da política estadual de recursos hídricos, por meio da elaboração e aprovação do Plano Estadual de Recursos Hídricos (PERH) a cada 4 anos. Trata-se de um colegiado deliberativo, com composição tripartite e paritária, que se reúne ordinariamente ao menos uma vez ao ano.

Atualmente, compõe a estrutura do CRH sete Câmaras Técnicas (CTs)[1] e o Comitê Coordenador do Plano Estadual de Recursos Hídricos (CORHI). As CTs elaboram análises técnicas para embasar as pautas e deliberações das plenárias do CRH com participação de representantes dos três segmentos. O CORHI, como órgão executivo, é composto unicamente por representantes de órgãos gestores estaduais (Departamento de Águas e Energia Elétrica-DAEE, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo – CETESB e Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente – SIMA), sendo responsável pela coordenação da elaboração do PERH incorporando as propostas dos CBHs, pela elaboração de relatórios anuais sobre a situação dos recursos hídricos, pela integração entre os componentes do Sistema Integrado de Gerenciamento de Recursos Hídricos do Estado de São Paulo e, em conjunto com os demais sistemas estaduais correlatos à gestão hídrica, pela articulação com o Sistema Nacional de Gerenciamento dos Recursos Hídricos, os estados vizinhos, os municípios paulistas, o setor privado e a sociedade civil (SÃO PAULO, 2021).

Considerando o estudo de Correia (2020) que analisou o CRH a partir do processo de elaboração do PERH, observa-se que, em termos dos **principais atores**, o colegiado apresenta um desenho institucional que possibilita a participação dos secretários estaduais, dos prefeitos e da sociedade civil, nas sessões da plenária, bem como de representantes indicados pelos três segmentos nas discussões das CTs. É importante destacar que a participação dos municípios ocorre em função do recorte territorial da bacia hidrográfica. Isto é, cada CBH indica um prefeito para assumir a representação no CRH. Neste aspecto, apresenta relação com a abordagem da governança multinível e policêntrica uma vez que as relações são estabelecidas entre os diferentes atores governamentais, de diferentes políticas setoriais, e com a sociedade civil, alguns destes com grau de autonomia decisória.

Acerca da participação dos atores, a estrutura apresenta elementos da governança colaborativa, pois há o engajamento de atores da socie-

1. Câmara Técnica de Assuntos Jurídicos e Institucionais (CTAJI), Câmara Técnica de Águas Subterrâneas (CTAS), Câmara Técnica de Cobrança pelo Uso dos Recursos Hídricos (CTCOB), Câmara Técnica de Educação Ambiental, Capacitação, Mobilização Social e Informações em Recursos Hídricos (CTEA), Câmara Técnica de Proteção das águas (CTPA), Câmara Técnica de Planejamento (CTPLAN) e Câmara Técnica de Gestão de Usos Múltiplos de Recursos Hídricos (CTUM).

dade civil e agentes econômicos com interesses particulares, tanto nas plenárias como nas reuniões de trabalho das CTs onde estão envolvidos nas discussões e negociações sobre os recursos hídricos no PERH. Tal participação decorre em função de preceitos legais presentes na definição do SIGRH e pelo qual o governo estadual busca envolver os atores não-governamentais em vista da contribuição desses atores para solucionar os problemas que o PERH busca equacionar. Embora isso abra uma janela de oportunidade para descentralizar a tomada de decisão e aumentar a transparência e a troca de experiências e informações como previsto pela governança participativa, tal participação é seletiva e não tem por fim o empoderamento de quem participa ou tão pouco a inclusão de setores da sociedade tradicionalmente excluídos. No estudo de Correia (2020), por exemplo, os agentes econômicos privados relacionados aos grupos de grandes usuários de água, representando a sociedade civil, especialmente dos setores comercial e industrial, tiveram maior participação nas discussões acerca do PERH quando comparados com grupos ambientalistas ou de defesa dos interesses difusos dos cidadãos.

Com relação ao **processo decisório,** no CRH identifica-se alguma dispersão entre os diferentes níveis político-administrativos e os demais centros decisórios, atributos que caracterizam os sistemas de governança multinível e policêntrica, cabendo ao CRH a função de integração destes atores e agências. É importante destacar que os municípios possuem competências próprias em relação à política de saneamento básico e ao planejamento do uso do solo. Esta autonomia mínima ou relativa, indica a existência de algum grau de policentricidade do regime de governança (CARLISLE & GRUBY, 2017), baseada na distribuição das competências comuns e concorrentes entre os entes federativos nos Artigos 23º e 24º da Constituição Federal de 1998.

Nota-se ainda características da governança colaborativa, na medida em que há uma concentração no papel do poder público e a participação da sociedade civil é dominada, em grande parte, pelos agentes econômicos, como Federação das Indústrias do Estado de São Paulo (FIESP), Centro das Indústrias do Estado de São Paulo (CIESP) e Federação da Agricultura do Estado de São Paulo (FAESP). Não há uma preocupação em apoiar o ativismo político e com a possível participação dos grupos tradicionalmente excluídos, p.ex. com aquelas comunidades que

mais sofrem com a falta de água em tempos de seca. Viu-se no caso empírico que grande parte do documento técnico do PERH é elaborado por parte de grupos técnicos do governo (Coordenadoria de Recursos Hídricos, DAEE e CETESB) em parceria com uma empresa de consultoria privada, fazendo com que parte significativa das decisões acerca do plano estejam centralizadas no âmbito do poder público estadual.

Mesmo assim, após definição prévia das partes constitutivas do documento técnico, há participação de atores não-estatais já inseridos nas diferentes instâncias do SIGRH por ocasião da deliberação na plenária do CRH e de algumas reuniões da Câmara Técnica de Planejamento, onde estes atores possuem representação. A consulta pública referente ao plano também abre possibilidades de participação popular, embora em geral com pouca efetividade. No entanto, em função da predominância de grupos técnicos do governo durante as discussões do PERH dificilmente pode ser considerado uma forma de governança participativa. Nos processos de colaboração, por outro lado, o desenho institucional de governança favorece os setores privados com interesses econômicos concretos no uso da água, deixando a responsabilidade para a incorporação dos interesses públicos ou cidadãos basicamente nas mãos dos próprios agentes governamentais.

Quanto aos **meios de coordenação,** percebe-se que o CRH se constitui como uma arena de debate e decisão (CTs e plenária), ocorrendo coordenação vertical e horizontal no processo de elaboração do PERH, como previsto pela governança multinível. No sentido vertical, os órgãos gestores do governo estadual (Coordenadoria de Recursos Hídricos/SIMA; DAEE, CETESB etc.) atuam conjuntamente com os municípios nas reuniões das diferentes CTs do CRH e nas deliberações na plenária. Quanto à coordenação horizontal, há discussões entre diferentes secretarias estaduais e com a sociedade civil, também nas CTs e na plenária.

Especificamente com relação ao processo de elaboração do último PERH, sob coordenação do CORHI, ocorreram negociações entre os membros do CRH e consultas públicas com a sociedade civil - conduzidas por uma empresa de consultoria - com vista à construção de acordos no PERH. No início do processo, os membros do CORHI, composto exclusivamente por atores governamentais, definem grupos de trabalho internos para discutir e organizar a elaboração da minuta do projeto de lei e do docu-

mento técnico do PERH. Através da empresa de consultoria, algumas consultas são realizadas sobre o conteúdo destes documentos na Câmara Técnica de Planejamento do CRH e em todos os CBHs do estado, através das suas Secretarias Executivas e respectivas CTs de Planejamento. Depois da consolidação das informações pelo CORHI, o PERH vai à consulta pública para finalmente ser aprovado na plenária do CRH.

Em suma, o mecanismo de coordenação também guarda semelhança com a governança colaborativa à medida que os acordos são obtidos por meio da mediação realizada pela empresa contratada. Além disso, a existência de relações entre atores governamentais e não governamentais com relativamente autonomia decisória com possibilidade de recorrer à plenária e às diferentes CTs do CRH e dos CBHs para resolver potenciais conflitos de interesse no PERH, demonstra características da governança policêntrica.

Por fim, acerca do **objetivo e dos possíveis efeitos** sobre a busca da resiliência, o arranjo institucional tende a proporcionar um aumento da capacidade coletiva de adaptação às mudanças climáticas, à medida que o CRH e os CT's representam um ambiente propício à troca de informações e aprendizagem social, facilitando estratégias interescalares e intersetoriais e a construção de consenso, estando associado aos princípios da governança multinível e colaborativa e, em menor grau, da governança policêntrica.

* * *

Os *Comitês de Bacias Hidrográficas* (CBHs) do estado de São Paulo foram criados pela Política Estadual de Recursos Hídricos, quando ocorreu o processo de implementação da governança da água na década de 1980/90[2]. A proposta de concepção destes espaços visava "a criação de instituições de tomada de decisão" (ABERS & KECK, 2017, p. 33), que pudessem atuar nas bacias hidrográficas, com a participação de atores privados, da sociedade civil, além dos atores estatais. Os CBHs são colegiados tripartites, deliberativos com participação de representantes do ente estadual, dos municípios e da sociedade civil. Há ainda espaço para partici-

2. Lei Estadual n° 7.663, de 30 de dezembro de 1991.

pação nas Câmaras Técnicas (CTs) e Grupos de Trabalho, que atuam como entes consultivos.

As bacias dos rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí (PCJ) fornecem água para o Sistema Cantareira, um dos principais sistemas de abastecimento da região metropolitana de São Paulo. O comitê estadual do PCJ foi criado em 1993, inicialmente apenas com uma estrutura no estado de São Paulo, sendo criados em 2003 e 2008, respectivamente, os Comitês federal (PCJ-Federal) e mineiro (CBH-PJ1). Hoje existe uma complexa estrutura de governança composta por três comitês: paulista, mineiro e federal, prevendo a atuação de atores do ente federal, dos estados, dos municípios pertencentes à bacia hidrográfica e da sociedade civil organizada (como organizações não-governamentais, universidades, usuários de água, associações especializadas em recursos hídricos, sindicatos, etc.).

Os representantes eleitos ou indicados são os **principais atores** que tomam decisões nas plenárias deliberativas. A estruturação dos comitês PCJ demonstra um desenho institucional com características dos conceitos de governança multinível e policêntrica. Como já mencionado anteriormente, os Comitês PCJ são organizados em três Comitês: CBH-PJ1 (12 membros), CBH-PCJ (33 atores) e PCJ-Federal (50 atores, dos quais fazem parte 9 atores do comitê mineiro e 29 do comitê paulista), que trabalham de forma integrada, ainda que em plenárias independentes. Os comitês PCJ contam com a Agência das Bacias PCJ, cuja função é auxiliar com suporte técnico e administrativo, implementando as políticas e iniciativas determinadas nos comitês; a Agência Reguladora ARES-PCJ que regula e fiscaliza os serviços de saneamento; e o Consórcio Intermunicipal PCJ, uma associação composta por municípios e empresas, criado em 1989, que é membro dos Comitês PCJ e atua na recuperação de mananciais. Observa-se que os comitês PCJ possuem uma preocupação com a distribuição de informações para a sociedade civil, havendo divulgação em sites e redes sociais. Desta forma, é possível identificar indícios de ações condizentes com os conceitos de governança participativa e colaborativa.

Com relação aos **processos decisórios**, os CBHs possuem caráter deliberativo, ao tratarem da aprovação de propostas feitas no âmbito da bacia para o Plano Estadual de Bacias Hidrográficas e de projetos para obtenção de recursos do Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO). Também são consultivos voltados a subsidiar as decisões tomadas no

âmbito da bacia hidrográfica e auxiliar os entes governamentais na tomada de decisão com os dados levantados e documentos publicados. O arranjo de governança apresenta características da governança colaborativa, à medida que as plenárias dos CBHs são espaços em que se busca decisões negociadas entre as partes envolvidas. No entanto, não prevê, conforme idealizado na concepção da governança participativa, uma atuação de atores para além daqueles que se enquadram como institucionais, no sentido de um empoderamento dos setores politicamente excluídos. Isto porque, a Lei Estadual n. 7.663/91 prevê que um terço dos membros com direito a voto deve ser de representantes da sociedade civil, em que se enquadram entidades de ensino e pesquisa, usuários de água e associações não governamentais. Deste modo, predomina a visão técnica do gerenciamento dos recursos hídricos por não haver espaço para cidadãos comuns ou para associações de moradores de bairros afetados pela falta ou precariedade do saneamento ambiental. Além disso, os atores da sociedade civil com poder de voto muitas vezes representam pequenos grupos de interesse, como por exemplo, sindicatos rurais e usuários de água, agregando assim, interesses específicos e mercantilistas. Nos Comitês PCJ há uma separação entre organizações civis e usuários de recursos hídricos, representando estes últimos no mínimo 50% dos votos da sociedade civil[3]. Consequentemente, há de se notar o predomínio de interesses econômicos em detrimento das preocupações com a água enquanto bem comum.

Os principais **mecanismos de coordenação,** as CTs e os GTs, atuam de forma horizontal, ao discutir e elaborar em conjunto propostas sobre temas específicos, e vertical, através da CT de planejamento (que faz interlocução entre as CTs e a plenária geral, além de integrar atores dos diversos níveis - federal, estadual e municipal) e as plenárias gerais, que possibilitam a integração entre os atores dos três Comitês, formando a estrutura dos Comitês PCJ. Outro fator que vale destacar, é a constituição de uma única diretoria para os 3 Comitês. Os mecanismos de coordenação dão, portanto, suporte à integração da governança multinível.

3. Segundo a composição de membros do Comitê PCJ Federal, atualmente há 20 membros titulares do segmento usuários de recursos hídricos e 10 membros titulares do segmento organizações civis. (Disponível em: <https://www.comitespcj.org.br>. Acesso em: 13 ago. 2021).

Quanto ao **objetivo e aos possíveis efeitos**, o arranjo institucional muito amplo e complexo, envolvendo a plenária geral, os GTs e CTs, se destaca pela inclusão de múltiplos atores institucionais de diferentes níveis governamentais. Além deles, ocorre também o envolvimento de diversos setores da sociedade civil com a preocupação de encontrar soluções comuns para os problemas relacionados à gestão da água. Dessa forma, apresentam-se elementos de uma governança multinível e colaborativa, com certo grau de policentricidade. Isso é mais perceptível ao observar a existência de atores e estruturas importantes em nível estadual e municipal que representam centros decisórios próprios, como o DAEE e as prefeituras municipais, mas que interdependem da cooperação com os comitês, podendo sua atuação prática ser caracterizada como governança policêntrica.

Considerações finais: apontamentos para a governança de saneamento ambiental na MMP face às mudanças climáticas

Se de um lado a MMP como unidade de planejamento e com sua frágil institucionalização não se consolidou formalmente no âmbito da atual política de desenvolvimento metropolitano (Ramos et al., 2020), de outro, as pesquisas desenvolvidas no Projeto Temático Macroamb têm revelado um quadro bastante heterogêneo, com situações de desigualdades e vulnerabilidades socioambientais consideráveis que demanda uma governança efetiva deste território. O projeto, salientando a existência de múltiplas escalas, níveis, conexões e interdependências, tem confirmado a relevância do território macrometropolitano como espaço para inovação das práticas de governança ambiental, sobretudo tendo em vista a necessidade de uma efetiva participação dos diferentes atores políticos nas tomadas de decisões políticas como condição indispensável para caminhar em direção à implementação de políticas socioambientais mais justas e resilientes, conforme evidenciado na revisão bibliográfica.

Ter capacidade de gerenciar a proteção e o uso dos sistemas socioecológicos de maneira mais holística e sustentável, lidando proativamente com incertezas e complexidades e se ajustando constantemente às mudanças indesejáveis, são atributos necessários da governança em

tempos de crise ambiental e climática. Por isso, a transição para um sistema resiliente de governança ambiental da Macrometrópole Paulista dependerá de abordagens inovadoras e dinâmicas que reforcem a conectividade e interatividade entre múltiplos atores de diversos níveis e escalas, superando assim as tradicionais barreiras dos atuais arranjos institucionais e padrões de governança pouco transparentes e participativos, e as duradouras situações de injustiças e de conflitos socioambientais.

As pesquisas realizadas demonstram uma significativa pluralidade de arranjos institucionais na governança da água e do saneamento ambiental na Macrometrópole Paulista, estando, na tendência geral, em conformidade com as diversas concepções de governança discutidas na literatura contemporânea; ou seja, houve de forma geral uma expansão dos processos de governança com envolvimento crescente de atores – as partes interessadas – nos processos de negociação e de tomada de decisão. Evidentemente, estes processos não se desenvolvem uniformemente e existem assimetrias de poder e influência, sobretudo em benefício do poder público, como demonstra o papel central desempenhado pelo CORHI na negociação do PERH. Mesmo assim, em processos rotineiros de governança da água, como no caso da elaboração do PERH, as oportunidades de participação por parte do setores extragovernamentais são consideráveis, o que mudou, entretanto, no caso da crise hídrica de 2014/15 quando houve uma recentralização do poder no executivo estadual nas figuras do Comitê da Crise, da SABESP e do próprio governador, que se deu em detrimento das estruturas participativas e comitês de bacias que foram simplesmente ignorados como espaços políticos de deliberação (RAMOS et al., 2020).

Da mesma forma, embora existam arranjos multiníveis e outros centros decisórios paralelos, apontando para as concepções de governança multinível e policêntrica, o que de fato predominam nos processos decisórios é a lógica tecnocrática das engenharias e a lógica de mercado, uma vez que o principal provedor de água no território metropolitano é uma empresa de capital misto negociada nas bolsas de São Paulo e Nova Iorque. Os comitês de bacias certamente representam um avanço importante para uma gestão integrada e participativa dos recursos hídricos, ainda que a própria experiência com a crise hídrica tenha demonstrado os limites dessa participação.

O que as pesquisas do G1 sobre Governança do Saneamento Ambiental também revelaram, é a falta de uma aproximação dos arranjos de governança da água e do saneamento ambiental à população afetada. Foi difícil identificar elementos de uma governança participativa que visa justamente o empoderamento cívico e a inclusão das comunidades nos processos de tomada de decisão em torno da água, que entendemos como crucial para que questões relacionadas à justiça hídrica, à água como direito humano, possam ganhar espaço nos debates públicos e nas políticas públicas da água. Verdadeiras formas de governança multinível, policêntrica e/ou colaborativa, sem incluir o nível comunitário, sem prever centros de decisão influentes na esfera comunitária ou sem considerar a colaboração nesta, serão sempre inacabadas e incapazes de romper com a lógica tecnocrática e mercadológica reinante que acaba reforçando as desigualdades, exclusões, vulnerabilidades e insustentabilidades existentes. Entendemos que o crescente poder corporativo da SABESP nos processos de governança hídrica, assim como os objetivos de privatização previstos no novo Marco Regulatório do Saneamento, fornecem motivos para recear por uma tendência privatizante e danosa sobre a preservação da água como bem público no futuro. As pesquisas ainda em desenvolvimento no âmbito do G1 do projeto Macroamb, ao analisar com maior profundidade os atores, as estruturas institucionais e os padrões da governança do saneamento ambiental em ação, devem trazer conhecimentos importantes sobre os avanços e limites da governança ambiental na MMP e recomendações sobre possíveis caminhos para uma governança capaz de promover um desenvolvimento mais sustentável e resiliente da MMP.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9 e bolsa 2020/15340-5.

Referências

ABERS, R. N.; KECK, M. E. **Autoridade prática: ação criativa e mudança institucional na política das águas do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Fiocruz, 2017.

AGRANOFF, R. (2006). Inside Collaborative Networks: Ten Lessons for Public Managers. **Public Administration Review**, 66, 56-65.

ALCANTARA, C.; NELLES, J. Indigenous Peoples and the State in Settler Societies: Toward a More Robust Definition of Multilevel Governance. **Publius: The Journal of Federalism** v. 44, n. 1, p. 183–204, 2014.

ALLAIN-DUPRÉ, D. The multi-level governance imperative. **The British Journal of Politics and International Relations**, 22(4), p. 800-808, 2020.

ANSELL, C. Collaborative Governance. In: LEVI-FAUR, D. (ed.). **The Oxford Handbook of Governance**. The Oxford University Press, p. 498-511, 2012.

ANSELL, C.; GASH, A. Collaborative Governance in Theory and Practice. **Journal of Public Administration Research and Theory**, v. 18, n. 4, p. 543–571, 2008.

BEER, A. Multilevel Governance. In: RICHARDSON, D. et al. (Orgs.). **International Encyclopedia of Geography**: People, the Earth, Environment and Technology. Oxford, UK: John Wiley & Sons, Ltd, 2017. p. 1–9.

CARLISLE, K.; GRUBY, R. L. Polycentric Systems of Governance: A Theoretical Model for the Commons: Polycentric Systems of Governance in the Commons. **Policy Studies Journal**, 8 ago. 2017.

CORREIA, A. M. **Governança Multinível e planejamento de recursos hídricos no estado de São Paulo**: atores e níveis de gestão da política na elaboração do Plano Estadual de Recursos Hídricos. 2020. Dissertação (Mestrado em Políticas Públicas) - Universidade Federal do ABC, São Paulo, 2020.

DONAGHY, M. M. Participation Meets Politics: Political Shifts and the Longevity of Participatory Governance Institutions. **PS: Political Science & Politics**, v. 53, n. 1, p. 6-9, jan. 2020.

FISCHER, F. Participatory Governance: From Theory To Practice. In: LEVI-FAUR, D. (ed.). The Oxford Handbook of Governance. The Oxford University Press, p. 457-469, 2012. .

FREY, K.; RAMÍREZ, D. R. C. Multi-level network governance of disaster risks: the case of the Metropolitan Region of the Aburra Valley (Medellin, Colombia). **Journal of Environmental Planning and Management**, 23 fev. 2018. v. 62, n. 3, p. 424–445.

FREY, K.; RAMOS, R. F.; PAIXÃO DOS ANJOS, L. A.; MILZ, B.; JACOBI, P. R. Polycentric water governance in the Urban Global South. In LEAL FILHO, W.; AZEITEIRO, U. SETTI, A. (eds.). **Sustainability in Natural Resources Management and Land Planning**. Springer: Cham, 2021, p.47-61.

GBIKPI, B.; GROTE, J. R. (2002). From democratic government to participatory governance. In J. R. Grote & B. Gbikpi (Eds.), Participatory governance: political and societal implications (pp. 17-34). Opladen: Leske + Budrich.

GOLLATA, J. A. M.; KOCHSKÄMPER, E.; JAGER, N. W.; NEWIG, J. Participation in multi-level policy implementation: exploring the influence of governance culture. **Journal of Environmental Planning and Management**, p. 1–25, 2021.

GUPTA, J. The multi-level governance challenge of climate change. **Environmental Sciences**, v. 4, n. 3, p. 131-137, 2007.

GUTIÉRREZ, R. A. When Experts Do Politics: Introducing Water Policy Reform in Brazil. **Governance**, 23(1), 59-88, 2010.

HEAD, B. W. Wicked problems in public policy. **Public Policy**, 3, 101-118, 2008.

HEAD, B. W.; ALFORD, J. Wicked Problems: Implications for Public Policy and Management. **Administration & Society**, 47(6), 711–739, 2015.

HOFFARTH, M. R.; HODSON, G. Green on the outside, red on the inside: Perceived environmentalist threat as a factor explaining political polarization of climate change. **Journal of Environmental Psychology**, v. 45, p. 40-49, 2016.

HOOGHE, L.; MARKS, G. Unraveling the Central State, but How? Types of Multi-level Governance. **American Political Science Review**, v. 97, n. 2, p. 233–243 , maio 2003.

IPCC. Central and South America. In: **Climate Change 2014**: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press: Cambridge, UK.

IPCC. **Climate Change 2021**. The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. In Press, 2021.

OLSSON, L., JERNECK, A., THOREN, H., PERSSON, J., & O'BYRNE, D. (2015). Why resilience is unappealing to social science: Theoretical and empirical investigations of the scientific use of resilience. **Science Advances**, 1(4), e1400217.

OSTROM, E. Polycentric systems for coping with collective action and global environmental change. **Global Environmental Change**, 2010. v. 20, n. 4, p. 550–557.

OSTROM, E. **Polycentric Systems as One Approach for Solving Collective-Action Problems**. Rochester, NY: Social Science Research Network, 2008. Disponível em: <https://papers.ssrn.com/abstract=1304697>. Acesso em: 14 maio 2021.

OSTROM, E. **Understanding Institutional Diversity**. Princeton: Princeton University Press, 2005.

OSTROM, V.; TIEBOUT, C. M.; WARREN, R. The Organization of Government in Metropolitan Areas: A Theoretical Inquiry. **The American Political Science Review**, dez. 1961. v. 55, n. 4, p. 831.

RAMOS, R. C. F.; CORREIA, A. M.; ANJOS, L. A. P. Novos desafios para o poder local em vista das tendências recentes de governança multinível e policêntrica: O caso da governança da água na Macrometrópole Paulista. In: **Anais do 43o Encontro Anual da ANPOCS**. 43º Encontro Anual da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ciências Sociais (ANPOCS), 2019. Disponível em: https://www.anpocs.com/index.php/encontros/papers/43-encontro-anual-da-anpocs/st-11/st26-6. Acesso em: 28 de abr. 2021.

RAMOS, R. F.; FREY, K.; CORREIA, A. M.; ANJOS, L. A. P. D.; LEONEL, A. L. Environmental sanitation in São Paulo Macrometropolis: perspectives for a multi-level governance. **Ambiente & Sociedade**, 2020. v. 23, p. e01041.

SÃO PAULO. **CORHI: Apresentação**. São Paulo, 2021. Disponível em: http://www.sigrh.sp.gov.br/corhi/apresentacao. Acesso em: 29 maio de 2021.

SOLOMON, S. et al. Irreversible climate change due to carbon dioxide emissions. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 10 fev. 2009. v. 106, n. 6, p. 1704–1709.

SPEER, J. Participatory Governance Reform: A Good Strategy for Increasing Government Responsiveness and Improving Public Services? **World Development**, v. 40, n. 12, p. 2379–2398, 2012.

STEFFEN, W. A Truly Complex and Diabolical Policy Problem. In: Dryzek, J.S. et al. (eds). **The Oxford Handbook of Climate Change and Society**. Oxford: Oxford University Press, 2011.

STEPHAN, M.; MARSHALL, G.; MCGINNIS, M. An Introduction to Polycentricity and Governance. *In*: THIEL, A.; GARRICK, D. E.; BLOMQUIST, W. A. (Org.). **Governing Complexity: Analyzing and Applying Polycentricity**. Cambridge Studies in Economics, Choice, and Society. Cambridge: Cambridge University Press, 2019, p. 21–44.

TORRES, P. H. C.; FREY, K.; JACOBI, P. R.; CÔRTES, P. L.; & VENDRAMETTO, L. ODS 13 - Ação contra a mudança global do clima. In K. FREY, P. H. C. TORRES, P. R. JACOBI, & R. F. RAMOS (Eds.). **Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – desafios para o planejamento e a governança ambiental da Macrometrópole Paulista**. Santo André: EdUFABC, 2020.

UNESCO. **Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2020**: água e mudança climática, resumo executivo. França: UNWater, 2020. Disponível em: https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000372882_por?fbclid=IwAR0yBI24uVUHZp5Gm4pLws8vYjRmdq4AX282A-aUfcpyXtYjC8olwrON4JA. Acesso em: 20 ago. 2020.

WÄLTI, Sonja. Multi-level Environmental governance. *In*: ENDERLEIN, Henrik; WÄLTI, Sonja; ZÜRN, Michael. **Handbook on Multi-level Governance**. Cheltenham, UK/ ; Northampton, MA: Edward Elgar Pub, 2010. pp. 411-422.

Capítulo 2

Nexos para a resiliência urbana no contexto de vulnerabilidade às mudanças climáticas

Leandro Luiz Giatti, Lira Benites Lazaro,
Mateus Henrique Amaral, Kauê Lopes dos Santos,
Ana Cristina Matos, Vanessa Rafaelle Soares de Lima e
Alberto Matenhauer Urbinatti

Introdução

As grandes metrópoles possuem intensas conexões com os fenômenos associados às amplas mudanças ambientais globais em curso, como as mudanças climáticas. Com efeito, essa conectividade remete tanto a causalidades e motricidade de transições, como também se relaciona com as diversificadas consequências e impactos a que os moradores de grandes conglomerados urbanos se tornam suscetíveis (BULKELEY, 2010; KJELLSTROM et al., 2007; SETO et al., 2017). Com isso, a urbanização, como um processo que se acelera intensamente desde a segunda metade do século XX, corrobora com a concepção daquilo que hoje denominamos de Antropoceno, o reconhecimento de uma era geológica atribuída à magnitude de transformação das ações antrópicas sobre o planeta (STEFFEN et al., 2015).

No que diz respeito às forças motrizes por meio das quais a urbanização contribui para as mudanças climáticas, cabe considerar que as cidades são destino das mais distintas demandas de energia, água, insumos, alimentos e de produtos industrializados. Destaca-se que as cadeias de provimento desses recursos se relacionam fortemente com a emissão de gases de efeito estufa. Além disso, a urbanização também remete a profundas mudanças na paisagem e nos ecossistemas, alterando de forma muito significativa, por exemplo, o provimento de serviços ecossistêmicos fundamentais à vida humana e às mais distintas cadeias produtivas e econômicas.

Por outro lado, quanto às consequências das mudanças climáticas enquanto impactos às cidades e suas populações, cabe inicialmente considerar conjuntos de vulnerabilidades que se sobrepõem, associados a fatores físicos-ambientais (escassez hídrica, riscos de desastres associados a intensas chuvas), socioeconômicos (segregação socioespacial associada a periferização e a pobreza) e políticos (precário planejamento urbano e investimentos em infraestrutura e serviços). Nesse sentido, consideramos a vulnerabilidade às mudanças climáticas enquanto o grau em que determinados sistemas (no caso, urbanos) são suscetíveis e impossibilitados de lidar com impactos e adversidades. Esta condição pode se exacerbar por outros fatores estressores, por exemplo, como condições ambientais e climáticas correntes, pobreza, acesso desigual a recursos, insuficiência de infraestrutura, insegurança alimentar, pressões econômicas e incidência de doenças (IPCC., 2007).

Diante destas considerações, arguimos que é estratégico partir das cidades para criar alternativas para mitigação dos fatores que incidem nas mudanças climáticas. Ao mesmo tempo, deve-se promover adaptação para o enfrentamento de impactos e distúrbios, como eventos climáticos extremos e suas consequências como enchentes, inundações, deslizamentos de terra ou intensas e prolongadas estiagens. Porém, o grau de complexidade dos problemas atuais (urbanos e globais) e a escassez de recursos remetem ao imperativo de que frentes distintas de ações de mitigação e adaptação devam ser implementadas conjuntamente ou de maneira convergente.

Para a busca de convergências e de uma perspectiva transversal capaz de abarcar condicionantes interdependentes associados à sustentabilidade, recorremos aos atributos e possibilidades associados ao nexo água-energia-alimentos como uma forma de integração de governança urbana (ARTIOLI et al., 2017; HOFF, 2011). Como um novo paradigma integrador das ciências ambientais e de sua relação com as políticas, o nexo se dedica aos *trade-offs* (trocas compensatórias em que um lado ganha enquanto o outro perde) entre as cadeias de produção e provisão de suas três dimensões, pois em síntese, há uma forte e crescente interdependência entre elas (AL-SAIDI & ELAGIB, 2017). Por exemplo, distintos meios de produção de energia dependem de volumes consideráveis de água; captar, tratar e distribuir água requer significativo insumo energético; produzir, beneficiar e distri-

buir alimentos, do mesmo modo, caracteriza substancial demanda de água e energia. Esta perspectiva de compensações dentre as cadeias de água, energia e alimentos se destaca a partir do reconhecimento da centralidade da demanda de recursos hídricos no que diz respeito às mais distintas cadeias de desenvolvimento econômico (BENITES-LAZARO et al., 2020; WAUGHRAY, 2011). Porém, diante do quadro global de exclusão social e pobreza intensificado pela pandemia de Covid-19, em que aproximadamente 9,4% da população mundial vive na linha da extrema pobreza[1], carecendo de acesso em quantidade e qualidade adequada à água, energia e alimentos, o nexo torna-se fundamental para racionalizar interdependências na busca de alternativas sinergéticas na provisão de recursos com vistas à inclusão social e redução da vulnerabilidade (HOFF, 2011). Embora outras concepções de análise e gestão de recursos já tenham se dedicado a questão das interdependências e a natureza de suas estruturas de governança, postulamos que o nexo não deve ser apenas uma palavra da moda (BENSON & GAIN; ROUILLARD, 2015; CAIRNS & KRZYWOSZYNSKA, 2016). O nexo pode e deve abarcar questões sociopolíticas das interações entre suas dimensões, permitindo estruturas integrativas de alternativas e sinergias a partir de uma governança urbana (ARTIOLI & ACUTO; MCARTHUR, 2017; URBINATTI et al., 2020).

A natureza transversal da racionalidade do nexo é aqui compreendida como uma forma de ampliar a resiliência dos sistemas sócio-ecológicos urbanos. Nisso, compreendemos a resiliência como a capacidade de um dado sistema (urbano) de ter uma continuidade de mudanças e de se adaptar dentro de determinados limites críticos. Isto também remete, evidentemente, a capacidade deste sistema em retomar sua integridade mediante a impactos ou distúrbios. O conceito de adaptabilidade compõe essa perspectiva de plasticidade da resiliência, representando a capacidade de desenvolver ajustes para corroborar a trajetória de estabilidade. Nessas concepções, fica a interpretação de que os sistemas em estudo, como megacidades, não apresentam uma condição estática. Na

1. Dado divulgado em 2020 pelo Banco Mundial. Estima-se que em 2021 mais 150 milhões de pessoas se tornarão extremamente pobres (vivendo com menos de 1,9 dólar ao dia) por conta dos impactos da Covid-19. Ver: https://www.worldbank.org/en/news/press-release/2020/10/07/covid-19-to-add-as-many-as-150-million-extreme-poor-by-2021. Acesso em: 24 Ago. 2021.

verdade, encontram-se em constante movimento dentro de determinados padrões de desenvolvimento (FOLKE et al., 2010).

Estes padrões de desenvolvimento podem ser entendidos como tendências de adensamento urbano, crescimento econômico e perspectivas de oferecimento de oportunidades para inclusão social. Porém, no processo global de urbanização, algumas tendências de caráter negativo também podem ser elencadas dentro dos padrões de desenvolvimento dos sistemas urbanos, assim, destacam-se: aumento constante de demandas por água, energia e alimentos; elevação de emissões de gases de efeito estufa; aumento de taxas impermeabilização; e depleção de serviços ecossistêmicos essenciais ao suporte à vida das próprias populações urbanas. No conjunto, vemos que a urbanização analisada sob a ótica das mudanças climáticas coloca-se como uma dinâmica que tende à insustentabilidade (SETO et al., 2017).

Neste artigo objetivamos explorar o nexo água-energia-alimentos enquanto alternativa para ampliação da resiliência e redução da vulnerabilidade socioambiental mediante as mudanças climáticas, identificando perspectivas e desafios para um amplo território urbanizado. Dialogamos com contexto da Macrometrópole Paulista (MMP), que se constitui em território heterogêneo, onde prevalecem profundas iniquidades, intensos desafios de escassez de recursos, riscos de desastres e insustentabilidade, agravados pelas ameaças associadas às mudanças climáticas globais (AMARAL et al., 2021; CANIL & LAMPIS; SANTOS, 2020; JACOBI & CIBIM; LEÃO, 2015; TRAVASSOS et al., 2020a, 2020b).

A seguir, o texto se organiza em mais três seções, onde tratamos: da perspectiva do nexo para a busca ou ampliação da resiliência macrometropolitana; de alternativas e sinergias associadas a racionalidade do nexo com potencial de replicabilidade; e finalmente de considerações finais e *insights* para contribuir com a governança do nexo em um contexto (macro)metropolitano.

O nexo e a resiliência urbana em um contexto macrometropolitano

A abordagem do nexo voltada aos contextos urbanos, ou o nexo urbano, contribui com uma visão holística sobre sinergias e *trade-offs* a dialogar com as demandas das cidades em suas conexões regionais e

transescalares (AMARAL et al., 2021; LEHMANN, 2018; ARTIOLI et al., 2017). O nexo urbano, conforme descreve o relatório do ICLEI (2014), procura responder à necessidade urgente de políticas e mecanismos de implementação de abordagens alternativas ao pensamento fragmentado, isto é, um padrão de estruturas autocentradas em seu próprio domínio em setores urbanos vitais. Além dos sistemas metropolitanos cruciais como, a água, energia e alimentos, esta abordagem busca transcender áreas de políticas como de uso da terra, inclusão social, gestão de resíduos e transporte, a fim de alcançar um uso mais eficiente e eficaz dos ciclos de recursos nas áreas urbanas e periurbanas. Assim, o nexo urbano é visto como uma abordagem para o delineamento de soluções de desenvolvimento urbano sustentável, integrando-se os sistemas água-energia-alimentos. Esta integração deve proporcionar benefícios uns aos outros por meio de soluções personalizadas para governar de forma sustentável as ligações rurais-urbanas e as interdependências de recursos por meio de perspectiva espacial multiescalar e abrangente (GIZ & ICLEI, 2014).

No entanto, como Benites-Lazaro e Giatti (2021) descrevem, o planejamento urbano e a transformação para a sustentabilidade até agora não prestaram atenção adequada à resiliência e a essas formas de integração sistêmica. Nesse sentido, as cidades permanecem mal preparadas para enfrentar os desafios de adaptação e mitigação às mudanças climáticas. O planejamento urbano, assim como o planejamento dos setores do nexo, é realizado de acordo com métodos tradicionais e de forma independente com base em uma administração pública setorial. Assim, um dos principais problemas que o nexo procura superar é a tradição de tomadas de decisão concentradas apenas em um setor sem levar em consideração que suas respectivas políticas podem afetar outros setores negativamente. Para os autores, esta fragmentação traz a necessidade de transformações mais profundas, por meio de abordagens integradoras que equilibrem políticas públicas, conquistas sociais e gestão sustentável dos recursos naturais e ecossistemas. Porém, mesmo com o reconhecimento da severidade e urgência das mudanças climáticas (MASSON-DELMOTTE et al., 2021), observam-se tendências preocupantes, como o uso excessivo da terra, o aumento da desigualdade e outros desafios urbanos que ameaçam segurança alimentar, hídrica e energética. Assim, prevalecem os desafios para os formuladores de políticas urbanas, que devem reverter

o curso insustentável do fornecimento de alimentos, água e energia e tratamento de resíduos para recuperação de materiais e busca da sustentabilidade urbana (LEHMANN, 2018).

No equacionamento destas questões complexas em grandes aglomerados urbanos, as redes de cooperação entre cidades podem desempenhar um papel muito importante na apropriação da abordagem de nexo. Os principais exemplos dessas redes são: Rede de Cidades Resilientes (R-cities), C40 Cities, Governos Locais pela Sustentabilidade (ICLEI), e o Pacto Global dos Prefeitos pelo Clima e a Energia. Essas redes internacionais têm trabalhado para elaborar planos estratégicos de longo prazo para identificar os principais setores que podem contribuir para preparar a resiliência urbana e estabelecer respostas de capacidade para os desafios existentes e futuros. Por exemplo, o relatório do ICLEI, constitui uma reivindicação relevante para um papel mais ativo das cidades na articulação de problemas e soluções com enfoque no nexo (GIZ & ICLEI, 2014).

No entanto, estudos prévios como de Bellezoni et al. (2021) demonstram que a abordagem do nexo tem se concentrado principalmente na segurança de recursos em macroescala global, tornando difícil a aplicação desta abordagem em escala urbana. Não havendo consenso metodológico nesse sentido, os fluxos dentre os setores do nexo podem oportunizar algumas abordagens qualitativas ou quantitativas. O enfoque dos fluxos remete a analisar as compensações diretas entre os setores do nexo, por exemplo, quanto a energia necessária para tratamento e distribuição de água ou quanto ao consumo de água e energia em distintas etapas da produção de alimentos (AMARAL et al., 2021; ARTHUR et al., 2019). O estudo de Bellezoni ainda destaca que na literatura existente há preocupação de que os meios de subsistência e o meio ambiente sejam frequentemente omitidos nas avaliações do nexo. O que também caracteriza na relação com desafios para implementar soluções baseadas na natureza nas cidades, ou as infraestruturas verdes e azuis em centros urbanos. Essas questões precisam ser tomadas em conta tanto em estudos acadêmicos, assim como devem ser foco de políticas públicas de caráter transversal de recursos alimentares, hídricos e energéticos.

Nos estudos que envolvem sistemas sócio-ecológicos complexos, como a MMP, indicadores têm sido utilizados como importantes ferramentas de suporte para diagnosticar, monitorar e avaliar a (in)sustentabilidade

da gestão de recursos e suas implicações em termos de escassez (RICHTER & JACOBI, 2018), injustiças ambientais e desenvolvimento humano e urbano (AMARAL et al., 2021; GIATTI et al., 2016). Nesse mesmo sentido de análise, considerando a amplitude e gravidade da problemática das relações de interdependência entre água, energia e alimentos, indicadores também podem ser utilizados para quantificar a eficiência da alocação de recursos e impactos socioambientais associados (*trade-offs*) (VANHAM et al., 2017; ROIBÁS et al., 2015), bem como para subsidiar a proposição de políticas públicas sinergéticas entre os setores (DAEE, 2013).

No Brasil, agências reguladoras e sistemas de informação de domínio público do governo federal têm gerado e divulgado dados para indicadores de caráter intersetorial que abrangem, pelo menos, dois dos três setores da abordagem do nexo. A saber: o SNIS (Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento) que disponibiliza séries temporais com dados municipais para a quantidade de energia elétrica gasta no tratamento de água e esgoto; o IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística), que, por meio da Pesquisa Agrícola Municipal, divulga, anualmente, a quantidade de agrotóxicos utilizados por hectare de área plantada; o Manual de Usos Consuntivos da Água no Brasil, que é uma publicação recente elaborada por uma equipe técnica da Agência Nacional de Águas (ANA), apresenta a evolução temporal e estimativas municipais da vazão hídrica necessária para a geração termelétrica, abastecimento urbano, rural e industrial e dessedentação animal, tendo como base um horizonte temporal de até 2030.

Entretanto, no contexto brasileiro e global, o nexo ainda se constitui como um desafio em termos de gestão para ser quantificado; independente da dimensão da escala territorial que é considerada para análise. Afinal, os indicadores disponíveis ainda não correspondem, na íntegra, à complexidade do nexo e as necessidades de informações para fácil identificação de possibilidades para redução de *trade-offs*. Além disso, as lacunas de dados permanecem para além daqueles de caráter hidrológico e há um número relativamente baixo de trabalhos que consideram indicadores do nexo em sua metodologia (ARTHUR et al., 2019; ALBRECHT et al., 2018). Isto frequentemente compromete a agregação da informação proveniente de distintos setores e dificulta o desenvolvimento de alternativas sinérgicas representadas por ações, políticas e tecnologias capazes de amenizar as pressões da

urbanização e das ameaças climáticas sobre a sociedade e o território macrometropolitano (TRAVASSOS et al., 2020b).

Diante disso, alternativas inovadoras são necessárias para uma mudança de paradigma envolvendo a produção de informação, inclusive de indicadores, e seu uso na busca de ações na perspectiva do nexo, para isso, é necessário haver colaboração entre esforços da comunidade científica para o desenvolvimento de novas métricas e instrumentos de apoio à análise e à gestão. Superar esses obstáculos e circunstâncias convencionais de isolamento e fragmentação é algo a contribuir com sinergias para atenuar os *trade-offs* dos setores do nexo.

Retomando a ideia de que os sistemas urbanos tendem a insustentabilidade, podemos entender que novas perspectivas de ganhos transversais, como no que diz respeito ao nexo, podem significar relevantes possibilidades de novas formas de organização e desenvolvimento aos sistemas socio-ecológicos urbanos. O pensamento em torno da resiliência também pontua quanto a transformabilidade, que se caracteriza pela transgressão aos limites convencionais da resiliência, impondo novas dinâmicas, caracterizando situações de ruptura e inovação (FOLKE et al., 2010; WALKER et al., 2004). Digamos que, se nossos sistemas urbanos tendem ao colapso, novas dinâmicas são necessárias para delimitar processos de desenvolvimento que se direcionem a otimizar recursos, minimizar impactos, reduzir *trade-offs* e ampliar a resiliência dentro de novos limites de operação nas cidades – limites da sustentabilidade. Para isso, efetivamente, a perspectiva de interdependência e de busca de sinergias do nexo parece se colocar como uma potencialidade para novos direcionamentos às tendências transformadoras de urbanização.

Alternativas e sinergias

A mudança de uso do solo decorrente da urbanização é um dos impactos humanos mais irreversíveis na biosfera. Ela acelera a perda de terras agrícolas altamente produtivas, afeta a demanda de energia, altera o clima, modifica os ciclos hidrológico e biogeoquímicos, fragmenta os habitats e reduz a biodiversidade. Notadamente, estes fenômenos revertem em ameaças aos grandes contingentes populacionais urbanos (SETO et al., 2011). Os principais impactos e riscos climáticos às cidades caracterizam-se como aumento de temperatura, aumento no nível do mar, ilhas

de calor urbanas, inundações, escassez de água e alimentos, acidificação dos oceanos e eventos extremos. A maioria das cidades brasileiras já apresenta problemas ambientais associados a seus padrões de desenvolvimento e transformação de seus territórios. Nesse sentido, as crises globais por seus reflexos locais tendem a exacerbar problemas urbanos, como no caso do ciclo hidrológico influenciado pelo aquecimento global, que tende a acentuar impactos já conhecidos, como inundações, deslizamentos de terra, ondas de calor e escassez hídrica (PBMC, 2016).

Com isso, pode-se afirmar com segurança que o aquecimento global provocará impactos significativos em quatro setores na maioria das cidades: sistemas locais de energia; demanda e fornecimento de água e tratamento de esgoto; transporte; e saúde pública (ROSENZWEIG et al., 2011, *apud* PBMC, 2016). Os setores citados conjugam o desafio das cidades de reduzir sua vulnerabilidade socioambiental por meio de desenvolvimento de agendas e implementação de políticas públicas e ações voltadas às mudanças climáticas. Em consonância com as diretrizes de reduzir *trade-offs* entre os setores do nexo, compreendemos também como necessária a sinergia desejável na interação entre medidas de adaptação e de mitigação às mudanças climáticas, capazes, inclusive, de dialogar através de escalas territoriais. Deste modo, estas sinergias podem transcender por meio de efeitos combinados, capazes de constituir resultados sistêmicos maiores do que a simples soma de seus efeitos se implementados separadamente (KLEIN et al.2007).

A busca desta transcendência em um complexo sistema macrometropolitano pode ser viabilizada por meio da cooperação entre distintos municípios. Por exemplo, como no caso do Consórcio Intermunicipal do Grande ABC, situado na MMP, que é formado pelos municípios de Diadema, Mauá, Ribeirão Pires, Rio Grande da Serra, Santo André, São Bernardo do Campo e São Caetano do Sul. Em 2017, este consórcio apresentou o Plano de Ação de Enfrentamento às Mudanças Climáticas do Grande ABC[2], que pode contribuir para demonstrar possibilidades de sinergias no nexo em uma metrópole.

Este plano estabeleceu diretrizes setoriais estratégicas com desdobramento em ações em quatro eixos: energia; transporte; resíduos sólidos e saneamento; e desenvolvimento sustentável e resiliente, conforme se

2. https://consorcioabc.sp.gov.br/noticia/2804/plano-de-acao-de-enfrentamento-as-mudancas-climaticas-do-grande-abc.

apresenta parcialmente no Quadro 1. O direcionamento deste plano se acopla diretamente às estratégias mitigação e adaptação às mudanças climáticas, desse modo, enfocando redução de emissões de GEE e buscando tornar as cidades do consórcio mais resilientes. É possível observar, todavia, que os esforços permanecem relativamente setoriais e com interações limitadas. De fato, apesar do aumento das ambições de planos de mitigação e de adaptação no âmbito das cidades, há poucos esforços visando criar sinergias entre eles (ÜRGE-VORSATZ et al, 2018). Essa crítica é do mesmo modo compartilhada pela essência do debate sobre o nexo, em que se reconhece de forma ponderada a tradição de ações isoladas e setoriais.

Mesmo persistindo a a clássica fragmentação, consideramos que as ações e diretrizes trazem possibilidades e *insights* interessantes sobre maneiras de identificarmos oportunidades sinergias ou o reconhecimento de compensações associadas ao nexo. Por exemplo, no eixo energia a busca de eficiência energética, a redução de consumo e a geração de energia limpa oportuniza especificamente redução de *trade-offs* e interessantes sinergias que podem beneficiar na economia de água e na disponibilidade energética e hídrica para produção de alimentos. No eixo transporte, as melhorias e incentivos aos transportes públicos também podem efetuar redução de pressão por compensações, sobretudo tendo em consideração que uma das maiores demandas urbanas por energia provém dos transportes.

Mas é importante notar que o equacionamento almejado não é necessariamente simples e inequivocamente benéfico. O olhar sobre a racionalidade do nexo deve ser crítico, pois as compensações entre os setores podem inverter o resultado de análises a partir de olhares unilaterais. Para ilustrar, ainda na questão do transporte, a proposição de estímulos ao uso de biocombustíveis é indubitavelmente benéfica no sentido da mitigaçao das mudanças climáticas. Por outro lado, no contexto de interdependência territorial e de cadeias produtivas essa produção de energia renovável gera disputas consideráveis por recursos, como no caso de uso do solo e demanda hídrica, competindo com a produção de alimentos. A indústria brasileira do bioetanol, por exemplo, coloca-se muitas vezes nessa situação de conflito de discursos, de um lado enaltecendo sua real contribuição na redução da emissao de gases de efeito estufa, de outro, desconsiderando que sua cadeia produtiva caracteriza outras pressões de interesse no debate da sustentabilidade (BENITES-LAZARO et al., 2020).

Quadro 1 Algumas diretrizes setoriais e ações do Plano de Ação de Enfrentamento às Mudanças Climáticas do Grande ABC.

Diretrizes Setoriais		**Ações**
Energia	Aumento da eficiência energética em prédios públicos e privados	- Alcançar eficiência e modernização energética em vias públicas (substituição das lâmpadas existentes por mais eficientes e promoção da tecnologia LED) - Contratar energia solar para suprir as instituições públicas - Incentivar a substituição de combustíveis intensos em GEEs por combustíveis renováveis em grandes consumidores de energia - Fixar meta de redução de consumo energético para cada cidade
	Redução do consumo de energia e do desperdício energético em prédios públicos, comerciais e residenciais	
	Geração e a promoção do uso de energias a partir de fontes limpas e renováveis	
Transporte	Reorganização dos serviços de transporte coletivo, com a constituição de uma rede uni-ficada e integrada de serviços municipais e metropolitanos, en-globando todos os modos de transporte, de alta, média e baixa capacidades	- Implantar os corredores de *Bus Rapid Transit Services (BRT)* - Desenvolver ciclovias, ciclofaixas e ciclorrotas - Aumentar o percentual de biodiesel no diesel da frota de ônibus Consórcio Grande ABC - Avaliar técnica e economicamente a substituição de gasolina por etanol na frota de veículos das prefeituras do Consórcio
Desenvolvimento Sustentável e Resiliente	Controle da expansão da mancha urbana e dos assentamentos precários existentes	- Elaborar estudo de análise de vulnerabilidade climática de sistemas ou áreas específicas do consórcio - Realizar estudos e mapeamento para o estabelecimento do Sistema Intermunicipal de Áreas Verdes, que contemple estratégias e diretrizes para: 1) recuperação de vegetação nativa; 2) implantação, recuperação e manutenção das Unidades de Conservação ; 3) elaboração de Plano de Arborização Regional; incentivos para a criação de Reserva Particular do Patrimônio Natural (RPPN); 4) elaborar e implantar Programa de Pagamento por Serviços Ambientais; 5) elaborar e implantar o Plano Regional de Redução de Riscos.

Fonte: Plano de ação de enfrentamento às mudanças climáticas do Grande ABC.

No eixo dos resíduos, todo o processo de reciclagem implica em importantes inter-relações positivas com variadas cadeias produtivas, estas que são amplamente demandantes de água e energia. Além disso, o for-

talecimento de cooperativas de catadores promove inclusão social no processo de reciclagem, fortalecendo a economia circular e o protagonismo em interações multisetoriais associadas à busca dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (GUTBERLET, 2021; GUTBERLET et al., 2020). No quarto e último eixo deste plano, controle de expansão urbana e conservação e restauração de vegetação nativa contribuem para a provisão de importantes serviços ecossistêmicos, o que em meio urbano pode contribuir de forma fundamental para o provimento de água, regulação climática e redução de riscos. Na MMP alguns municípios periféricos podem ser caracterizados como importantes provedores de serviços ecossistêmicos, porém, apresentando piores desempenhos quanto ao desenvolvimento humano. Isto inevitavelmente perpassa interações nas cadeias do nexo e pode também contribuir para a sustentabilidade urbana e para a redução de injustiças ambientais (AMARAL et al., 2021)

No campo do saneamento básico, especificamente quanto ao abastecimento público de água e coleta e tratamento de esgotos domésticos, distintas oportunidades de racionalização com foco no nexo podem trazer outras contribuições a serem reproduzidas como experiências aplicadas aos municípios de uma grande metrópole. Segundo o Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) o consumo de energia elétrica equivale a cerca de 13% dos custos das empresas do setor de saneamento, variando de acordo com as etapas e plantas. Estes elevados custos são influenciados por fatores como a instalação e funcionamento de distintos mecanismos e equipamentos. Em estações de tratamento de água, por exemplo, o consumo médio varia entre 6,5 e 25,5 kWh/m^3 de água distribuída, amplitude que denota possibilidade de gestão de eficiência e, portanto, oportunidade de mitigação de trade-offs entre abastecimento público de água e energia (SNIS, 2017; WAKEEL et al., 2016).

Com a finalidade de promover melhoria da eficiência energética, o setor de saneamento tem adotado alternativas com o intuito de otimizar o uso de energia elétrica e viabilizar a redução do consumo. A implementação de uma racionalidade do nexo no setor de saneamento pode estimular a busca de sinergias desde os processos de gestão e política da água, interagindo com o setor energia e com a produção de alimentos em consonância com a questão da segurança dos recursos hídricos (SCOTT et al., 2015).

A exemplo de possibilidades, no Brasil algumas parcerias entre empresas de saneamento e universidades têm intensificado estudos com o intuito de promover a reutilização do lodo (resíduo do tratamento de esgoto) como fertilizante orgânico, uma vez que sua composição é de "4% de nitrogênio, 2% de fósforo, 0,4% de potássio e 25% de carbono" (OLIVEIRA et al.,1995; SABESP 2018).

A Companhia de Saneamento Básico de São Paulo – SABESP, possui em sua planta de tratamento de esgoto na cidade de Franca um sistema criado em parceria com o Instituto Fraunhofer da Alemanha, que permite a utilização do biogás para utilização em veículos, a estação trata cerca de "500 L/s de esgoto e produz 2.500 Nm^3 de biogás por dia, o que equivale a 1.500 litros de gasolina". Pesquisa semelhante foi realizada pela Companhia de Saneamento do Paraná, onde a realização de análise do biogás e lodo de uma de suas estações de tratamento de esgoto indicou que há significativo potencial para utilização como fonte de energia renovável (SABESP, 2018; SANEPAR, 2016).

Experiências recentes denotam ainda a eficiência da produção de energia elétrica através da pressão hidráulica da água dentro de tubulações. Este processo, com experiências já em atividade, assemelha-se a pequenas hidrelétricas, aproveitando a pressão da água em tubulações em declive, permitindo que a energia remanescente não aproveitada na planta possa ser recuperada para o uso da concessionária (SABESP, 2018).

Considerações finais: insights sobre a governança do nexo em uma macrometrópole

O debate sobre o nexo urbano desperta o interesse e mobiliza para uma governança mais sustentável do ponto de vista estrutural e social. A qualificação deste modelo de governança se dá pela transversalidade e diálogo entre distintos setores e, também, pela forma inclusiva de distintos atores sociais. Isto quer dizer que o conceito possibilita repensar aspectos históricos de uma governança, ou insuficiência dela, como no caso da MMP, a partir de lentes mais integrativas em relação aos recursos água, energia, alimentos e o próprio ambiente. Contudo, assim como este capítulo buscou mostrar, não basta somente integrar a governança para se alcançar resultados sustentáveis; é preciso entender o nexo urbano de

forma crítica para poder avaliar as sinergias e os *trade-offs* multilateralmente. A inexistência de reflexões e de ações de potencialmente transversais em consideração ao nexo, pode fazer com que convencionais ações setoriais permaneçam gerando efeitos negativos de forma concorrente a outros setores.

A análise do Plano de Ação de Enfrentamento às Mudanças Climáticas do Grande ABC mostrou que a racionalidade da governança ambiental é pautada em setores estratégicos, ainda pouco integrativa e compartilhada entre diferentes expertises. Isto não quer dizer que este plano não seja um avanço no enfrentamento das mudanças climáticas, pois suas possibilidades são portadoras de transversalidades relevantes e inovadoras. Os *insights* aqui sugeridos a partir do conceito de nexo urbano são justamente para aprimorar instrumentos pré-existentes no contexto da MMP que podem ser fundamentais para o futuro em termos climáticos, ambientais e sociais na região. Entendemos que este amplo e complexo sistema urbano requer diversidade e integração de alternativas e de diálogo entre atores sociais convencionalmente isolados. Para isso, a cooperação entre municípios se coloca como um elemento capaz de gerar cooperações que transcendem escalas, além disso, gerando situações criativas e oportunidades de aplicação do nexo para contribuir com a convergência entre mitigação e adaptação às mudanças climáticas. Estruturas mais diversificadas, nesse sentido, devem ser perspectivas a ampliar a resiliência de complexos sistemas urbanos frente aos desafios e incertezas das mudanças climáticas.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9 e bolsas , 2017/17796-3 e 2016/25375-5) e ao CNPq (proc. n. 309840/2018-0).

Referências

ALBRECHT, T. R. et al. The Water-Energy-Food Nexus: A systematic review of methods for nexus assessment. **Environmental Research Letters**, v. 13, n. 4, p. 1-27, 2018.

AL-SAIDI, M.; ELAGIB, N. A. Towards understanding the integrative approach of the water, energy and food nexus. **Science of the Total Environment**, v. 574, p. 1131–1139, 2017.

AMARAL, M. H. et al. Environmental Injustices on Green and Blue Infrastructure: Urban Nexus in a Macrometropolitan Territory. **Journal of Cleaner Production**, p. 125829, 2021.

ARTHUR, M. et al. Urban food-energy-water nexus indicators: A review. **Resources, Conservation and Recycling**, v. 151, p. 104481, 2019.

ARTIOLI, F.; ACUTO, M.; MCARTHUR, J. The water-energy-food nexus: An integration agenda and implications for urban governance. **Political Geography**, v. 61, p. 215–223, 2017.

BELLEZONI, R. A., MENG, F., HE, P.; SETO, K. C., 2021. Understanding and conceptualizing how urban green and blue infrastructure affects the food, water, and energy nexus: A synthesis of the literature. Journal of Cleaner Production. Volume 289, 20 March 2021, 125825.

BENITES-LAZARO, L. L. et al. Land-water-food nexus of biofuels: Discourse and policy debates in Brazil. **Environmental Development**, p. 100491, 2020.

BENITES-LAZARO, L. L.; GIATTI, L. L. O nexo água-energia-alimentos – uma abordagem para cidades sustentáveis e o desenvolvimento sustentável. In: Jacobi, P. R.; GIATTI, L. L. (Org). 2021, pp. 79-98.

BENSON, D.; GAIN, A. K.; ROUILLARD, J. J. Water governance in a comparative perspective: from IWRM to a'nexus' approach? **Water Alternatives**, v. 8, n. 1, 2015.

BULKELEY, H. Cities and the governing of climate change. **Annual review of environment and resources**, v. 35, 2010.

CAIRNS, R.; KRZYWOSZYNSKA, A. Anatomy of a buzzword: the emergence of 'the water-energy-food nexus' in UK natural resource debates. **Environmental Science & Policy**, v. 64, p. 164–170, 2016.

CANIL, K.; LAMPIS, A.; SANTOS, K. L. dos. Vulnerabilidade e a construção social do risco: uma contribuição para o planejamento na macrometrópole paulista. **Cadernos Metrópole**, v. 22, n. 48, p. 397–416, 2020.

DAEE – Departamento de Água e Energia. Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos. **Plano Diretor de Aproveitamento dos Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista.** São Paulo, 2013.

FOLKE, C. et al. Resilience thinking: integrating resilience, adaptability and transformability. **Ecology and society**, v. 15, n. 4, 2010.

GIATTI, L. L. et al. O nexo água, energia e alimentos no contexto da Metrópole Paulista. **Estud. av.**, v. 30, n. 88, p. 43-61, 2016.

GUTBERLET, J. Grassroots waste picker organizations addressing the UN sustainable development goals. **World Development**, v. 138, p. 105195, 2021.

GUTBERLET, J.; BESEN, G. R.; MORAIS, L. Participatory solid waste governance and the role of social and solidarity economy: experiences from São Paulo, Brazil. **Detritus**, n. 13, p. 167, 2020.

HOFF, H. **Understanding the nexus: Background paper for the Bonn2011 Nexus Conference**. [s.l.] SEI, 2011.

ICLEI; GIZ. 2014. Operationalizing the Urban NEXUS towards resource-efficient and integrated cities and metropolitan regions Case Studies. Disponível em: http://www2.gtz.de/urbanet/opencommunity/focus/urbannexus.asp.

IPCC., A. S. Climate change 2007: synthesis report. **Summary fo r Policymakers**, 2007.

JACOBI, P. R.; CIBIM, J.; LEÃO, R. S. Crise hídrica na Macrometrópole Paulista e respostas da sociedade civil. **Estudos avançados**, v. 29, n. 84, p. 27–42, 2015.

KJELLSTROM, T. et al. Urban Environmental Health Hazards and Health Equity. **Journal of Urban Health**, v. 84, n. 1, p. 86–97, 1 maio 2007.

LEHMANN S. Implementing the Urban Nexus approach for improved resource-efficiency of developing cities in Southeast-Asia. **City, Culture and Society**. 2018 Jun 1;13:46-56.

MASSON-DELMOTTE, V. et al. (EDS.). **Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. [s.l.] Cambridge University Press, 2021.
OLIVEIRA, F. C.; MARQUES, M. O.; BELLINGIERI, P. A.; PERECIN, D.. Lodo de esgoto como fonte de macronutrientes para a cultura do sorgo granífero. **Scientia Agricola**, vol.52, n.2 p.360-367, 1995.

RICHTER, R. M.; JACOBI, P. R. Conflitos na macrometrópole paulista pela perspectiva da crise hídrica. **Rev. Bras. Estud. Urbanos Reg.**, v. 20, n. 3, p. 556-569, 2018.

ROIBÁS, L. et al. Evaluating the sustainability of Ecuadorian bananas: Carbon footprint, water usage and wealth distribution along the supply chain. **Sustainable Production and Consumption**, v. 2, p. 3-16, 2015.

SABESP. Companhia de Saneamento do Estado de São Paulo. **Relatório de sustentabilidade**. São Paulo, 2018.

SANEPAR. Companhia de Saneamento do Paraná. **Eficiência energética no Saneamento**. Curitiba, 2016.

SCOTT, C., KURIAN, M., WESCOAT, J., The water-energy-food nexus: enhancing adaptive capacity to complex global challenges. In: Kurian, M., Ardakanian, R. (Eds.), Governing the Nexus: Water, Soil and Waste Resources Considering Global Change. **Springer,** p. 15-38, 2015.

SETO, K. C. et al. Sustainability in an urbanizing planet. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 114, n. 34, p. 8935–8938, 2017.

SNIS – Sistema nacional de informações sobre Saneamento. **Diagnóstico dos serviços de água e esgoto**. Brasília, 2017.

STEFFEN, W. et al. The trajectory of the Anthropocene: the great acceleration. **The Anthropocene Review**, v. 2, n. 1, p. 81–98, 2015.

TRAVASSOS, L. et al. Why do extreme events still kill in the São Paulo Macro Metropolis Region? Chronicle of a death foretold in the global south. **International Journal of Urban Sustainable Development**, p. 1–16, 2020a.

TRAVASSOS, L. et al. Heterogeneidade e fragmentação espacial na Macrometrópole paulista: a produção de fronteiras e buracos. **Ambient. soc., São Paulo**, v. 23, 2020b.

URBINATTI, A. M. et al. The conceptual basis of water-energy-food nexus governance: systematic literature review using network and discourse analysis. **Journal of Integrative Environmental Sciences**, p. 1–23, 15 abr. 2020.

VANHAM, D. et al. Food consumption and related water resources in Nordic cities. **Ecological Indicators**, v. 74, p. 119-129, 2017.

WAUGHRAY, D. **Water security the water-food-energy-climate nexus: the World Economic Forum water initiative**. [s.l: s.n.].

WAKEEL, M.; CHEN, B.; HAYAT, T.; ALSAEDI, A.; AHMAD, B. Energy consumption for water use cycles in different countries: A review. **Applied Energy**, v.178, p. 868-885, 2016.

WALKER, B. et al. Resilience, adaptability and transformability in social–ecological systems. **Ecology and society**, v. 9, n. 2, 2004.

Capítulo 3

Segurança Hídrica, mudanças climáticas e a Macrometrópole Paulista: desafios a partir de uma visão crítica

Vanessa Lucena Empinotti, Marcelo Aversa,
Rayssa Cortez, Leonardo Varallo e
Luís Gustavo de Almeida Branco

Introdução

No contexto das mudanças climáticas, a disparidade do acesso à água no planeta é acentuada pela ocorrência de eventos extremos que podem levar a acúmulos expressivos de precipitação assim como a sua falta. Dessa forma, populações vulnerabilizadas e que vivem sob condições de estresse hídrico, estão ainda mais expostas a tais mudanças globais. Ao reconhecer a necessidade de adaptação e mitigação a esta nova realidade, conceitos e práticas de garantia de acesso e distribuição da água foram ajustados e criados, como o caso da segurança hídrica (UM INWEH, 2013). Isto é observado nas propostas elaboradas para responder à "crise global da água", intensificada ainda mais pelas mudanças climáticas. Assim, o conceito de segurança hídrica, atrelado a governança da água e a perspectiva do Nexo água/alimento/energia, foi apresentado como uma resposta central a este problema (BAKKER, 2012; UN-INWEH, 2013).

A articulação do conceito de segurança hídrica, com práticas de gestão ambiental já existentes, se apresenta na sua relação com a governança da água a partir de duas funções: como atributo e indicador (GERLAK et al., 2018). Como atributo, a governança se transforma em um instrumento para promover a segurança hídrica, ao mesmo tempo em que a segurança hídrica estabelece metas para atingir uma boa governança da água (COOK & BAKKER, 2012). Por outro lado, as características da governança, como presença de arranjos institucionais, legislações que promovam espaços de negociação participativos que manejem o risco e a resolução de

conflitos, se transformaram em indicadores para atingir a segurança hídrica (UN-INWEH, 2013). Assim, com o foco na promoção da tomada de decisão de forma participativa e descentralizada, a segurança hídrica se alinhou ao arcabouço da boa governança da água e se transformou em mais um parâmetro a ser atingido por meio de práticas como a participação, a transparência, a *accountability* e a existência de regras e legislações que mediam a tomada de decisão (GERLAK et al., 2018; COOK & BAKKER, 2012).

Ao mesmo tempo, o conceito de segurança hídrica, na perspectiva do Nexo água/alimento/energia, propõe a necessidade de criar novas práticas e estruturas de governança da água, que reconheçam as características multiescalares, inter-relacionais e da interdisciplinaridade na promoção do acesso à água (HOFF, 2011; EMPINOTTI, et al. 2019b). Tal visão entende a crise hídrica como, prioritariamente, um problema de falta de conhecimento integrado e multiescalar, assim como a falta de estruturas mobilizadoras de ações inter-relacionadas, onde a tecnologia e a geração de conhecimento seriam chaves para atingir a segurança hídrica (GREY et al., 2013).

São notáveis os avanços na teoria e na prática da governança da água a partir da inserção da segurança hídrica e do nexo água/alimento/energia, entretanto, é importante salientar que essa reflexão parte do princípio de que a água é entendida como um componente natural e biofísico, representada pelo ciclo hidrológico. A interferência humana ocorre de forma externa à água, por meio de práticas de engenharia e gestão, com o objetivo de garantir o seu acesso e a sua distribuição e assim atender às suas múltiplas demandas de uso (LINTON, 2008). Contudo, a água também pode ser entendida a partir de uma leitura hidrossocial, como um elemento híbrido, resultado da interação entre natureza, tecnologia e sociedade, a materialidade do ambiente físico e suas dinâmicas (SWYNGEDOUW & BOELENS, 2018). Tais interações são reflexivas, dinâmicas e multiescalares, que levam a produção de diferentes águas de acordo com o contexto e a sua temporalidade (LINTON, 2010; TSUTSUI & EMPINOTTI, 2021). Assim, a água é muito mais que a sua materialidade e sim o produto das relações hidrossociais que a compõem.

Neste sentido, as leituras da segurança hídrica e governança da água apresentados acima negligenciam tais relações hidrossociais, como a estrutura e a escala de um arranjo institucional mais amplo. É necessário um olhar voltado para as relações entre a sociedade e a água, dado que

a segurança hídrica vai além do investimento em infraestrutura, como único componente para garantir sua disponibilidade, e a necessidade de considerar o papel crucial que às desigualdades e assimetrias de poder exercem nas dinâmicas de sua distribuição e acesso (LOFTUS, 2015; JEPSON et al., 2017). Assim, a participação e mobilização de atores deve ocorrer a partir do princípio da água como um direito (LOFTUS, 2015) e que reforça o controle social desde a sua produção até a sua distribuição. Daí a importância do engajamento popular na construção da segurança hídrica, com a inserção de aspectos da sabedoria popular e regras não-institucionais para a gestão comunitária da água, na garantia do "direito à água" e na interpretação das relações hidrossociais (JEPSON et al., 2017). Tal reflexão fundamenta a leitura crítica das formas como o conceito de segurança hídrica é apresentado e colocado em prática.

Dessa forma, o objetivo deste capítulo é apresentar e refletir sobre os diferentes significados do conceito de segurança hídrica, que aqui classificamos como segurança hídrica instrumental e segurança hídrica crítica, os desdobramentos e limitações da prática atual de segurança hídrica, bem como os desafios de capturar suas dinâmicas em termos de dados e escalas. Por fim, são indicados pontos de partida para pensar a segurança hídrica da macrometrópole paulista a partir de sua leitura crítica.

Da Segurança Hídrica Instrumental para a Segurança Hídrica Crítica

O conceito de segurança hídrica utilizado pela Agência Nacional de Águas, é definido como intervenções estratégicas que têm por objetivo prover garantia hídrica, em quantidade e qualidade, para o abastecimento humano, o equilíbrio dos ecossistemas e o desenvolvimento das atividades econômicas, além de reduzir os riscos associados aos eventos hidrológicos críticos e aumentar a resiliência dos sistemas de abastecimento (ANA, 2019). Tal definição reproduz o entendimento de agências multilaterais e fóruns internacionais, que descrevem o problema da segurança hídrica a partir da disponibilidade e distribuição espacial da água de forma desigual, com demandas e múltiplos usos competindo entre si, e como as mudanças climáticas intensificam tais características e pedem por soluções (COOK et al., 2012; GREY et al, 2013; UNESCO, 2019). Ao definir a segurança hídrica a partir da disponibilidade física da água distribuída

espacialmente e por eventos extremos (BROWN et al., 2013), se reforça que as ações do Estado ocorram dentro da perspectiva setorial, em uma escala regional e nacional, que desconsidera as desigualdades locais. Esse entendimento instrumental da segurança hídrica assume a problemática de acesso à água como uma questão meramente técnica, onde os recursos hídricos são tratados de forma utilitária e como insumos para diversas atividades produtivas, para os ecossistemas e o abastecimento humano.

A discussão sobre os usos do conceito de segurança hídrica nas práticas de gestão e no discurso inscrito nos instrumentos de planejamento de acesso às águas pode apontar um caminho metodológico para uma análise crítica da segurança hídrica, à medida que se considere a clivagem entre o seu discurso conceitual e a capacidade das ações planejadas alcançarem seus preceitos. É o que ocorre no Plano Nacional de Segurança Hídrica e no Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos da Macrometrópole Paulista. Ambos os planos, ao definirem ações e custos, limitam-se a análises e definições de obras de infraestrutura que respondam à equação restrita com as variáveis de oferta e demanda (DAEE, 2013, p. 242; ANA, 2019, p. 83 e ss.). Não são considerados outros projetos previstos na legislação como ações para redução de vulnerabilidades sociais no território (urbano ou rural), para a proteção e a recuperação de mananciais; para estimular o desenvolvimento de cidades resilientes e os processos sustentáveis de urbanização, particularmente em relação a gestão da água e do saneamento básico; para estudos de viabilidade de infraestruturas verdes, particularmente de drenagem em áreas densamente urbanizadas previstos como possíveis práticas que representam estratégias de promoção da segurança hídrica, ainda que a tratem a partir de sua leitura instrumental. Pelo contrário, observa-se a persistência dos princípios do paradigma hidráulico (MOLLE, 2008) que, ao se basear apenas em soluções de obras de infraestrutura de acesso à água, desconsidera a indissociabilidade entre sociedade e natureza, o que, em termos de planejamento da política pública, demandaria incluir outras variáveis presentes, por exemplo, nas diretrizes da Lei nº 12.187, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima, e da Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (BRASIL, 2009 e 2012).

É preferível tratar o conceito de segurança hídrica de forma flexível e mais ampla possível, pois este é simultaneamente múltiplo e maleável.

Por um lado, refere-se a uma vasta gama de questões relacionadas à água, desde a disponibilidade de água até riscos de acesso e de desastres; enquanto, por outro lado, carece de especificidade, sendo aplicado de forma multiescalar (desde o domicílio, passando pelo nação-estado até o âmbito planetário), com pouca direção de como deve ser alcançado (COOK & BAKKER, 2012). A redução instrumental das políticas de acesso à água a esse binômio "demanda versus acesso" é uma opção política, à medida que exclui da gestão das águas os objetivos de enfrentamento das chagas de uma territorialidade constituída na desigualdade sócio-econômica. Há que se considerar que a problemática do acesso à água e da segurança hídrica deve reconhecer as relações sociais e fluxos de poder que configuram o seu acesso, muitas vezes, de forma desigual.

Em busca de um novo caminho que reconheça tais dinâmicas, alguns autores atribuíram um novo significado à segurança hídrica com foco a partir da escala local e que chama a atenção para a forma como se entende a produção social da água, suas características materiais e questões de assimetrias de poder e acesso à água como componentes chaves (JEPSON et al., 2017). Esta perspectiva crítica entende a segurança hídrica como um processo garantido, principalmente, na escala local e domiciliar uma vez que se reconhecem as estratégias desenvolvidas por comunidades e indivíduos para garantir a sua água, e, assim, que se contrapõe ao papel único do Estado e do setor privado, como provedores de tal serviço na escala regional de infraestrutura (LAUTZE & MANTHRITHILAKE, 2012). Ao reconhecer a água como produto de relações hidrossociais originadas a partir de interações socioambientais, tal reflexão nos possibilita reconhecer as diversidades ambientais e sociais e como elas criam oportunidades para o desenvolvimento de soluções tecnológicas múltiplas, que inclusive produzem novas escalas geográficas. Deste modo, as ações relacionadas ao manejo da água devem ser intersetoriais e interescalares, considerar não apenas fontes de água superficiais e propor regulamentações direcionadas aos fluxos de água, mas também incluir a água subterrânea e aquela presente no solo. O reconhecimento de assimetrias e desigualdades no acesso à água se torna uma das entradas para o entendimento da produção da segurança hídrica a partir das relações hidrossociais e da construção para um caminho de equidade e justiça no acesso e uso da água.

Ao assumirmos a segurança hídrica como um processo, a valorização da escala local para a sua análise se torna chave, assim como a forma como identificamos a escala regional que se constitui a partir de estratégias de garantia do acesso e controle da água. Ao acompanhar e mapear tais relações hidrossociais, é possível reconhecer a produção de territórios que podem ir além de unidades de planejamento baseadas em recortes físicos, como as bacias hidrográficas (EMPINOTTI et al., 2021). Nas próximas duas seções deste capítulo abordaremos tais dinâmicas e seus desafios no estudo da segurança hídrica.

Apontamentos críticos às relações hidrossociais no aproveitamento hídrico da Macrometrópole Paulista e na constituição de territórios

Um entendimento instrumental da segurança hídrica se limita ao objetivo de possibilitar o acesso à H_2O, e desconsidera que as relações hidrossociais produzem a água que resulta da interação entre a sua materialidade, a tecnologia empregada para o seu controle e transformação, assim como pelas relações de poder e estruturas sociais (LINTON & BUDDS, 2014; BAKKER, 2003; JEPSON et al., 2017). O caso da gestão da crise hídrica paulista de 2013 a 2015 pode ser emblemático para a análise de como foram estabelecidas as relações hidrossociais de controle da água no território macrometropolitano (EMPINOTTI et al., 2019a). Dois aspectos são de imprescindível discussão para uma análise deste caso de relações hidrossociais. Primeiro, o poder econômico e político da Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo (SABESP), como principal operador das captações de água bruta para abastecimento de água potável na macrometrópole paulista. Segundo, é o aspecto da transformação da espacialidade provocada pelas obras de infraestrutura que revertem bacias hidrográficas e criam uma multiescalaridade para a qual instrumentos de planejamento vigentes não são capazes de responder.

A SABESP possui 80% de seus usuários na RMSP, o que corresponde a cerca de 20 milhões de pessoas, que proporcionam 67% da receita operacional bruta do total de R$ 11,7 bilhões de reais no ano 2015 (SABESP, s/d, p. F-43). Na condição de sociedade de capital misto com capital aberto em bolsas de valores, a empresa tem o dever de prestar contas ao mer-

cado de futuros sobre os riscos de suas ações – a abertura de seu capital ocorreu nas Bolsas de São Paulo (1997) e de Nova Iorque (2002) (SCHAPIRO; MARINHO, 2018). As estruturas de poder envolvidas na gestão das águas macrometropolitanas não são apenas complexas em virtude da financeirização urbana da água, mas também pela gestão compartilhada entre Estado de São Paulo, SABESP e municípios metropolitanos. De um lado, a governança corporativa da companhia está engendrada para a maximização do valor das ações no mercado nacional e internacional, a partir de políticas que aglutinam interesses de acionistas e de executivos (KLINK & SOUZA, 2017; KLINK et al, 2019). E de outro, tem-se a conflituosa governança metropolitana da água, marcada pelo abandono de trajetórias institucionais de cooperação federativa para relações pautadas na disputa concorrencial de mercado da SABESP frente aos municípios metropolitanos (AVERSA & OLIVEIRA, 2021). Tais dinâmicas extrapolam a escala da bacia hidrográfica uma vez que os atores diretamente envolvidos na distribuição e tomada de decisão respondem aos interesses dos seus acionistas do sistema financeiro global e repercutem nas práticas de negociação locais.

A multiescalaridade das estruturas de poder reflete em como se constituem a multiescalaridade provocada pelas infraestruturas de engenharia necessárias ao atendimento da demanda hídrica da RMSP e de definições dos marcos territoriais das bacias hidrográficas exportadoras e importadoras de água. Ao mesmo tempo, o planejamento macrometropolitano paulista não pode ser reduzido aos limites do estado de São Paulo, porque duas das bacias que exportam água para a RMSP são bacias hidrográficas federais[1], e a disputa por esta água é também mobilizada por polos consumidores, como metrópoles e regiões industriais localizadas em outras bacias hidrográficas, mas interligadas por canais e transposições que alavancam os investimentos em infraestrutura e direcionam os fluxos de água (FORMIGA & BRITTO, 2020).

1. A primeira, nas Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiaí, que, desde 1974, integram os estados de São Paulo e de Minas Gerais por meio do Sistema Cantareira. O PDARH-MMP, sob críticas, apontou a solução de reversão da Bacia Hidrográfica do Rio Paraíba do Sul (BHPS), o que veio a se transformar em obra de engenharia, como legados da crise hídrica paulista, consistindo na retirada entre 5,13 m3 e 8,5 m3 (ABES, 2017, p. 119). Esta obra de ampliação de acesso à água para a Região Metropolitana de São Paulo já havia sido criticada quando ainda era objeto de planejamento no PDARH-MMP (FORMIGA & BRITTO, 2020, p. 9; INEA, 2014, p.79).

Assim, observa-se que os fluxos e estruturas de poder que se articulam em relações hidrossociais assim como as características da segurança hídrica no recorte da macrometrópole paulista vão além das bacias hidrográficas que constituem o sistema de águas que abastece tal região. Esta reflexão vai ao encontro de outros estudos que apresentaram como as decisões referentes ao acesso e distribuição da água são influenciadas por atores externos às bacias hidrográficas que pertencem a redes de exploração e uso da água em múltiplos locais, além de interesses regionais, nacionais e internacionais (EMPINOTTI, et al., 2021). Ao mesmo tempo que a água e seus usos nos forçam a uma reflexão intersetorial, sua multiescalaridade também indica que as ações não devem ser construídas e concentradas apenas nas escalas locais e na bacia hidrográfica. Como alternativa a este impasse, se apresenta o conceito de territórios hidrossociais que reconhece a multiplicidade e multiescalaridade das ações em garantir e mobilizar o acesso à água e que refletem em múltiplas agendas e interesses que, quando em colisão, se constituem em conflitos impregnados pelas lutas de classe, gênero, étnicos e outras lutas por poder (SWYNGEDOUW, 2004; BOELENS et al., 2016). Assim, os territórios hidrossociais são configurações espaciais de pessoas, instituições, fluxos de água, tecnologia hidráulica e ambiente que giram em torno do controle da água (BOELENS et al., 2016).

Neste sentido, a produção da segurança hídrica a partir das relações hidrossociais articula e materializa territórios de disputa e controle que, em função da sua multiescalaridade e multiplicidade de interesses, desde domiciliares até globais, perpassa as bacias hidrográficas e constitui territórios hidrossociais. O reconhecimento dessas relações para além das bacias hidrográficas possibilita a análise de novos recortes como as hidromegalópoles (CARMO & ANAZAWA, 2017), que se consolidam a partir do fluxo de águas, desde a sua área de disponibilização até a chegada nos espaços de consumo, normalmente constituintes de áreas altamente urbanizadas. Neste sentido, uma nova escala geográfica se constitui e introduz mais uma camada de complexidade na análise e reflexão da segurança hídrica.

Os desafios de capturar as dinâmicas da segurança hídrica

Formular alternativas à segurança hídrica instrumental exige métricas capazes de identificar a (in)segurança hídrica em escalas territoriais compatíveis com as análises propostas pela teoria crítica. A revisão bibliográfica realizada por Octavianti e Staddon (2021) sobre as medições de segurança hídrica conduzidas no meio técnico e acadêmico, aponta para dois conjuntos dominantes de métricas: as baseadas em escala de experiência humana da segurança hídrica e as baseadas em recursos hídricos. Enquanto o primeiro conjunto utiliza ferramentas que medem as experiências de (in)segurança hídrica das pessoas em nível domiciliar ou comunitário, o segundo aborda ferramentas de medição com foco nos recursos hídricos em outros níveis de abrangência, como cidade, estados, bacia hidrográfica e país. Também se observa a insuficiência de estudos e métricas sobre ciclos hidrossociais locais, tais como a abordagem da segurança hídrica domiciliar se dispõe a investigar (JEPSON, 2014; TOMAZ et al., 2020; OCTAVIANTI & STADDON, 2021).

As instâncias brasileiras de gestão dos recursos hídricos utilizam métricas baseadas, principalmente, na disponibilidade hídrica (relação consumo e demanda) para subsidiar os instrumentos e planos de segurança hídrica e saneamento. São informações sobre características físicas da água (volume, vazão, bacia hidrográfica) e os sistemas de abastecimento (armazenamento, tratamento e rede de distribuição) e sobre o consumo que alimentam as bases de dados e subsidiam o planejamento hídrico. Um exemplo é o índice de segurança hídrica elaborado no Plano Nacional de Segurança Hídrica para definir o nível de segurança das bacias hidrográficas, cujos dados foram originados das bases do Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos (SNIRH). São quatro dimensões que constituem o índice: a dimensão humana composta pelo indicador de extensão da rede de abastecimento e pontos de captação de água para analisar a garantia de abastecimento de água humano. A dimensão ecossistêmica que se baseia em indicadores de quantidade e qualidade de água disponível para usos naturais e segurança de barragem. A terceira dimensão, a econômica, cujos indicadores são formulados com base na garantia da água para irrigação, pecuária e atividade industrial. E

a dimensão resiliência formulada a partir de indicadores que avaliam a capacidade de reservação natural e artificial de água, potencial de armazenamento subterrâneo e variabilidade pluviométrica (ANA, 2019). Estas métricas, incapazes de medir a segurança hídrica em nível domiciliar, não são limitadas apenas pela escala de análise inadequada, mas sobretudo pelo tipo de dado coletado localizar-se no campo conceitual da segurança hídrica instrumental e na sua incapacidade de capturar a dimensão política e diferenciações sociais para caracterizar a (in)segurança hídrica como construção social.

No mesmo sentido, os dados do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento (SNIS), são produzidos a partir de informações a respeito dos serviços de abastecimento de água em escala municipal, informações técnico-operacionais e financeiras, o que inclui dados sobre a oferta e a qualidade dos serviços oferecidos à população (SNIS, 2019). Nesta abordagem instrumental, a segurança hídrica é definida pela oferta de quantidade de água em qualidade adequada para múltiplos consumos humanos. Para isso são consideradas informações de pluviometria, disponibilidade de água superficial e subterrânea, capacidades de tratamento da água bruta, distribuição da água tratada, quantidade de ligações, perdas de água e custos/receitas operacionais (ANA, 2019; SNIS, 2019). Esses dados, geralmente, retratam apenas a realidade das áreas urbanizadas, não contendo informações sobre comunidades não atendidas e ignorando as soluções de abastecimento locais, tanto em zonas rurais como urbanas.

A Tabela 1 elenca importantes fontes de dados secundários, próprias à oferta de informações para estudo segurança hídrica no Brasil, com abrangência em todo país, destacando as limitações à aplicação da Segurança Hídrica Crítica.

Em relação à unidade de análise, as ferramentas métricas se dividem em três escalas: administrativa (município a país), hidrológica (bacia hidrográfica) e relações sociais (comunidade, domicílio). Assim, exprime-se o primeiro desafio: os dados secundários disponíveis são produzidos em unidades de análises incompatíveis com a leitura da segurança hídrica crítica, porém compatíveis com métodos de planejamento instrumental de recursos hídricos.

Tabela 1 Fontes de dados disponíveis e os desafios para a segurança hídrica crítica.

Fonte de dados secundários	Instituição Responsável	Unidade de análise	Frequência da coleta dos dados	Limitações dos dados à análise de Segurança Hídrica Crítica
Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento	Ministério do Desenvolvimento Regional	Município	Anual	Unidade de análise pouco detalhada
Censo Demográfico	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	Setor censitário	Decanal	Frequência temporal e dados não adequados
Pesquisa Nacional de Amostra de Domicílios Contínua	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística	Estados e municípios da capital e outras menos detalhadas	Trimestral, anual e variável**	Unidade de análise pouco detalhada
Sistema Nacional de Informações sobre Recursos Hídricos/PNSH	Agência Nacional de Águas	Ottobacias e UTAs*	Fontes de 2010 e 2017	Indicadores e dados construídos com base na oferta e demanda de água para escalas territoriais de ottobacias

*UTAs: Unidades Territoriais de Análise é composto pelo agrupamento de ottobacias em situação crítica de segurança hídrica.** Os dados do PNAD apresentam variação de acordo com o tipo de dados. Mais informações consultar https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/trabalho/9171-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios-continua-mensal.html?=&t=o-que-e.

A principal preocupação é que a produção de dados restrita à abordagem instrumental impossibilite, de forma prematura, alternativas e novas interpretações, práticas e políticas sobre (in)segurança hídrica crítica, bem como outras compreensões das dinâmicas territoriais (JEPSON et al., 2017; ZEITOUN et al., 2016).

Além dos dados e escalas contemplados na abordagem instrumental, para a leitura crítica da segurança hídrica é fundamental considerar: o acesso à água (JEPSON, 2014; SUBBARAMAN et al., 2015); custos da renda familiar com a água (SUBBARAMAN et al., 2015); quantidade e qualidade de água para as atividades domésticas (JEPSON, 2014). Indica-

dores de raça, renda e gênero, intermitência no abastecimento e acesso à rede de abastecimento também devem ser considerados. Ao incluir essas dimensões, necessariamente, ampliamos o espaço analítico de modo a avaliar a segurança hídrica como um processo relacional e dinâmico vinculado à experiência vivida, e não apenas como condições parametrizadas em relação ao acesso, qualidade ou disponibilidade de água (JEPSON et al., 2017a). Diante da ausência de informações secundárias para subsidiar análises sobre segurança hídrica domiciliar, pesquisadores têm optado por coletar dados primários em campo por meio de questionários e entrevistas semi-estruturadas (TOMAZ et. al, 2020; CORTEZ, 2019; JEPSON et al., 2017b; YOUNG et al., 2019). Neste sentido, o desafio se constitui em identificar amostragens representativas para que tais estudos possam ser generalizados e refletidos na escala no município e regiões, mas agora com especificidade e componentes qualitativos que a análise na escala do domicílio proporciona.

Pontos de partida para se pensar a Segurança Hídrica na Macrometrópole a partir da perspectiva crítica

Ao pensarmos a segurança hídrica a partir do entendimento da água como resultado de relações hidrossociais que se constituem em fluxos materiais e de poder, abrem-se oportunidades para analisar os processos que produzem a segurança hídrica, assim como os desafios que se constituem. Nos últimos anos, conforme tratado neste capítulo, pesquisadores têm revisado criticamente o conceito instrumental de segurança hídrica, de forma a fortalecer o combate às desigualdades nos sistemas de distribuição da água.

Ao reconhecermos que a segurança hídrica é produzida por meio de relações hidrossociais, se observa uma mudança quanto às escalas ativadas e construídas neste processo, assim como a multiplicidade de atores envolvidos e a importância das especificidades contextuais de cada local. Neste sentido, a produção da segurança hídrica e de insegurança hídrica perpassa os limites de bacias hidrográficas e constitui territórios hidrossociais a partir da distribuição de fluxos de água, de poder e de suas infraestruturas.

Se por um lado, tal espacialização se constitui em uma nova escala geográfica, o local também ganha importância como no caso da escala domiciliar e individual pois é ali que se materializa a (in)segurança hídrica. Ao analisarmos as múltiplas dimensões em que a falta de acesso à água impacta as práticas do dia a dia na escala do domicílio, é possível avaliar se a segurança hídrica existe. As especificidades do contexto local em termos de disponibilidade hídrica, juntamente com a estruturas de poder presentes, levam a reflexão para a importância de considerar soluções de controle local a partir da co-produção de soluções e a criação de um sistema híbrido de distribuição e abastecimento de água que não dependa unicamente de uma empresa e sistema de abastecimento.

Tais oportunidades e novas maneiras de se pensar e planejar territórios como a macrometrópole paulista, a partir do conceito da segurança hídrica crítica também nos leva a desafios como o tipo de dados necessários para capturar tais processos e o formato dos dados que estão disponíveis. A combinação de indicadores locais, junto ao conhecimento das realidades específicas, precisa ser assimilada na fundamentação do planejamento e gestão hídricos, trazendo maior atenção à escala domiciliar. É necessário repensar os tipos de dados e a unidade de análise utilizada na sua coleta e assim aumentar o leque de informações disponibilizadas que possibilitem a discussão da segurança hídrica além da perspectiva instrumental.

Por fim, as estruturas e os mecanismos institucionais de governança ambiental existentes no contexto da macrometrópole paulista são fragmentados, setorializados e utilizam o recorte das unidades de gerenciamento hídrico e as bacias hidrográficas como norteadoras dos espaços de tomada de decisão (TRAVASSOS et al., 2019; TORRES et al., 2019). Neste sentido, é importante pensarmos e construirmos novas hierarquias ou estruturas de tomada de decisão que reconheçam as limitações atuais e necessidade de integração. Além disso, a participação deve se constituir não só na tomada de decisão, mas também na definição e implementação de soluções, que crie novas práticas de co-produção com o protagonismo do cidadão e onde o Estado poderia assumir diferentes funções, desde mediador, financiador e gestor das ações e processos que produzirão a segurança hídrica. Portanto, a pergunta que devemos fazer é como podemos produzir uma segurança hídrica baseada no princípio

do direito à água, que responda às necessidades dos múltiplos atores envolvidos, humanos e não humanos, tendo como ponto de partida o indivíduo e o domicílio e que se desdobre nos territórios hidrossociais que se constituem a partir de tais dinâmicas.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9.

Referências

ABES – ASSOCIAÇÃO BRASILEIRA DE ENGENHARIA SANITÁRIA. **SABESP – Legados da crise hídrica.** Enfrentando crises, deixando legados e conquistas! São Paulo: ABES e BB Editora, 2017.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL). **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019.

AVERSA, M; OLIVEIRA, V. E. Governança Metropolitana e Política de Saneamento: trajetórias dependentes na Grande São Paulo. **Cadernos Metrópole**, v.23, n. 52, p. 1085 - 1108, 2021.

BAKKER, K. **An Uncooperative Commodity**: Privatizing Water in England and Wales. Oxford: Oxford University Press, 2003.

BAKKER, K. Water security: research challenges and opportunities. **Science**, v. 337, 2012. DOI: 10.1126/science.1226337

BOELENS, R. et al. Hydrosocial territories: a political ecology perspective. **Water International**, v. 41, n. 1, p. 1–14, 2016.

BRASIL. **Lei nº 12.187**, de 29 de dezembro de 2009, que institui a Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC e dá outras providências. Brasília: Casa Civil, 2009.

BRASIL **Lei nº 12.608, de 10 de abril de 2012, que institui a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC**; dispõe sobre o Sistema Nacional de Proteção e Defesa Civil - SINPDEC e o Conselho Nacional de Proteção e Defesa Civil - CONPDEC. Brasília: Casa Civil, 2012.

BRASIL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento**. Diagnóstico dos serviços de Água e Esgoto - 2019 Brasília: SNIS, 2019.

BROWN, C. et al. Is water security necessary? An empirical analysis of the effects of climate hazards on national-level economic growth. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 371, 2013.

CARMO, R. L. do; ANAZAWA, T. M. Hidromegalópole São Paulo-Rio de Janeiro: Escassez hídrica, sobreposição de espacialidades e conflitos. **Boletim Regional, Urbano e Ambiental**, Brasília, n. 17, p. 61-68, 2017.

CORTEZ, R. S. Água no centro: segurança hídrica em uma ocupação popular por moradia na área central de São Paulo. 2019. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão do Território) - Universidade Federal do ABC, São Bernardo do Campo, 2019.

COOK, C.; BAKKER, K. Water security: debating an emerging paradigm. **Global Environ. Change.** v. 22, n. 1, p. 94–102, 2012.

DAEE – DEPARTAMENTO DE ÁGUAS E ENERGIA ELÉTRICA DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista**. Relatório Final, v. 1, 2 e 3. São Paulo: DAEE, 2013.

EMPINOTTI, V. L. et al. Governance and water security: The role of the water institutional framework in the 2013–15 water crisis in São Paulo, Brazil. **Geoforum**, v. 98, p. 46-54, 2019a.

EMPINOTTI, V.; GIATTI, L.; SINISGALLI, P.; BERMANN, C. O. **Nexo Água - Energia - Alimento e os desafios da governança ambiental da macrometrópole paulista**. In: Governança e Planejamento Ambiental: adaptação e políticas públicas na Macrometrópole Paulista. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2019b. p. 171–177.

EMPINOTTI, V. L. et al. Desafios da governança da água: a contribuição do conceito de territórios hidrossociais para novos arranjos institucionais. **Estudos Avançados**, no prelo, 2021.

FORMIGA-JOHNSSON, R. M., BRITTO, A. L. Segurança hídrica, abastecimento metropolitano e mudanças climáticas: considerações sobre o caso do Rio de Janeiro. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, p. 1-21, 2020.

GERLAK, A. K. et al. Water security: A review of place-based research. **Environmental Science & Policy**, v. 82, p. 79–89, 2018. doi:10.1016/j.envsci.2018.01.009

GREY, D. et al. Water security in one blue planet: twenty-first century policy challenges for science. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v. 371, p. 1-10, 2013.

HOFF, H. Understanding the Nexus. In: Background Paper for the Bonn2011 Conference: The Water, Energy and Food Security Nexus; 16-18 novembro 2011. Stockholm Environment Institute, Stockholm, 2011.

INEA – INSTITUTO ESTADUAL DO MEIO AMBIENTE DO RIO DE JANEIRO. Nota Técnica DIGAT/INEA n° 01-A, de 26 de março de 2014, relativa à Proposta paulista de transposição de águas da Bacia do rio Paraíba do Sul & Segurança hídrica do Estado do Rio de Janeiro. In: **Revista Ineana** (Revista técnica do Instituto Estadual do Ambiente, RJ). Rio de Janeiro: v. 3, n. 1, p. 72–84. , jul./dez, 2014,

JEPSON, W. et al. Advancing human capabilities for water security: A relational approach. **Water Security**, v. 1, p. 46-52, 2017a.

JEPSON, W. et al. Progress in household water insecurity metrics: a cross-disciplinary approach. **WIREs Water**, v.4, n. 1214, p. 1 -21, 2017b.

JEPSON, W. Measuring 'no-win' waterscapes: Experience-based scales and classification approaches to assess household water security in colonias on the US– Mexico border. **Geoforum**, v. 51, p. 107–120, 2014.

KLINK, J.; SOUZA, M. B. Financeirização: conceitos, experiências e a relevância para o campo do planejamento urbano brasileiro. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 19, n. 39, p. 379-406, 2017.

KLINK, J. J.; RMPINOTTI, V. L.; AVERSA, M. On contested water governance and the making of urban financialisation: exploring the case of metropolitan São Paulo, Brazil. **Urban Studies**, p. 1-20, 2019. DOI: 10.1177/0042098019844390.

LAUTZE, J.; MANTHRITHILAKE, H. Water security: old concepts, new package, what value? **Natural Resource Forum**, v. 36, p. 76-87, 2012.

LINTON, J. Is the hydrologic cycle sustainable? A historical–geographical critique of a modern concept. **Annals of the Association of American Geographers**. v. 98, n. 3, p. 630–649, 2008.

LINTON, J. **What is Water? The History of a Modern Abstraction**. Vancouver: UBC Press, 2010.

LINTON, J.; BUDDS, J. The hydrosocial cycle: Defining and mobilizing a relational dialectical approach to water. **Geoforum**, v. 57, p. 170-180, 2014.

LOFTUS, A. Water (in) security: securing the right to water. **The Geographical Journal**. v. 181, n. 4, p. 350–356, 2015.

MOLLE, F. Nirvana concepts, narratives and policy models: Insight from the water sector. **Water Alternatives**, v. 1, n. 1, p. 131 – 156, 2008.

OCTAVIANTI, T.; STADDON, C. A review of 80 assessment tools measuring water security. **Wires Water**, v. 8, n. 3, p. 1-24, 2021. http://dx.doi.org/10.1002/wat2.1516.

SABESP – COMPANHIA DE SANEAMENTO BÁSICO DO ESTADO DE SÃO PAULO. **Relatório da Administração de 2015**. São Paulo: s/d. Disponível em < https://bit.ly/3a2mn2F>. Acesso em 10 abr 21.

SCHAPIRO, M. G.; MARINHO, S. M. M. Conflito de Interesses nas Empresas Estatais: Uma análise dos casos Eletrobrás e Sabesp. **Revista Direito Práxis**. Rio de Janeiro, v. 9, n. 3, p. 1424-1461, 2018.

SUBBARAMAN, R. et al. Multidimensional Measurement of Household Water Poverty in a Mumbai Slum: looking beyond water quality. **Plos One**, v. 10, n. 7, p. 1-19, 2015.

SWYNGEDOUW, E. **Social power and the urbanization of water: Flows of power**. Oxford, UK: Oxford University, 2004.

SWYNGEDOUW, E.; BOELENS, R. **"...And not a single injustice remains"**: Hydro-Territorial Colonization and Techno-Political Transformation in Spain. In: BOELENS, R.; PERREAULT, T.; VOS, J. Water Justice. Cambridge: Cambridge University Press, 2018, p. 115 - 133.

TSUTSUI, H. K.; EMPINOTTI, V. L. **O papel da água nas dinâmicas territoriais**: aplicação do sistema de análise do ciclo hidrossocial na tríplice fronteira (Mato Grosso do Sul - Paraná - São Paulo). In: Congresso Luso-Brasileiro para o planejamento urbano, regional, integrado e sustentável (PLURIS 2021 Digital), 9., 2021, Virtual: UNESP, 2021.

TOMAZ, P. et al. Urban Household Water Insecurity from the Margins: perspectives from northeast brazil. **The Professional Geographer**, v. 72, n. 4, p. 481-498, 2020. http://dx.doi.org/10.1080/00330124.2020.1750439.

TORRES, P. H. C.; RAMOS, R. F.; GONÇALVES, L. R. Environmental Conflicts at São Paulo Macrometropolis: Paranapiacaba and São Sebastião. **Ambiente & Sociedade**, [S. l.], v. 22, 2019. DOI: 10.1590/1809- 4422asoc20190101vu2019l2ao.

TRAVASSOS, L.; MOMM, S.; TORRES, P. **Apontamentos sobre urbanização, adaptação e vulnerabilidades na MMP**. In: TORRES, P. H.; JACOBI, P. R.; BARBI, F.; GONÇALVES, L. R. (org.). Governança e Planejamento Ambiental: adaptação e políticas públicas na Macrometrópole Paulista. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2019. p. 120–126.

UN INWEH – United Nations University – Institute for Water, Environment and Health. Water Security and the Global Water Agenda. Ontario: United Nations University, p. 37; 2013.

UNESCO; UNESCO I-WSSM. **Water Security and the Sustainable Development Goals** (Series I). Global Water Security Issues (GWSI) Series. Paris: UNESCO Publishing, 2019.

YOUNG, S. et al., The Household Water InSecurity Experiences (HWISE) Scale: development and validation of an household water insecurity measure for low-income and middle-income countries. **BMJ Global Health**, v.4:e001750.2019.

ZEITOUN, M. et al. Reductionist and integrative research approaches to complex water security policy challenges. **Global Environmental Change**, v. 39, p.143-154, 2016. http://dx.doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2016.04.010.

Capítulo 4

Indicadores e os desafios para a análise da MMP

Kauê Lopes dos Santos, Gina Rizpah Besen,
Klaus Frey, Leandro Luiz Giatti,
Vanessa Empinotti e Humberto Alves

A macrometrópole, os indicadores e os desafios das múltiplas escalas geográficas

Complexa e multifacetada, a Macrometrópole Paulista (MMP) é uma construção espacial que resulta dos rumos traçados pela economia política brasileira ao longo do século XX e início do século XXI. Ainda que o surgimento de "cidades-regiões globais" (SCOTT & AGNEW; SOJA & STORPER, 2001; FREY, 2019) e de "megacidades-regiões policêntricas" (HALL & PAIN, 2009) tenham sido apontados nas últimas décadas como fenômenos dotados de certa universalidade na "era urbana" (BRENNER, 2013), elas encerram, em sua extensão territorial, numerosas particularidades políticas, econômicas e sociais que dizem respeito ao país no qual estão inseridas.

Por um lado, assim como outras "megacidades-regiões policêntricas" do mundo, a MMP pode ser entendida como um espaço de significativa articulação funcional, visto sua densidade de infraestruturas – de transporte, telecomunicações e energia –, que permitem a fluidez não apenas de pessoas, informação e capitais, mas também de mercadorias (produzidas por modernos setores agrícolas, pecuários e industriais). O peso econômico desse espaço no território nacional já foi apresentado em capítulos anteriores, deixando claro o protagonismo dessa amálgama de municípios – em especial a metrópole de São Paulo – na hierarquia urbana nacional e internacional.

Por outro lado, nesse espaço manifestam-se desigualdades socioeconômicas, típicas da matriz do desenvolvimento nacional, historicamente concentrador de renda como já revelaram diversos autores (FURTADO,

1974; FIORI, 1993; TAVARES, 1993; SAMPAIO Jr, 1999; OLIVEIRA, 2006). Essas desigualdades podem ser evidenciadas em múltiplas escalas: comunitária ou de vizinhança (como no caso de proximidade de favelas e condomínios de alto padrão; exemplo Paraisópolis-Morumbi), urbana (como na relação centro-periferia dentro de um mesmo município), metropolitana (na relação entre metrópole e seus municípios conurbados) e também, como poder-se-ia esperar, na escala das macrometrópoles, especialmente no que diz respeito às metrópoles e aos municípios que, embora não conurbados, estão funcionalmente integrados aos fluxos metropolitanos. Vejamos, por exemplo, os dados referentes à renda para ilustrar as variações socioeconômicas em múltiplas escalas dentro da MMP. Enquanto a renda *per capita* mensal no bairro de Alto de Pinheiros (Zona Oeste da cidade de São Paulo) foi de R$ 9.591 em 2019, esse valor cai para R$ 2.628 no bairro de Lajeado (na Zona Leste da cidade) (REDE NOSSA SÃO PAULO, 2020). Ao se comparar as variações do PIB *per capita* anual nas escalas metropolitana e macrometropolitana, pode-se observar, por exemplo, que ele foi de R$ 58.690 no município de São Paulo em 2018, de R$ 21.070 em Itapecerica da Serra (na Região Metropolitana de São Paulo) e de R$ 10.844 em Natividade da Serra (na MMP) (IBGE, 2021).

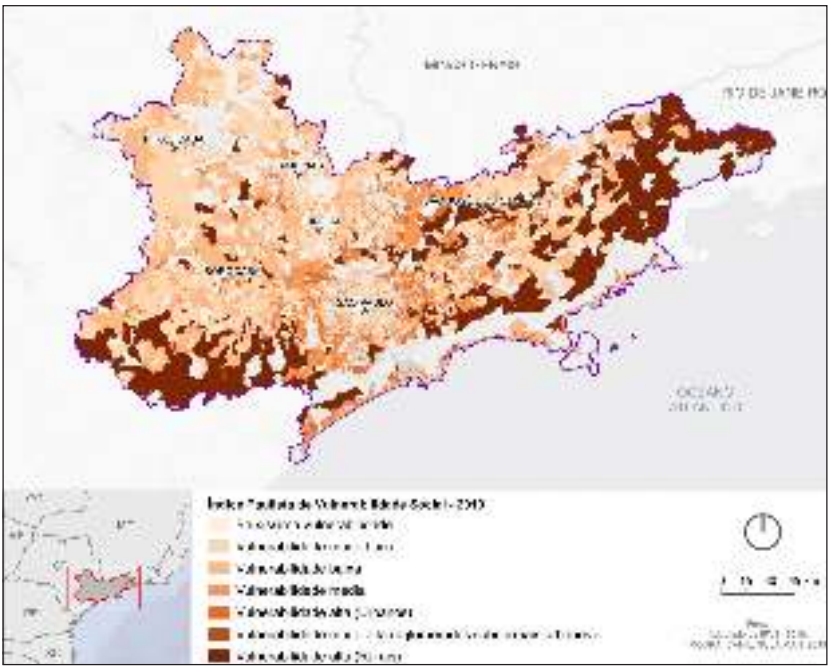
As desigualdades socioeconômicas e ambientais, somadas à extensão espacial (53,4 km^2), ao número de municípios (174) e ao número de regiões metropolitanas (5) (EMPLASA, 2020), são fatores que dificultam a organização de indicadores na escala da macrometrópole. Para além disso, diferentes dados estatísticos relevantes já produzidos para uma análise macrometropolitana consistente são apresentados por institutos de pesquisa que fazem levantamentos em diferentes escalas, como setores censitários, distritos, subprefeituras, municípios e regiões metropolitanas.

Interessa, neste texto, apresentar os desafios existentes na identificação, seleção, elaboração e utilização dos indicadores de saneamento ambiental existentes relativos à vulnerabilidade socioambiental, ao nexo água, energia, alimento e resíduos sólidos, à segurança hídrica e à governança na MMP. Na medida em que esses desafios sejam debatidos, os indicadores ganham significativo vigor para auxiliar na transformação de uma realidade tão desigual.

Vulnerabilidades sociais, socioambientais e os indicadores

A urbanização brasileira consolidou-se, ao longo do século XX e XXI, como um processo de construção de vulnerabilidades sociais e socioambientais diversas. A atuação conjunta entre o Estado e as empresas do mercado imobiliário foram responsáveis por uma valorização diferencial do preço do solo urbano em função de seus interesses, de modo que investimentos públicos e privados em infraestruturas e serviços se adensaram nos bairros centrais. Enquanto isso, os bairros periféricos se constituíram como os solos mais baratos, os quais, justamente por isso, passaram a ser ocupados pelas populações de baixa renda (MARICATO, 1996; ROLNIK, 1998; FERREIRA, 2007). Predominam nesses bairros a autoconstrução da moradia (dentro das condições técnico-materiais possíveis), a precariedade na oferta de infraestruturas e serviços (saneamento básico, energia, pavimentação, transporte, educação, saúde e lazer) e a posse informal da terra (mas garantidos por contratos de compra-e-venda feitos de boa fé). Deve-se mencionar que, frequentemente, o desinteresse do mercado imobiliário por determinadas áreas periféricas se dá em função de suas condições físico-naturais, especialmente quando essas estão em áreas de elevada declividade (com potencial para deslizamento de terras) ou em áreas planas próximas a rios e mananciais (com potencial para alagamentos e geralmente protegidas por legislações ambientais).

A MMP chega ao século XXI com 2,68 milhões de habitantes vivendo em assentamentos subnormais, com limitado acesso às infraestruturas e serviços urbanos e baixos rendimentos mensais *per capita*. O Mapa 1 revela a distribuição do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) na MMP. Desenvolvido pela Fundação Seade a partir dos dados do Censo 2010 do IBGE, esse índice considera fatores relativos à educação (alfabetização), renda, idade (dos chefes de família), tendo sido cruzado com dados relativos à situação do aglomerado, de modo que aqueles classificados como "subnormal" (favela), ampliam a vulnerabilidade social.



Mapa 1 Vulnerabilidade Social na MMP. *Fonte:* Adaptado de IPVS, 2010. (MOURA; CANIL; SULAIMAN, 2019).

O mapa revela contrastes significativos de situações de vulnerabilidade na MMP, sendo que, nas cidades, os setores censitários mais vulneráveis ocupam as áreas periféricas dos limites municipais. A distribuição dessas áreas de maior vulnerabilidade atestam justamente onde o poder público necessita agir de forma a combater as desigualdades socioeconômicas. Deve-se observar, contudo, que esse índice não contempla aspectos relativos à exposição da população e suas moradias aos riscos de ordem socioambiental.

Dado o contexto de variabilidade climática, as transformações nos regimes pluviométricos e hídricos na MMP têm intensificado a ocorrência de eventos extremos, como de inundações e deslizamentos de terras (CANIL et. al., 2020; TRAVASSOS et. al., 2020; TORRES et. al., 2021). Surge então a necessidade de inserir os efeitos desses eventos — ainda que eles ocorram de maneira irregular — na composição da noção de vulnerabilidade.

Os debates em torno do entendimento de uma vulnerabilidade socioambiental na MMP tem se consolidado a partir de sobreposições

entre áreas de alta vulnerabilidade social com áreas de maior suscetibilidade às inundações (especialmente planícies fluviais) ou aos movimentos de massa (especialmente em áreas de planaltos). Nesse sentido, Alves (2021) realiza a proposição de um índice híbrido, conjugando indicadores de vulnerabilidade construídos no campo sociodemográfico (por meio de dados censitários) com dados cartográficos de áreas de suscetibilidade a inundações e deslizamentos construídos no campo físico ambiental. O denominado Índice de Vulnerabilidade Socioambiental (IVSA) foi aplicado a 62 municípios da Macrometrópole Paulista (regiões metropolitanas de São Paulo, Baixada Santista e Campinas), e identificou 1,8 milhões de habitantes vivendo em áreas de alta vulnerabilidade. Por meio deste índice, desenvolveu-se:

> (...) uma análise em escala espacial intraurbana (setores censitários) e ao mesmo tempo com um recorte espacial macrometropolitano, abrangendo 62 municípios de três regiões metropolitanas, a partir de uma base de dados composta de um conjunto de indicadores sociais e ambientais de diferentes fontes (Censo 2010, IPVS, Serviço Geológico), para mais de 37 mil setores censitários. Destaca-se ainda o esforço analítico e metodológico para integrar dois conceitos (ou definições) de vulnerabilidade – um social e outro físico-ambiental – com tradições teóricas e epistemológicas distintas, por meio da integração de indicadores sociais e ambientais (ALVES, 2021, p.10).

Além dos avanços trazidos por Alves, entendemos também que a escassez hídrica – na condição de revés associado à variabilidade climática – se coloca como mais um elemento relevante e objeto de estudo imprescindível quanto à compreensão da vulnerabilidade socioambiental na Macrometrópole Paulista, além das inundações e dos deslizamentos. Nessa perspectiva, Giatti et al. (2016) analisam indicadores multissetoriais na busca de compreensões sobre o fundamental fator condicionante da escassez hídrica neste amplo sistema urbano, tendo o recurso enquanto um elemento central na perspectiva de escassez fortemente interdependente entre cadeias de produção e provisão de alimentos e energia – o chamado nexo água-energia-alimentos (HOFF, 2011). Neste estudo

sobre o território macrometropolitano, os autores identificam elementos transescalares das relações de interdependência, atributos necessários à governança do nexo, e fatores da condução histórica da gestão dos recursos. Também demonstram uma associação linear entre a elevação do Índice de Desenvolvimento Humano (IDH) e o crescimento da demanda hídrica per capita nos municípios componentes, alertando para um preocupante antagonismo entre o necessário processo de inclusão social e a disponibilidade limitada de recursos ambientais, especialmente da água.

Os itens a seguir se dedicam a apresentar, em linhas gerais, alguns dos desafios e descobertas relativos ao desenvolvimento ou ao uso de indicadores de escassez hídrica, do nexo água-energia-alimento e de governança que são de suma relevância para o diagnóstico e para a transformação do quadro de vulnerabilidade social e socioambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática.

Os indicadores e a segurança hídrica

O desafio de desenvolver indicadores para compreender as condições de segurança hídrica de um determinado território envolve não apenas a definição deste conceito, como também as escalas e métricas necessárias para compreender as dinâmicas que a compõem. Nesse sentido, tem-se dois tipos predominantes de indicadores: um baseado na experiência humana, ou seja, na escala do domicílio, e; outro baseado nas características e escalas dos recursos hídricos em cidades, bacias hidrográficas ou países (OCTAVIANTI & STADDON, 2021).

Quando a segurança hídrica é entendida como um objetivo a ser alcançado, ou seja, como a garantia de acesso à água em qualidade e quantidade que responda às demandas dos seres humanos, das atividades econômicas e dos ecossistemas em um contexto de mudanças climáticas (GREY et al, 2013; UNESCO, 2019), os indicadores de segurança hídrica capturam a disponibilidade hídrica, os sistemas de abastecimento, as atividades consumidoras e as suas demandas como, por exemplo, o Indicador de Segurança Hídrica (ISH) desenvolvido pela Agência Nacional de Água (ANA, 2019). Outros indicadores também incluem variáveis de renda e presença de infraestrutura e respondem à escala municipal, estadual ou da bacia hidrográfica, sendo alimentados por dados secundários disponíveis nas bases do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

(IBGE) e do Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento (SNIS) (JESUS & TOMASELLA, 2019). O objetivo destes indicadores é contribuir para garantir a disponibilidade hídrica, especialmente por meio de investimentos em infraestrutura de armazenamento e distribuição, que configuram como a principal estratégia para atingir a segurança hídrica em escala municipal, regional e nacional.

Entretanto, ao tratarmos a segurança hídrica como um processo constituído a partir das relações entre indivíduos, domicílios e comunidades, atentamos às complexas relações hidrossociais, aquelas que dizem respeito às formas de acessar a água, de forma a manter o desenvolvimento das suas capacidades humanas e seu bem estar (JEPSON et al., 2017). Nesse caso, a escala de análise muda para o indivíduo e para o domicílio, de modo que reconhece-se que a segurança hídrica se constitui nas múltiplas dimensões presentes nas práticas cotidianas (TOMAZ et al, 2020; YOUNG et al., 2019).

Pode-se entender que a (in)segurança hídrica se constitui para além da presença (ou não) de torneiras e tubulações responsáveis pelo abastecimento de água. Ela atenta, a bem da verdade, na qualidade e quantidade desta água, na regularidade do seu abastecimento, no tipo de infraestrutura presente no domicílio, na capacidade de aquisição do serviço por parte dos cidadãos e no seu impacto na qualidade de vida diária das pessoas.

Os dados em escala regional e municipal, com foco na presença ou não de infraestrutura e de disponibilidade hídrica não são capazes de expressar a ocorrência e os diferentes níveis de (in)segurança hídrica existentes. Isso pois os indicadores de segurança hídrica são elaborados a partir de dados coletados na escala do domicílio, dados esses que por si mesmo, já são capazes de capturar as suas múltiplas dimensões. Os indicadores desenvolvidos a partir desta perspectiva identificam como a (in)segurança hídrica se constitui nas práticas cotidianas das pessoas, e não apenas no objetivo de garantir a disponibilidade hídrica de determinada região e/ou município.

Desse modo, os dados primários são fundamentais, uma vez que os dados secundários disponíveis no Brasil não capturam as múltiplas dimensões que compõem a (in)segurança hídrica. A perspectiva em questão concentra a sua análise a partir da identificação de comunidades e popu-

lações que vivem em condições de insegurança hídrica e que, assim, avaliam a performance das intervenções hídricas (OCTAVIANTI & STADDON, 2021). Ou seja, o reconhecimento da existência de desigualdades e vulnerabilidades e como tais dinâmicas influenciam a segurança hídrica dos indivíduos e comunidades é o ponto de partida de tais indicadores.

O desafio de desenvolver um indicador de segurança hídrica para a MMP reflete o tipo de dados secundários disponíveis, que em geral são voltados para uma análise dos recursos hídricos, da disponibilidade hídrica e da infraestrutura presente em agregados considerados em escalas regionais e municipais, incapazes de capturar as dinâmicas de uso cotidiano do recurso em diferentes unidades de análise. Por outro lado, para propor o desenvolvimento de um indicador a partir da coleta de dados primários depara-se com o elevado volume de dados a serem coletados para uma área nas dimensões e complexidade da Macrometrópole Paulista (TORRES, 2021).

Dessa forma, estratégias de coleta de forma virtual e o desenvolvimento de aplicativos que incentivam as pessoas a responderem a questionários e *surveys* tornam-se chave, assim como a realização de tais estudos nas áreas caracterizadas por insegurança hídrica. Entretanto, outros desafios devem ser considerados como, por exemplo, o grau de escolaridade, o acesso à internet e aparelhos eletrônicos, que adicionam mais uma camada de exclusão no acesso de tais informações. Por fim, a análise de indicadores de segurança hídrica poderia ser aprofundada ao combinarmos análises de insegurança hídrica em áreas de maior vulnerabilidade presentes em sub-regiões e municípios da MMP. Construir caminhos que possibilitem o diálogo e a combinação de diferentes indicadores poderão contribuir na identificação das desigualdades e na sua transformação.

Os indicadores e o nexo

O nexo água-energia-alimentos coloca-se como uma crescente motivação para produção acadêmica e possibilidade de gestão integrada com foco na redução de compensações (*trade-offs*) e otimização de recursos com características de marcantes interdependências entre suas cadeias de produção e provisão. Por meio da inserção em demandas globais por insumos, energia e materiais e pela centralidade econômica,

populacional e de consumo, os sistemas urbanos colocam-se intrinsecamente às perspectivas de aplicação da racionalidade do nexo e respectivas ações (ARTIOLI & ACUTO; MCARTHUR, 2017; ZHANG et al., 2019).

Mas o nexo, que não deve se resumir puramente a questões técnicas e de eficiência transetorial (DALLA FONTANA et al., 2020), também requer dedicação de análises interdisciplinares e reconhecimentos de suas dimensões sócio políticas (CAIRNS & KRZYWOSZYNSKA, 2016). Por exemplo, se empreendemos esta lógica de escassez e interdependências à Macrometrópole Paulista, imediatamente temos que reconhecer que os fluxos de água, energia e alimentos consumidos nesse grande sistema urbano se expandem para muito além de seus limites territoriais. De fato, muitos fluxos de cadeias produtivas se encontram, inclusive, associados a dinâmicas globais. Além desta complexidade, também é importante reconhecer que os setores componentes do nexo já se constituem de estruturas de governança previamente estabelecidas (BENSON & GAIN; ROUILLARD, 2015). Assim, têm-se que o nexo extrapola limites como o território macrometropolitano. Mesmo tendo a água como elemento central de escassez condicionante das atividades, o nexo também não pode ser simplesmente gerido a partir de limites de bacias hidrográficas (GIATTI et al., 2016).

Diante destas relações que extrapolam limites territoriais e transversalizam setores distintos, a concepção de indicadores do nexo para um sistema metropolitano requer o reconhecimento da impossibilidade da gestão integrada da escassez de água, energia e alimentos em um recorte territorial restrito. Nesta perspectiva, Arthur et al. (2019) recomendam que o nexo água-energia-alimentos possa ser analisado e gerido a partir de indicadores de fluxo, de aspectos de eficiência e de quantificação de impactos ambientais. Indicadores de fluxo são aqueles que quantificam ou analisam o movimento entre recursos em um dado sistema, podendo ser representados, por exemplo, pelo gasto de energia necessário para distribuir água tratada, ou a quantidade de água utilizada para irrigação na produção de alimentos. Os indicadores voltados aos aspectos de eficiência direcionam-se à performance das interações entre setores e interdependências no sistema, avaliando e comparando o provimento de recursos, por exemplo alimentos, em relação ao total de água e energia demandada. Por último, os indicadores de impactos ambientais servem

para quantificar externalidades da produção de um dado sistema, assim investigam as consequências das atividades produtivas no ambiente e na saúde humana.

A racionalidade do nexo busca sinergias nas cadeias produtivas por meio da atenuação das compensações entre os setores de água, energia e alimentos. Mas esse desafio deve se orientar para a redução de iniquidades e de vulnerabilidades. Assim, promover o desenvolvimento social requer o reconhecimento de aumento de oferta dos recursos do nexo, porém, com o desafio constante de se analisar e mitigar a tendência de recrudescimento de compensações no fluxo entre os recursos (busca de aumento de eficiência) e redução de impactos ambientais. Na Macrometrópole Paulista, o estudo de Amaral et al. (2021) partiu da identificação de municípios fornecedores de amplos serviços ecossistêmicos ao território urbanizado, que por sua vez apresentam piores indicadores de desenvolvimento humano. Assim, diversos indicadores foram utilizados como de desenvolvimento humano, infraestrutura verde, demanda de água por habitante e, na perspectiva de fluxo entre setores indicadores de água utilizada para irrigação de culturas agrícolas e água para dessedentação de animais. Nesta análise, os autores identificam aspectos de fluxo do nexo água-energia-alimentos como possibilidades de otimizar o provimento de serviços ecossistêmicos para contribuir com a mitigação de injustiças ambientais no território macrometropolitano.

Há ainda muitos desafios para escolha de bons indicadores para o nexo, isto porque prevalece de forma generalizada a produção de informações setoriais, não muito amigáveis ao necessário diálogo intersetorial. O uso de indicadores para explorar o nexo é uma prática recente, não havendo ainda metodologias específicas para isso. Uma alternativa que se sugere, pode ser na forma de explorar o nexo pelo uso de matrizes de indicadores voltados à sustentabilidade, buscando-se com isso aprofundar especificamente em aspectos de eficiência e mitigação na redução de compensações entre setores (AMARAL, 2021).

Nesse sentido é possível também explorar indicadores que estabeleçam as relações entre o nexo e as questões dos padrões de produção e consumo e de geração e gestão dos resíduos sólidos e suas interfaces. Observa-se a insustentabilidade dos fluxos de milhares de toneladas diárias e as possíveis alternativas, em atendimento aos Objetivos do Desen-

volvimento Sustentável. Santos et al., (2019) consideram que no desenvolvimento dos modelos de gestão e de governança acerca dos resíduos sólidos urbanos na MMP o maior desafio consiste em considerar as múltiplas escalas nas quais são concebidas as diferentes políticas e iniciativas, sejam elas de escala global, nacional, estadual, regional e/ou municipal. Para além disso, um elemento que aumenta a complexidade desses modelos consiste das instâncias concretas de sua implementação, aquelas que permitem seu alcance na população, de modo a viabilizar a colaboração cidadã, variável fundamental para o êxito das políticas públicas.

Indicadores de governança

Corresponde à complexidade dos indicadores socioeconômicos e socioambientais da Macrometrópole Paulista uma complexidade não menos perturbadora e pouco transparente da estrutura político-institucional, de um conjunto de agências públicas, atuando nas diversas escalas e territórios, interagindo com múltiplos atores sociais e econômicos que buscam influenciar, por meio das mais variadas maneiras, os processos de planejamento e as políticas públicas na base de seus interesses e posições ideológicas.

Esta diversidade e opacidade das estruturas e práticas do sistema político-administrativo não é uma tendência específica da MMP, mas é uma tendência da atual transformação do Estado e da administração pública e suas relações com a sociedade. Esta tendência tem contribuído para uma mudança de foco nas pesquisas das ciências políticas e administrativas, de uma ênfase geralmente dada à atuação dos governos, das autoridades estatais, para uma preocupação com a governança entendida como uma gestão compartilhada, interinstitucional e interativa. Esta abordagem reconhece e, de alguma maneira, aceita as limitações do Estado no contexto da era neoliberal buscando suporte fora do âmbito do Estado, no setor produtivo e na sociedade civil organizada, para dar conta de suas responsabilidades e competências relativas ao planejamento e às políticas públicas (FREY, 2004; STOKER, 2000).

Por outro lado, a governança "reflete uma ampla guinada institucional em que se presta mais atenção às relações entre capacidades institucionais, a coordenação e a coerência dos processos econômicos e da ação social" (BRIDGE & PERREAULT, 2009: 475). Isto significa que o desafio con-

siste então na construção de uma capacidade institucional que permite, em nosso caso, promover ou apoiar as transformações necessárias para uma MMP mais sustentável, que consiga conciliar o desenvolvimento econômico com justiça social e equilíbrio ecológico, ou traduzida em outra perspectiva, avançar na agenda 2030 dos objetivos do desenvolvimento sustentável (KOGA et al., 2020; STEINER et al. 2020; FREY et al. 2020). Mas ao mesmo tempo, isto não pode se dar às custas da democracia que consiste justamente na expectativa que instituições representativas consigam transformar os compromissos políticos e intenções em ações concretas (O'TOOLE, 2009: 1).

Indicadores de governança têm que, portanto, buscar captar tanto as contribuições dos processos e instituições de governança para a legitimidade democrática, como também a sua capacidade de transformar os compromissos políticos democraticamente estabelecidos em resultados concretos, o que remete à discussão sobre capacidades estatais. Enquanto os indicadores relativos à segurança hídrica e ao nexo água-energia-alimentos, discutidos anteriormente, podem ser considerados facetas dos indicadores de sustentabilidade, os quais além de contribuir para a conscientização ambiental, "fornecem subsídios científicos para a decisão sobre a escala aceitável de uso de um recurso natural, de modo a minimizar o risco de perdas irreversíveis" (ROMEIRO, 2004:15), os indicadores de governança buscam avaliar as capacidades estatais e, embora aconteça raramente, a sua legitimidade democrática.

Quando os indicadores de governança são tratados como parte de um conjunto de indicadores de sustentabilidade, eles tendem a ser deduzidos de um conceito frágil ou precário de governança, como na proposta dos indicadores de sustentabilidade urbana de Steiner et al. (2020), em que os autores, para aferir a forma sustentável de governança, recorrem aos indicadores 'participação em eleições', 'respostas de governos a pedidos de informação' e 'dependência do orçamento municipal' de transferências, que dificilmente conseguem captar a essência da governança democrática.

Por isso, optamos em nossa pesquisa para recorrer a conceitos mais robustos de governança (ver capítulo G1-1 deste livro) por entender que somente estes permitem nos proporcionar variáveis capazes de tirarmos lições das avaliações para futuras melhorias e aprimoramentos. Quanto à

capacidade estatal existe uma grande variedade de indicadores – capacidades coerciva, fiscal, administrativa, transformadora, relacional, legal ou política – que potencialmente podem ser considerados e que demandam variáveis adequadas para sua operacionalização (FREY et al., 2021) e eventual construção de um índice de governança. Quanto à legitimidade democrática, sugerimos, conforme apresentado em nossa proposta, as variáveis 'atores políticos', 'Processos de negociação e tomada de decisão', 'mecanismos de coordenação' e 'objetivos e efeitos referentes à resiliência', sendo suas características apreciadas à luz das concepções teóricas desenvolvidas – governança policêntrica, multinível, participativa e colaborativa. Ao optarmos por uma análise qualitativamente mais complexa das diferentes variáveis, esperamos poder chegar a indicadores com um grau de complexidade que a própria complexidade dos desafios exige, estando cientes, todavia, das limitações em relação à mensurabilidade e, portanto, à comparabilidade em escala mais ampla. No entanto, tal análise pode nos servir para entrar em diálogo mais aprofundado entre ciência e governança no sentido de um trabalho institucional efetivo (PATTERSON & BEUNEN, 2019) capaz de impulsionar a mudança institucional de uma maneira que a governança se torne mais includente e participativa, mais representativa dos interesses e valores presentes na sociedade, promovendo mais reflexividade nos processos de formação de opinião e de tomada de decisão, favorecendo assim uma resposta mais adequada às crises ambiental e climática por meio de uma governança resiliente e sustentável.

Considerações finais

O uso e/ou o desenvolvimento de indicadores de segurança hídrica, do nexo água-energia-alimento e de governança são de grande importância para uma compreensão mais apurada da dinâmica e multifacetada Macrometrópole Paulista.

Em que pese o fato de que esse espaço é marcado por numerosas desigualdades socioespaciais – que se verificam em diversas escalas geográficas –, as vulnerabilidades sociais e socioambientais da população precisam ser objeto de análise aprofundada e contínua, especialmente no contexto de variabilidade climática, variabilidade essa que gera impactos diretos nas dinâmicas físico-naturais, na vida social e econômica, mas

também na agenda política. Da mesma forma, a governança deste território em constante transformação tem que seguir princípios democráticos, visando à inclusão e participação da sociedade, inclusive a consideração dos interesses das futuras gerações, algo ainda pouco desenvolvido, sobretudo em nível regional. Assim, os indicadores servem como um importante diagnóstico e devem ser norteadores para o desenvolvimento de políticas públicas de transformação da Macrometrópole em direção a um futuro mais sustentável e resiliente, um desafio cujo enfrentamento se torna uma necessidade cada vez mais imperiosa em vista do crescente acúmulo de conhecimentos científicos sobre o avanço do aquecimento global (IPCC, 2021).

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9 e bolsa 2017/22067-0. Leandro Giatti agrade também ao CNPq (processo n. 309840/2018-0).

Referências

ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental nas três principais regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista: uma análise de indicadores socioambientais. **Ambiente & Sociedade**, v.24, 2021.

AMARAL, M. H. et al. Environmental Injustices on Green and Blue Infrastructure: Urban Nexus in a Macrometropolitan Territory. **Journal of Cleaner Production**, p. 125829, 2021.

AMARAL, M. H. O desafio de definir indicadores para explorar a sustentabilidade do nexo entre água, energia e alimentos na Macrometrópole Paulista [dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências], 2021.

ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL). **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019.

ARTHUR, M. et al. Urban food-energy-water nexus indicators: A review. **Resources, Conservation and Recycling**, v.151, p.104481, 2019.

ARTIOLI, F.; ACUTO, M.; MCARTHUR, J. The water-energy-food nexus: An integration agenda and implications for urban governance. **Political Geography**, v.61, p. 215–223, 2017.

BENSON, D.; GAIN, A. K.; ROUILLARD, J. J. Water governance in a comparative perspective: from IWRM to a 'nexus' approach? **Water Alternatives**, v.8, n.1, 2015.

BRENNER, N. Thesis on urbanization. **Public Culture**, v.25, n.1, 2013.

BRIDGE, G.; PERREAULT, T. Environmental Governance. In: CASTREE, N. et al. (Eds.) **A companion to environmental geography**. Chichester: Blackwell, p. 475-497, 2009.

CAIRNS, R.; KRZYWOSZYNSKA, A. Anatomy of a buzzword: the emergence of 'the water-energy-food nexus' in UK natural resource debates. **Environmental Science & Policy**, v.64, p.164–170, 2016.

CANIL, K. et al. Vulnerabilidade e a construção social do risco: uma contribuição para o planejamento na Macrometrópole Paulista. **Cadernos Metrópole**, v.22, p. 397-416, 2020.

DALLA FONTANA, M. et al. The water-energy-food nexus research in the Brazilian context: What are we missing? **Environmental Science & Policy**, v. 112, p. 172–180, 2020.

EMPLASA – EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO**. Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado. Região Metropolitana de São Paulo**. Caderno Final Propostas. Agosto/2018. Disponível em: https://www.pdui.sp.gov.br/rmsp/?page_id=755. Acesso em 10 de out. de 2019.

FERREIRA, J. S. W. **O mito da cidade global**: o papel da ideologia na produção do espaço urbano. Petrópolis: Vozes; São Paulo: Editora Unesp; Salvador: Anpur, 2007.

FIORI, J. L. Ajuste, transição e governabilidade: o enigma brasileiro. In: TAVARES, M. C.; FIORI, J. **(Des) Ajuste global e modernização conservadora**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993.

FREY, K. Governança interativa. uma concepção para compreender a gestão pública participativa? **Política & Sociedade**, N.5, Out., p.119-138, 2004.

FREY, K. Global City-Region. In A. M. Orum (Ed.), **The Wiley Blackwell Encyclopedia of Urban and Regional Studies**. John Wiley & Sons, 2019.

FREY, K.; KONTOPP, M.; CORREA, A. M.; OLIVEIRA, H. L. D.; BRANCO, L. G. D. A. Local environmental policy in federal Brazil – A challenge for local autonomy. Trabalho apresentado no: **26th World Congress of Political Science** (virtual), Lisboa: IPSA, 2021.

FREY, K.; TORRES, P. H. C.; JACOBI, P. R.; RAMOS, R. F. (Org.). **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável**: Desafios para o planejamento e a governança ambiental na Macrometrópole Paulista. Santo André: EdUFABC, 2020.

FURTADO, C. **O mito do desenvolvimento econômico**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1974.

GIATTI, L. L. et al. O nexo água, energia e alimentos no contexto da Metrópole Paulista. **Estudos Avançados**, v.30, n.88, p. 43–61, 2016.

GREY, D. et al. Water security in one blue planet: twenty-first century policy challenges for science. **Philosophical Transactions of the Royal Society**, v.371, p.1-10, 2013.

HALL, P. G.; PAIN, K. **The policentric metropolis: Learning from mega-city regions in Europe**. London: Earthscan, 2009.

HOFF, H. **Understanding the nexus: Background paper for the Bonn 2011 Nexus Conference**. [s.l.] SEI, 2011.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatistica. 2020. Pesquisa Nacional por Amostra de Domicilios (PNAD) Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9127-pesquisa-nacional-por-amostra-de-domicilios.html?=&t=o-que-e (Acesso em 22 Janeiro de 2020).

IPCC. **Climate Change 2021**. The Physical Science Basis. Working Group I contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press. In Press, 2021.

JEPSON, W. et al. Advancing human capabilities for water security: A relational approach. **Water Security**, v.1, p.46-52, 2017.

JESUS, F. S. M.; TOMASELLA, J. Comparação de indicadores de segurança hídrica ao abastecimento humano e aplicabilidade na Macropmetrópole Paulista. Anais do I Fórum de Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista. São Paulo: IEE-USP, 1a ed., 2019, p.71-75.

KOGA, N. M.; FILGUEIRA, F.; BAIA DO NASCIMENTO, M. I.; BORALI, N.; LIMA, V. B. Policy capacity and governance conditions for implementing sustainable development goals in Brazil. **Revista do Serviço Público**, v.71, p.38-77, 2021.

MARICATO, E. **Metrópole na periferia do capitalismo**. SaÞo Paulo: Hucitec, 1996.

O'TOOLE; MEIER, K. J. **Public Management**: Organizations, Governance, and Performance. Cambridge: Cambridge University Press, 2009.

OCTAVIANTI, T.; STADDON, C. A review of 80 assessment tools measuring water security. **Wires Water**, v. 8, n. 3, p. 1-24, 2021. http://dx.doi.org/10.1002/wat2.1516.

OLIVEIRA, F. **Crítica à razão dualista: o Ornitorrinco**. São Paulo: Boitempo, 2006.

TRAVASSOS, L; TORRES, P. H. C.; GIULIO, G. M.; JACOBI, P. R.; FREITAS, E. D.; SIQUEIRA, I.; AMBRIZZI, T. Why do extreme events still kill in the São Paulo Macrometropolis? Chronicle of a Death Foretold in the Global South. **International Journal of Urban Sustainable Development**, , p. 1, 2020.

REDE NOSSA SÃO PAULO. Disponível em: https://www.nossasaopaulo.org.br/wp-content/uploads/2019/11/Mapa_Desigualdade_2019_tabelas.pdf (Acesso em 22 Janeiro de 2020).

ROLNIK, R. **A cidade e a lei:** legislação, política urbana e territórios na cidade de São Paulo. Fapesp/Studio Nobel, São Paulo, 1998.

ROMEIRO, A. R. O papel dos indicadores de sustentabilidade e da contabilidade ambiental. In: ROMEIRO, A. R. (org.). **Avaliação e contabilização de impactos ambientais**. Campinas: Editora da UNICAMP; São Paulo: Imprensa Oficial do Estado de São Paulo, p.10-29, 2004.

SAMPAIO Jr. P. A. **Entre a nação e a barbárie:** os dilemas do capitalismo dependente. Petrópolis: Vozes, 1999.

SANTOS, K. L.; JACOBI, P. R.; BESEN, G. R. Resíduos sólidos urbanos na Macrometrópole Paulista da sociedade de consumo aos desafios de gestão e governança. Encontro da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Ambiente e Sociedade. IX ENANPPAS. Brasília. 2019.

SCOTT, A. J.; AGNEW, J.; SOJA, E. W.; STORPER, M. Cidades-regioÞes globais. Traduc'aÞo: D. J. Van Wilderode. Revisão: V. Bessa. **Espaço & Debates**, n.41, 11-25, 2001.

STEINIGER, S. et al. Localising urban sustainability indicators: The CEDEUS indicator set, and lessons from an expert-driven process. **Cities**, v.101, p.102683, 2020.

STOKER, G. Urban political science and the challenge of urban governance. In: PIERRE, J. (Ed.). **Debating governance**: authority, steering and democracy. New York: Oxford UniversityPress, p. 91-109., 2000.

TAVARES, M. C. As políticas de ajuste no Brasil: os limites da resistência". In: TAVARES, M.C.; FIORI, J.L (org.). **(Des) Ajuste global e modernização conservadora**. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1993.

TOMAZ, P. et al. Urban Household Water Insecurity from the Margins: perspectives from northeast brazil. **The Professional Geographer**, v. 72, n. 4, p. 481-498, 2020.

TORRES, P. H. C.; GONCALVES, D. A.; COLLACO, F. M. A.; SANTOS, K. L.; CANIL, K.; SOUSA JUNIOR, W. C.; JACOBI, P. R. Vulnerability of the São Paulo Macro Metropolis to Droughts

and Natural Disasters: Local to Regional Climate Risk Assessments and Policy Responses. **Sustainability**, v.13, p.1-16, 2021.

TORRES, P. H. C. Macrometrópole Paulista: Terra ignota? In: JACOBI, P. R; GIATTI, L. L. (org.). **Inovação para governança da macrometrópole paulista face à emergência climática**. Editora CRV: Curitiba, 2021.

UNESCO; UNESCO I-WSSM. **Water Security and the Sustainable Development Goals** (Series I). Global Water Security Issues (GWSI) Series. Paris: UNESCO Publishing, 2019.

YOUNG, S. L. et al. The household Water Insecurity Experiences (HWISE) Scale: development and validation of a household water insecurity measure for low-income and middle-income countries. **BMJ Global Health**, v.4, e001750. http://doi:10.1136/bmjgh-2019-001750.

ZHANG, P. et al. Food-energy-water (FEW) nexus for urban sustainability: A comprehensive review. **Resources, Conservation and Recycling**, v.142, p.215–224, 2019.

Parte II
Territorialidades, Espacialidades e Inovação na Governança Ambiental

Capítulo 5

Planejamento na Macrometrópole Paulista: balanço de pesquisas e temas emergentes

Sandra Momm, Luciana Travassos, Silvana Zioni, Kátia Canil, Pedro Henrique Campello Torres e Samia Sulaiman

Introdução

O capítulo é uma síntese reflexiva sobre as pesquisas realizadas no âmbito do subprojeto G2 e desenvolvidas no Laboratório de Planejamento – LaPlan, no Laboratório de Gestão de Riscos – LabGRis, ambos da UFABC, e no Grupo de Acompanhamento e Estudos em Governança Ambiental – GovAmb – da USP. O ambiente de pesquisa envolve temas associados ao planejamento, enquanto campo de conhecimento e práticas, e às territorialidades, com suas estruturas e dinâmicas, ambos afetados por vetores de mudança, como as mudanças climáticas e aqueles oriundos dos processos associados ao modelo de desenvolvimento no recorte da pesquisa do Projeto Temático (Processo 2015/03804-9): Macrometrópole Paulista (MMP).

Inicialmente cabe explicitar alguns valores e visões tratados como pressupostos para o grupo e que motivam as pesquisadoras e os pesquisadoras. A organização do capítulo também pressupõe que estão aqui referenciadas e articuladas as principais publicações produzidas entre 2018 e 2021 pelo conjunto de 22 pesquisadores, no nível de iniciação científica (IC), mestrado, doutorado e pós-doutorado, além das/dos docentes integrantes do grupo. Desta forma, compõe-se como um guia para compreender a produção e acessar os temas e as pesquisas com maior detalhamento.

As questões que orientam a pesquisa são: como ou de que forma as dinâmicas territoriais e as mudanças climáticas estão afetando o sistema, as práticas e a cultura de planejamento na macrometrópole; e se essas representam inovações ou a manutenção do *status quo*. A partir daí, enten-

der se há melhorias ambientais ou ecossistêmicas relacionadas a esses processos.

A hipótese é que os cenários de mudanças climáticas, especialmente eventos extremos associados à variabilidade climática, vêm provocando alterações na cultura, práticas e no sistema de planejamento. Tais alterações têm promovido inovações e melhorias nas condições ambientais e ecossistêmicas, no entanto, não têm sido suficientes para alterar o padrão insustentável do modelo de desenvolvimento – no nível macro – e do padrão de produção e reprodução espacial – no nível local/regional – caracterizados pela degradação, segregação e desigualdades socioambientais. Especialmente sobre eventos extremos, a hipótese é que as respostas a esses são caracterizadas por ações estruturais e escolhas conduzidas de forma centralizada, com baixo grau de participação (MOMM et al, 2021).

Valores e pressupostos das pesquisas no campo do planejamento

A delimitação do planejamento como um campo acadêmico e de práticas vem sendo tema de publicações no âmbito da UFABC (KLINK et al., 2016) e aprofundado a partir das pesquisas do LaPlan e do Projeto Temático MacroAmb (ZIMMERMANN & MOMM, 2022). Organizar as teorias, métodos e abordagens nesse campo para analisar os processos de planejamento em um determinado objeto territorial – a MMP – foi um primeiro desafio. Associar este a um cenário de emergência climática se converteu em um recorte inédito para os grupos de pesquisa e pesquisadoras e pesquisadores envolvidos, dada a contemporaneidade da temática.

Um primeiro delineamento das teorias e abordagens demandou circunscrever valores e visões do campo do planejamento e das pesquisadoras e pesquisadores, muitos deles também praticantes ou ex-praticantes neste campo, que permeiam a produção de conhecimento e a reflexão. Em uma certa linha do tempo dos termos e valores para o campo estão: o interesse público; a sustentabilidade (em contraponto à manutenção do *status quo*, *path dependency*); a justiça social e ambiental em um contexto de ciência pós-normal (que considera a inserção dos praticantes na pesquisa). Na tradição do planejamento, segundo Moroni (2018), o interesse público é considerado como um principal critério de justificação em planos e projetos, no entanto está sob ataque nos dias atuais. Sabe-se que o interesse público não se aloja na esfera exclusiva do Estado, nem tampouco pode ser

confundido com os interesses ou as necessidades privadas e setoriais. Entretanto, não se pode ignorar que o aparelho burocrático do Estado, a quem cabe a intermediação com o mercado, vem atuando sob pressão constante, especialmente pela privatização de bens de interesse público. No entanto, tais pressões não partem apenas do mercado, mas também de movimentos que se orientam pelo 'paradigma dos comuns' e de movimentos ambientalistas que carregam um valor crítico e de oposição à essa crescente apropriação privada de bens públicos e recursos comuns naturais, que os Estados de orientações neoliberal têm permitido (DARDOT & LAVAL, 2017).

Apesar de reconhecido como Estado constitucional de direito, o Estado brasileiro, em suas diversas instâncias, tem negligenciado suas obrigações frente ao conjunto dos cidadãos, ou a responder às demandas dos diversos atores sociais, desconsiderando seus recursos de gestão e de planejamento. Nas últimas décadas, o Brasil chegou a acenar com a ampliação de direitos sociais e de espaços de maior diversidade democrática. Apesar de não superar as desigualdades de sua sociedade, praticou, não apenas na escala local, formas de gestão participativa, estratégias inovadoras de planejamento e gestão e construiu um arcabouço jurídico urbanístico e ambiental renovados (Política Nacional de Meio Ambiente, Política Nacional de Recursos Hídricos, Estatuto da Cidade; Estatuto da Metrópole; Lei de Consórcios, entre outros). Entretanto, esses espaços de governança plurais e mais abrangentes, tanto de demandas dos movimentos sociais e populares, quanto de perspectivas de desenvolvimento sustentável, não chegaram a se consolidar, em um contexto em que predominaram os valores do neoliberalismo (SANTOS, 2016).

O enfraquecimento de instituições públicas e seus regulamentos é evidência desse ambiente controverso para o planejamento estatal, onde as orientações neoliberais têm levado a uma confusão sobre ser de interesse público a mercantilização de bens públicos e bens comuns. No contexto das metrópoles brasileiras, que já carregam o dilema da difícil constituição em "verdadeiros territórios políticos" (LEFÈBVRE, 2009, p.300), a fragilidade das instituições estatais de planejamento se evidencia, sugerindo a necessidade de buscar espaços que acolham a diversidade de ações e valores em suas múltiplas escalas de iniciativas (MOMM et al., 2020). Mesmo que em tempos de emergência climática e de cosmocapitalismo (DARDOT & LAVAL, 2017), pouco se possa esperar da reação dos Estados

nacionais, ainda assim, é imprescindível que o Estado não busque atender interesses particulares e setoriais, mas sim os interesses e necessidades de todos os cidadãos. Tais princípios serão mais bem defendidos e representados, quanto mais o Estado se apresentar democrático e como efetiva arena de debates plurais entre os atores sociais.

O caso da MMP é instigante para essa reflexão e diálogo, uma vez que o interesse público – da sociedade ou da gestão do bem comum – está distante de planos e projetos para a região. Mais do que isso, em um verdadeiro exemplo de "neoliberalismo à brasileira" (OLIVEIRA, 1995), o Governo do Estado de São Paulo, após realizar um planejamento para a região em 2014 – privilegiando aportes e interesses do capital privado em logística e transportes, no que chamou de "Carteira de Projeto" de seu Plano de Ação, extingue, em 2019, a Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA), descrita no plano como responsável por sua condução, planejamento e governança.

Assim como a presença do interesse público e da participação social na construção da visão e do plano da região é opaco ou marginal, também é rugosa a visão e continuidade das políticas de Estado para a MMP. Três exemplos ajudam a reforçar esse argumento. O primeiro é ausência de qualquer menção ao Planejamento da MMP no processo de dissolução da EMPLASA, de acordo com a Lei 17.056 de 05 de Junho de 2019. O segundo é a ausência das discussões sobre a região na proposta de nova regionalização do Estado de São Paulo, liderada pela Secretaria de Desenvolvimento Regional. O terceiro é a diminuição e orçamento quase simbólico destinado à região no Plano Plurianual do Estado de São Paulo.

Nesse sentido, se para Tavares (2018) a MMP se institucionaliza no sistema de planejamento do Estado de São Paulo a partir de sua inclusão em dotações orçamentárias, de alguma maneira ela perde sua força no mesmo sistema, a partir da diminuição desses orçamentos, da dissolução da EMPLASA e da nova regionalização. Por outro lado, e aqui uma contribuição das pesquisas ancoradas no Grupo 2 do Projeto Temático, mais do que se analisar as dinâmicas institucionais das esferas de planejamento sobre essa região, mira-se também os processos que correm em distintas escalas nesta região, com foco em municípios, bacias, consórcios, regiões metropolitanas, planos e projetos, entre outras, naquilo que mais a frente diferenciarmos entre o "na" e "da" Macrometrópole.

As pesquisas realizadas procuram debater com a Questão Social, tema presente nos estudos no campo do planejamento desde pelo menos o fim da década de 1960 e início de 1970, com a publicação dos trabalhos clássicos de Henri Lefebvre – O Direito à Cidade – e David Harvey – Justiça Social e a Cidade, principalmente com autores cujos trabalhos derivam de suas teses centrais, ampliando chaves de leitura e objetos de pesquisa. Podemos citar aqui os estudos de Castells, Flávio Villaça, Randolf Reiner, Allen Scott, John Allen, Neil Smith, e nas últimas décadas, Neil Brenner, Alex Aylett, Phillip Allmendinger e outros autores. Grosso modo, o processo de produção social do espaço é epifenômeno do processo de apropriação, circulação e reprodução do capital. Logo, é central o entendimento de que o capital não apenas estrutura o espaço, mas a dinâmica das cidades e a vida política e cultural associada a ela. Assim como produz e reproduz lógicas de dominação de grupos de elites e a perpetuação de desigualdades no território.

Se a Questão Social parece consolidada e é uma marca importante em uma diversidade de trabalhos e estudos no campo do planejamento, sua interface com a Questão Ambiental é mais recente e emergente. Com destaque para os trabalhos de Susan Fainstein, Alex Aylett, Julian Agyeman, Hamil Pearsall, Joe Pierce, Jason A. Byrne, Jennifer Wolch, Graham Haughton, Harriet Bulkeley, Isabelle Anguelovski, Vanessa Watson, Linda Shi, entre outros no campo do planejamento. No Brasil os estudos que operam na indissociação entre a Questão Social e Ambiental, encontram espaço com mais força partir das décadas de 1990 e 2000, com trabalhos fundantes de Henri Acselrad, Heloisa Soares de Moura Costa, Ester Limonad, Carlos Vainer, Laura Bueno, Roberto Monte-Mór, Pedro Jacobi entre outras contribuições.

É importante também destacar que a associação entre planejamento e a questão ambiental, no Brasil e no mundo, dialoga com a articulação institucional das agendas ambiental e urbana, principalmente a partir da elaboração das estratégias da Agenda 21, na Conferência das Nações Unidas para o Meio Ambiente e Desenvolvimento (CNUMAD), Rio 92, e dos debates do Segundo Encontro da ONU Habitat, em 1996, em Istambul. Essa articulação tem grande impacto nos sistemas de planejamento, mas, lembrando a hipótese da pesquisa, não tem sido suficiente para al-

terar o padrão insustentável do modelo de desenvolvimento, agora, mais que capitalista, neoliberal e financeiro.

O conteúdo reunido nos trabalhos desenvolvidos, ou em desenvolvimento no âmbito do G2, circunscreve-se nos valores e visões acima descritas, embora opere sem filiação dogmática, e amplia de forma plural e eclética as lentes de análises e metodologias anteriormente propostas. Trata-se, de alguma maneira, de uma contribuição inovadora a este campo, já em curso em grupos de pesquisas e trabalhos lideradas pelas coordenadoras, perseguindo, de forma exploratória novas abordagens articuladas sob o conceito de sustentabilidade, mas com foco para as questões de justiça e de transição – ou transição justa – sejam elas agroecológica, sociotécnica, territorial – seus instrumentos e sua práxis pelos praticantes.

A tabela a seguir exemplifica a contribuição do grupo a partir de artigos científicos publicados em periódicos indexados em que são abordados os temas da produção social do risco, a justiça ambiental e as transições, com aproximação interdisciplinar, mas ancorado no campo do planejamento urbano e regional. Ao final do projeto, com defesas de dissertações e teses, novos artigos, livros e capítulos de livros, o preenchimento da tabela deve ser mais equilibrado entre os temas. Mas já é perceptível um grande interesse, ou nexo imperativo, entre os trabalhos que conectam o tema da justiça ambiental e a produção social dos riscos.

Tabela 1 Artigos do Grupo 2 publicados em periódicos que abordam o tema dos riscos, a justiça ambiental e as transições.

Artigos	Riscos	Justiça Ambiental/ Cidadãs	Transições
Riscos de inundação em municípios situados à jusante de barragens na RMSP	■		
Vulnerabilidade das cidades frente às mudanças climáticas e a negação do direito à moradia	■		
A produção de Riscos e Desastres na América Latina	■		
Vulnerabilities, risks and environmental justice in a macrometropolitan scale	■	■	
Why do Extreme Events still kill in the São Paulo Macro Metropolis region?	■	■	
Permanencia y transiciones en la planificación y las crisis hídrica en la region metropolitana de São Paulo	■		■
Vulnerability of the São Paulo Macro Metropolis to Droughts and Natural Disasters: Local to Regional Climate Risk assessments and policy responses	■	■	
Data and Knowledge Matters: Urban adaptation planing in São Paulo, Brazil		■	
Abordagem de riscos socioambientais sob a perspectiva das injustiças territoriais	■	■	
Justiça climática e as estratégias de adaptação às mudanças climáticas no Brasil e em Portugal.	■	■	■

Fonte: Elaborado pelos autores.

Tal aproximação, inclusive, deve ser vista como contribuição teórico-metodológica dos trabalhos produzidos pelo grupo, pois tais abordagens nem sempre estão juntas (ACSERALD, 2002). A principal divergência entre os estudos em justiça ambiental e o referencial da teoria do risco é o questionamento sobre a distribuição do risco no território. Enquanto a justiça ambiental entende que os riscos são injustamente distribuídos com predominância dos agravos em grupos vulneráveis, a teoria do risco entende que a imprevisibilidade do risco atinge a todos e, mais do que isso, que, como um *bumerangue* (BECK, 2010 [1992]), se voltará com força para aquele que em primeira instância produziu os riscos.

Para além disso, os trabalhos produzidos, ou em desenvolvimento, exploram ainda – como eixo central ou transversal – o contexto da variabilidade climática, tema que a partir 2005 com o evento do Furacão Katrina, que atingiu com força o Golfo do México e os Estados da Louisiana, Texas e Missouri nos Estados Unidos, passa a receber substancial contribuição nos estudos da justiça ambiental, inclusive com o desenvolvimento de um uma noção específica para lidar com tais eventos: a justiça climática. No Brasil, por outro lado, esta agenda de pesquisa permanece incipiente, embora emergente (TORRES et al., 2021a). E, ao contrário do que afirmam Schlosberg and Collins (2014), para quem os dois movimentos – por justiça ambiental e por justiça climática – influenciaram-se mutuamente, e até mesmo se fundiram de muitas maneiras, não se observa o mesmo processo por aqui. No entanto, mesmo sem movimentos estruturados por justiça climática, grupos vulneráveis têm sofrido de forma desproporcional os efeitos climáticos no território e, mais do que isso, possuem distintas capacidades de reação a estes eventos. As pesquisas que incorporam, portanto, a variabilidade climática ou o contexto de emergência climática, contribuem não apenas aos estudos de justiça ambiental, mas também a esta agenda de pesquisa emergente no campo do planejamento, bem como, com a formação de novos quadros acadêmicos e técnicos, muitos dos quais gestores e praticantes da gestão pública.

Outro aspecto importante, no horizonte da pesquisa, é a interação ciência-sociedade-política, cada vez mais necessária no campo do planejamento em diálogo com o interesse público, a sustentabilidade e a justiça ambiental, o que demanda perspectivas interdisciplinares e participativas. Perspectiva essa que caminha no sentido de superar a raciona-

lidade econômica e a hegemonia da ciência clássica que tem, na outra face da modernização e do desenvolvimento científico, a exclusão e os riscos (BECK, 2010 [1992]) e que coloca novos desafios à ciência, à sociedade e à política. Nesse sentido, configura-se a chamada "Ciência Pós-Normal" (FUNTOWICZ, RAVETZ, 2000), numa revisão da ciência cujos processos de construção de conhecimento e seus desdobramentos em estratégias de solução de problemas conduziram ao atual cenário de problemáticas socioambientais e, portanto, não são capazes de fazer frente a ele.

Partindo da compreensão de que "os fatos são incertos, os valores controvertidos, as apostas elevadas e as decisões urgentes" (FUNTOWICZ, RAVETZ, 1997, p. 1), a Ciência Pós-Normal aponta a contradição entre segurança científica e a incerteza advinda dos riscos que ela mesma gera. Inserindo, em contraposição, as noções de probabilidade, incerteza e risco, aponta a necessidade de se rever e ampliar os processos e os atores que serão envolvidos na produção de conhecimento e no desenho de soluções, no que se chama "comunidade ampliada de pares" (FUNTOWICZ, DE MARCHI, 2003, p. 84). Wesselink e Hope (2013) reconhecem o êxito da ciência pós-normal como um "conceito sensibilizador", para uma política de governança de problemas concretos, e estudos mais recentes apontam-na como um novo paradigma para a gestão de riscos e desastres (SULAIMAN, 2014; SULAIMAN, JACOBI, ALEDO, 2018).

A produção e a reflexão no âmbito do "G2"

Os três capítulos sínteses da produção do G2 discutem os temas a partir de aspectos *fundantes* – aqueles que originalmente organizaram as pesquisas e possuem abordagens já consolidadas – e *emergentes* – aqueles que a partir das pesquisas e do trabalho intra e intergrupos e pesquisadores/as que se afirmaram ou apontaram como relevantes e capazes de promover algum nível de inovação no conhecimento. A pretensa inovação identificada pode tratar de questões *stricto sensu* ao tema, ao recorte – a MMP – ou ao próprio modo de se produzir conhecimento em um ambiente interdisciplinar.

As pesquisas produzidas estão organizadas em três agrupamentos temáticos: (i) aspectos territoriais e institucionais da MMP e de seu planejamento; (ii) instrumentos e modelos de planejamento "na" e "da" MMP; (iii) uso de recursos naturais e riscos e desastres na MMP.

A metodologia utilizada para produzir a síntese reflexiva dos capítulos foi a partir de duas oficinas. Na primeira oficina as pesquisadoras e os pesquisadores apresentaram suas pesquisas individuais (IC, mestrado, doutorado e pós-doutorado), que foram organizadas em torno de *clusters*, destacando aspectos fundantes e emergentes. Então, foram convocados a fazer um artigo, uma vez que se trata de um debate por temas/agrupamentos e não apenas uma resultante ou somatória de pesquisas individuais. Em um segundo momento os três agrupamentos, já em formato de artigos ou *working papers*, foram apresentados e debatidos.

Os artigos originados dos três grupos, representam tempos distintos dos temas e das pesquisas no G2. O primeiro e o segundo artigos, aqui apresentados como capítulos, apresentam temas e pesquisas mais avançadas. O terceiro, por conta da vinda do tema do risco posteriormente, busca uma construção teórica e traz alguns resultados, se traduzindo mais em uma agenda de pesquisa, que resultou na organização de um grupo de pesquisa no âmbito LaPlan-LabGRis. A sequência dos trabalhos envolveu uma nova rodada de oficinas, onde foram desenvolvidos esquemas conceituais, teóricos e metodológicos para o desenvolvimento dos artigos, entendendo-os como plataformas para a consolidação de temas emergentes.

Aspectos fundantes e emergentes na pesquisa

O capítulo "Tekoá e a Macrometrópole Paulista: reflexões sobre a produção social do espaço" é oriundo das primeiras discussões no âmbito do Macroamb, nas quais se procurava compreender a invenção da macrometrópole e sua aderência ao conceito de cidade-região. Os primeiros artigos produzidos pelo grupo de pesquisadores procuravam caracterizar esse território, reconhecendo-o como uma região com perímetro frouxo ou flexível, lugar heterogêneo e com desigualdades. O planejamento, constituído pelo Plano de Ação da Macrometrópole e pelo Plano de Aproveitamento de Recursos Hídricos a partir da liderança da EMPLASA e DAEE respectivamente, reforçava determinados papéis para a MMP, sem encarar de forma robusta os desequilíbrios regionais existentes. Essa leitura, fundante, levou a duas abordagens desenvolvidas no capítulo que podem ser consideradas emergentes: a dos *soft spaces* e a da região com buracos. Ambos conceitos se associam tanto à produção do espaço regional quanto aos sistemas de

governança e planejamento, o primeiro relacionado ao reescalonamento do Estado e à condição pós-política do planejamento. O segundo à leitura parcelar do território pelo planejamento, que inclui determinadas territorialidades e dimensões nos artefatos de planejamento, enquanto exclui outras. No caminho para reconhecer os buracos, outro tema emerge, o das ruralidades metropolitanas, que dão suporte à compreensão das heterogeneidades e da diversidade do território macrometropolitano.

O capítulo explora a possibilidade de aplicar os conceitos de *hard e soft spaces* para a MMP, primeiramente apresentando a discussão e associando-os aos temas do transporte e logística, como indutores da forma *hard* do planejamento. Em seguida, o processo paralelo entendido como *soft*, no qual as práticas e processos que podem se estabelecer como janelas de oportunidades ou desafios do planejamento contemporâneo, bem como a discussão dos buracos e a temática das ruralidades metropolitanas. O tema dos *hard* e *soft spaces*, emergente também no campo de estudos do planejamento no Brasil, foi central para o desenvolvimento de uma tese de doutorado do projeto e iniciação científica, além de ter sido resultado de pesquisa no exterior, bem como a publicação do capítulo de livro "Transformações no sistema e na cultura de planejamento na Macrometrópole Paulista face às mudanças climáticas" (MOMM et al., 2021).

Os temas do transporte e logística são objetos de uma tese de doutorado, bem como uma iniciação científica, e desdobraram-se nos trabalhos: 1) Logística e mobilidade em São Paulo: escolhas contraditórias e insustentáveis (ZIONI et al., 2021); 2) O Litoral da Macrometrópole: tão longe de Deus e tão perto do Diabo (GONÇALVES et al., 2020); 3) Transport and urban mobility: Challenges of adaptation to climate change in the São Paulo Macrometropolis (ZIONI, 2020).

As ruralidades e os buracos da macrometrópole paulista foram tema de bolsas de Iniciação Científica e Treinamento Técnico FAPESP, bem como tema de tese de doutorado em andamento. Tratam do tema diversos produtos desenvolvidos no projeto, bem como: 1) Ruralidades metropolitanas como espaços de resiliência ambiental: o caso da Região Metropolitana de São Paulo (BELLENZANI et al., 2021); 2) Heterogeneity and spatial fragmentation in the Sao Paulo Macrometropolis: the production of borders and holes (TRAVASSOS et al., 2020); 3) A importância do rural na Região Metropolitana de São Paulo (TRAVASSOS et al., 2021).

O capítulo "Sistema, práticas e cultura de planejamento ambiental na Macrometrópole Paulista em contexto de mudanças climáticas: debate a partir de artefatos de planejamento", se estrutura a partir de pesquisas que abordam processos e instrumentos de planejamento territorial e ambiental por meio de pesquisas de mestrado e doutorado. Apesar de uma certa tradição na academia de estudos de caso com recorte sobre instrumentos, esta regra se funde na empiria e na aplicação, na medida que pesquisa a partir da experiência dos pesquisadores e sobre a análise de políticas públicas. Não por acaso, no grupo de pesquisadores envolvidos no tema estão praticantes vindos de instituições (Consórcio, órgão ambientais em níveis estadual e municipal), com experiência sobre seus objetos de pesquisa. Essa condição é desejável, na medida que trata de uma ciência social aplicada em que problemas da realidade afetam a produção do campo e vice-versa, para além da perspectiva da ciência pós-normal. No entanto, o desafio colocado para o LaPlan, tal como citado no início deste capítulo, foi organizar uma base teórica e reflexiva capaz de sustentar uma análise mais robusta de processos e resultantes, neste caso denominados artefatos de planejamento.

O primeiro movimento estabeleceu a literatura sobre as teorias e sobre as práticas de planejamento, este último com base no conceito de cultura. Fundamental para essa organização foi a pesquisa no exterior acessando bibliotecas e repertórios de escolas com maior tradição no campo, como é o caso do planejamento espacial na Alemanha (*raumplanung*), que pode ser denominado como um campo mais maduro comparado ao campo ainda em construção no Brasil (ZIMMERMANN & MOMM, 2022). Um aspecto emergente nas pesquisas é o recorte de instrumentos da política ambiental cujo imbricamento em outros campos é maior, por exemplo relativo aos estudos do meio ambiente. Desta forma, a reflexão das práticas do planejamento ambiental em diálogo com as teorias do planejamento urbano e regional se converte em um exercício relevante.

Dessa organização foram produzidas publicações e pesquisas analisando, entre outros, casos como o Plano de Ação de Enfrentamento às Mudanças Climáticas da Região do Consórcio do ABC (MOMM et al., 2020); o caso da escassez hídrica na RMSP (MOMM et al., 2021); iniciativas de transformações de rios em metrópoles globais (MOMM et al., 2020) e outras ainda em andamento.

No capítulo, quatro artefatos foram discutidos a partir de uma estrutura analítica baseada na pesquisa de mestrado de Rosseto (2020). Essa estrutura, apoiada no modelo de Knieling e Othengrafen (2009), considera a conjuntura, relacionada com forças motrizes (ex. mudanças climáticas) em um nível macro; o ambiente social do planejamento, incluindo valores e a linguagem; e os estilos e modelos (teorias de planejamento), e o papel dos planejadores. A análise é feita a partir da análise de artefatos, entendendo esses como produtos, estruturas e processos visíveis do planejamento. Os artefatos discutidos são organizados em: Planos Territoriais, sendo o PAM da MMP, os PDUI das RM inseridas na MMP; os PDs dos municípios sede das RM e AU que integram a MMP; Territoriais-Ambientais, sendo as Unidades de Conservação (SNUC) entendidas tanto como planos territoriais, como instrumento ambiental, multiescalar e multinível, reconhecidos internacionalmente para conservação da biodiversidade. Também foi discutida a AIA, instrumento previsto pela Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) como ferramenta de suporte à decisão, em associação com o Licenciamento Ambiental (LA) no caso de empreendimentos e/ou intervenções potencialmente poluidoras ou capazes de gerar significativo impacto ambiental. E, por fim, o PSA, que pode ser descrito como mecanismo para a conservação ambiental; instrumento de estímulo econômico, de gestão ambiental e de promoção do desenvolvimento, ou mesmo programas e projetos; e que precisa de normativa legal, como legislação, termo de compromisso ou contrato. Sobre os modelos e estilos há uma temporalidade nos casos partindo de uma visão tecnicista e compreensiva, passando pelo planejamento comunicativo – papel da participação social – até movimentos mais difusos no presente. Esse momento presente, já em diálogo com o primeiro artigo, o planejamento pós-político representa a falta de coordenação entre os diversos instrumentos no território da MMP, especialmente pelo baixo protagonismo de atores regionais como a (pouca) autoridade metropolitana e o Comitê de Bacia Hidrográfica, para citar alguns.

O grupo de capítulos finaliza com novas questões de pesquisa com caráter emergente, seja pela interdisciplinaridade na abordagem de temas consolidados, seja pelo uso de literatura. A trajetória da região entre a manutenção do *status quo* e inovações, bem como as questões afetas aos riscos e à justiça ambiental e territorial, enraizadas nas pesquisas anteriores

de docentes do grupo, ganhou relevo quando se associou aos conceitos de transição. Parte importante das pesquisas de mestrado e doutorado do grupo dialogam com essas questões, em diversas escalas, procurando observar em que medida as mudanças climáticas vão pressionar a prática e o sistema de planejamento, tratados no artigo anterior, em torno de uma transição justa para a sustentabilidade. A reunião de alguns dos artigos produzidos ilustram essa trajetória, como um dos primeiros artigos construídos no âmbito do G2, somente agora publicado: "Permanência e transições no planejamento e a crise hídrica na Região Metropolitana de São Paulo", de Momm; Travassos; Ramalho e Zioni (2021). Abordagens convergentes se encontram nos artigos: "Why do extreme events still kill in the São Paulo Macro Metropolis Region? Chronicle of a death foretold in the global south", de Travassos et al. (2020); "Vulnerability of the São Paulo Macro Metropolis to Droughts and Natural Disasters: Local to Regional Climate Risk Assessments and Policy Responses", de Torres et. al. (2021b), que relacionam os riscos à governança, mostrando uma série de lacunas no sistema de planejamento e sua desarticulação à gestão de riscos. A própria natureza e abrangência do risco e sua relação com a vulnerabilidade também foram tema de diversos artigos publicados por pesquisadores do grupo, como os artigos "Vulnerabilidade e a construção social do risco: uma contribuição para o planejamento na macrometrópole paulista", de Canil, Lampis e Santos (2020) e "Apontamentos sobre urbanização, adaptação e vulnerabilidades na Macrometrópole Paulista", de Travassos, Momm e Torres (2019).

Nesse sentido, o último dos artigos síntese – "Da construção social dos riscos à transição sociotécnica: discutindo possibilidades de enfrentamento aos extremos pluviométricos na MMP", procura mostrar essa trajetória, explorando a relação entre as teorias que fundamentaram o desenvolvimento inicial da pesquisa e a teoria de transição sociotécnica. Também é o artigo em que estão associados de forma mais expressiva pesquisadores e pesquisadoras do LabGris e do LaPlan, o que confere ao artigo grande complexidade pelo debate multidisciplinar que estrutura.

Questões para as pesquisas e para o planejamento da e na MMP

Os trabalhos produzidos e em andamento no G2 se organizaram em dois movimentos que podem ser identificados como emergentes e que conformam uma agenda de pesquisa. O primeiro tratou de organizar e atualizar a produção teórica sobre planejamento urbano e regional, na tradição brasileira, e do planejamento espacial, na perspectiva internacional, especialmente no LaPlan. É desse movimento que se organizou uma publicação seriada denominada – Cadernos de Planejamento – com previsão de lançamento para os próximos anos. Um segundo movimento foi cruzar essa literatura com os temas ambiental e de risco em um conteúdo relevante e por vezes inédito para o debate acadêmico. Neste âmbito um tema presente mas ainda não devidamente aprofundado, é o papel dos praticantes na pesquisa, que pode ser visto pela lente da Ciência Pós-normal e também da aprendizagem social. Ainda neste âmbito, o papel e a cultura dos planejadores e dos valores em conflito na disputa na construção e na revisão das políticas territoriais e ambientais é tema fundamental para compreender planos e projetos que sob a ótica de objetivos e princípios mais abstratos (sustentabilidade, por exemplo) perpetuam desigualdades e vulnerabilidades. Nesse caminho, pensar sobre justiça ambiental e territorial endereçada (ou não) nos artefatos de planejamento e suas resultantes é igualmente relevante.

Associados a esses movimentos de produção de conhecimento, estão os sistemas de planejamento e a governança contemporâneos do objeto da pesquisa – MMP –, que se caracterizam pela falta de liderança e de uma autoridade (macro) metropolitana e pelo protagonismo da setorialidade, tal como aquela ligada às infraestruturas, e do mercado como agente de planejamento, o que distorce a possibilidade de construção coletiva e de uma visão integrada e compreensiva desse território. A temporalidade também é afetada, na medida em que a visão de longo prazo, pressuposto da sustentabilidade, é substituída por uma certa parcialidade temporal, por que não dizer estratégica, na medida que iniciativas e projetos pontuais se viabilizam sem uma necessária coordenação e compensação. É exemplar dessa forma de planejar e das decisões que uma crise hídrica, por conta da escassez, se converta em mais obras para atender a demanda em uma re-

gião com déficit hídrico crônico do que atuar sobre as causas do problema, como é o caso da proteção das áreas produtoras de água. Assim estão, por exemplo, as obras licenciadas após 2015 e um instrumento como o PSA que, sem a devida coordenação, não terão potencial para mudar o padrão de desenvolvimento. No entanto, em uma perspectiva global, é possível observar que esse não é um movimento local, mas coloca a MMP no caminho de outras tantas regiões metropolitanas, especialmente no Sul Global, que se vêm à deriva de um planejamento mais amplo e assertivo. Nesse debate ainda, a perspectiva decolonial e insurgente se apresenta como possíveis reações a um modelo hegemônico de urbanização.

Agradecimentos – Os artigos foram construídos com base na parceria e amizade da Professora Katia Canil, líder do LabGris e de pesquisas com o tema do risco. Deixamos aqui o registro e nossa homenagem, para além da responsabilidade de levar adiante suas ideias e ideais. Os autores e as autoras agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9, 2018/12245-1 e 2018-06685-9.

Referências

ACSELRAD, H. Justiça Ambiental e Construção Social do Risco. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, Ed. UFPR, Curitiba, v. 5, p. 49-60, 2002.

BECK, U. **Sociedade de risco**: rumo a uma outra modernidade. Tradução de Sebastião Nascimento. São Paulo: Ed. 34; 2010. 368 p.

BELLENZANI, M. L. R; FERNANDES, B, S.; TRAVASSOS, L. R. F. C. Ruralidades Metropolitanas como espaços de resiliência ambiental: o caso da Região Metropolitana de São Paulo. **Revista Política e Planejamento Regional**, v.8, n2, maio a agosto 2021.

DARDOT, P.; LAVAL, C. **Comum**: ensaio sobre a revolução no século XXI. São Paulo: Boitempo, 2017.

FUNTOWICZ, S. O., DE MARCHI, B. **Ciência Pós-normal, complexidade reflexiva e sustentabilidade**. In: LEFF, E. (coord.) A complexidade ambiental. São Paulo: Cortez, 2003, pp. 65-98.

FUNTOWICZ, S. O.; RAVETZ,J. R. Ciência Pós-normal e comunidades ampliadas de pares face aos desafios ambientais. **História, Ciências, Saúde. Manguinhos**, 1997, vol. IV(2): 219-230 jul.-out. Disponível em: <http://www.scielo.br/pdf/hcsm/v4n2/v4n2a01.pdf>, Acesso em: 10 Abr. 2011.

FUNTOWICZ, S. O.; RAVETZ, J. R. **La ciencia posnormal: la ciencia con la gente** (1 ed 1993]. Barcelona: Icaria, 2000. Disponível em: https://economiaecologicaunam.files.wordpress.com/2015/09/2000-funtowicz-y-ravetz-la-ciencia-posnormal.pdf>. Acesso em: 18 Jun. 2021.

GONÇALVES, L. R. FIDELMAN, P.; TURRA, A.; YOUNG, O. Correction: The Dynamics of Multiscale Institutional Complexes: the Case of the São Paulo Macrometropolitan Region. **Environmental Management**, v. 67, n. 1, p. 119–119. Acesso em: 20 jan. 2021.

KLINK, J. J. MOMM, S.; ZIONI, S.; FAVARETO, A.; MENCIO, M. O Campo e a práxis transformadora do Planejamento: reflexões para uma agenda brasileira. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, p. 381–392, 2016. DOI: https://doi.org/10.22296/2317-1529.2016v18n3p381.

KNIELING; OTHENGRAFEN (Eds.). **Planning Cultures in Europe**: Decoding Cultural Phenomena in Urban and Regional Planning. London: Routledge, 2009.

LEFÈBVRE, C. Governar as metrópoles: questões, desafios e limitações para a constituição de novos territórios políticos. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 11, n. 22, pp. 299-317, jul/dez 2009.

MOMM, S.; ZIONI, S.; TRAVASSOS, L.; MORENO, R. **ODS 11 – Cidades e comunidades sustentáveis**. In: Klaus Frey; Pedro Henrique Campello Torres, Pedro Roberto Jacobi; Ruth Ferreira Ramos. (Org.). Objetivos do Desenvolvimento Sustentável. Desafios para o planejamento e a governança ambiental na Macrometrópole Paulista.. 1ed. Santo André: Editora da UFABC, 2020, v. 1, p. 190-203. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2020-4808.

MOMM, S.; KINJO, V.; FREY, K. Tramas do planejamento e governança na transformação de rios em metrópoles globais: uma reflexão sobre casos internacionais e em curso na Macrometrópole Paulista (Brasil). **Cad. Metrópole**, *22*(48), 499-525, 2020.

MOMM, S.; TORRES, P. H. C.; JACOBI, P. R.; LEONEL, A. L. C. M.; ROSSETO, L. S.; SANTANA-CHAVES, I. M. **Transformações no sistema e na cultura de planejamento na Macrometrópole Paulista face às mudanças climáticas**. In: Pedro Roberto Jacobi; Pedro Henrique Campello Torres; Silvana Zioni; Arturo Venâncio-Flores. (Org.). Dilemas ambientais urbanos em duas metrópoles latino americanas: São Paulo e Cidade do México no Século XXI. 1 ed. Jundiaí-SP: Paco Editorial, v., p. 35-65. 2021.

MOMM. S.; TRAVASSOS, L. R. F. C.; RAMALHO, P. C.; ZIONI, S. Permanencia y transiciones en la planificación y la crisis hídrica en la Región Metropolitana de São Paulo. **EURE Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales**, v. 47, p. 199-220, 2021.

OLIVEIRA, F. **Neoliberalismo à brasileira**. In: SADER, Emir & GENTILI, Pablo (Orgs.) Pós-neoliberalismo: as políticas sociais e o Estado democrático. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1995, p. 24-28.

ROSSETO, L. S. A Cultura como Abordagem para Análise das Práticas no Campo do Planejamento Territorial. **Dissertação** (Mestrado em Planejamento e Gestão do Território). Universidade Federal do ABC (UFABC). 2020.

SANTOS, B. S. **A difícil democracia**. Reinventar as esquerdas. São Paulo: Boitempo, 2016.

SCHLOSBERG, D; COLLINS, L. B. (2014). From environmental to climate justice: climate change and the discourse of environmental justice. **Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change**, 5(3), 359–374. doi:10.1002/wcc.275

SULAIMAN, S. N. E que adianta? O papel da educação na prevenção de desastres naturais. **Tese** (Doutorado em Educação e Gestão Integral da Água). SP, USP; Alicante: UA, 2014, p. 50-55.

SULAIMAN, S. N.; JACOBI, P. R.; ALEDO, A. T. **Riscos e desastres naturais: contribuições da Ciência Pós-normal para um novo paradigma de conhecimento e gestão**. IN: JACOBI, P. R.; TOLEDO, R. F.; GIATTI, L. L. (org.) Ciência Pós-normal: ampliando o diálogo com a sociedade diante das crises ambientais contemporâneas (org.) [recurso eletrônico].

TAVARES, J. Formação da macrometrópole no Brasil: Construção teórica e conceituai de uma região de planejamento. **EURE (Santiago)**, Santiago , v. 44, n. 133, p. 115-134, sept. 2018 . Disponible en <http://www.scielo.cl/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0250-71612018000300115&lng=es&nrm=iso>. Acesso em: 20 Set. 2021.

TORRES, P. H. C.; JACOBI, P. R. ; MOMM, S.; LEONEL, A. L. Data and knowledge matters: Urban adaptation planning in São Paulo, Brazil. **URBAN CLIMATE**, v. 36, p. 100808, 2021a.

TORRES, P. H. C.; GONÇALVES, D. A.; COLLAÇO, F. M. A.; SANTOS, K. L.; CANIL, K.; SOUSA-JÚNIOR, W. C.; JACOBI, P. R. Vulnerability of the São Paulo Macro Metropolis to Droughts and Natural Disasters: Local to Regional Climate Risk Assessments and Policy Responses. **Sustainability**, v. 13, n. 1, p. 114, 24 dez. 2020b.

TORRES, P. H. C.; URBINATTI, A. M.; GOMES, C.; SCHMIDT, L.; LEONEL, A. L.; MOMM, S.; JACOBI, P. R. Justiça climática e as estratégias nacionais de adaptação às mudanças climáticas no Brasil e Portugal. **Revista Estudos Avançados** (USP). v.35, n.102, 2021.

TRAVASSOS, L.; MOMM, S.; TORRES, P. H. C. **Apontamentos sobre urbanização, adaptação e vulnerabilidades na Macrometrópole Paulista**. In: Pedro Henrique Campello Torres; Pedro Roberto Jacobi; Fabiana Barbi; Leandra Gonçalves. (Org.). Governança e Planejamento Ambiental: Adaptação e Políticas Públicas na Macrometrópole Paulista. 1ed. São Paulo: Letra Capital, 2019, v. , p. 120-126.

TRAVASSOS, L.; TORRES, P. H. C.; FERNANDES, B. S.; ARAUJO, G. M. Heterogeneidade e fragmentação espacial na Macrometrópole Paulista: a produção de fronteiras e buracos. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, 2020.

TRAVASSOS, L; PORTES, B. C. N; BELLENZANI, M. L.; FERNANDES, B. S.; ARAÚJO, G. A.; BARBOSA, L. S. **O rural metropolitano no planejamento territorial**: o caso do Sistema Produtor Alto Tietê. In: DEPONTI, Cidonea Machado; FREITAS, Tanise Dias; FAVARETO, Arilson. Três décadas de planejamento das áreas rurais – balanço e perspectivas. São Paulo: Pedro e João. 2021.

WESSELINK, A.; HOPPE, R. If Post Normal Science is the solution, what is the problem?: The politics of activist environmental science. **Science, Technology & Human Values**, 2013, 36 (3), pp. 389-412.

ZIMMERMANN, K.; MOMM, S. Planning systems and cultures in global comparison. The case of Brazil and Germany. **International Planning Studies**. 2022. DOI: 10.1080/13563475.2022.2042212.

ZIONI, S.; TRAVASSOS, L.; MOMM, S.; LEONEL, A. L. **Macrometrópole Paulista e os desafios para o planejamento e gestão territorial**. In: TORRES, P. H. C.; JACOBI, P. R.; BARBI, F.; GONÇALVES, L. R. (Org.). Governança e Planejamento Ambiental: adaptação e políticas públicas na Macrometrópole Paulista. 1ed.São Paulo: Letra Capital, 2019, v. , p. 90-99.

ZIONI, S. Transport and urban mobility: **Challenges of adaptation to climate change in the São Paulo Macrometropolis**. In: TORRES, P. H. C.; JACOBI, P. R.; BARBI, F.; GONÇALVES, L. R. (Eds.). Adaptation and public policies at the São Paulo macro metropolis: a science-policy approach. São Paulo: Universidade de São Paulo. Instituto de Energia e Ambiente, 2020.

ZIONI, S.; WERNECK DE OLIVEIRA, L. H.; SIQUEIRA, G. D. P. **Logística e mobilidade em São Paulo: escolhas contraditórias e insustentáveis**. In: JACOBI, P. R., BASSOLS, M., TORRES, P. H. C., ZIONI, S., VENÂNCIO-FLORES, A. Dilemas ambientais urbanos em duas metrópoles latino americanas: São Paulo e Cidade do México no Século XXI. Jundiaí-SP: Paco Editorial, 2021.

Capítulo 6

Tekoá e a Macrometrópole Paulista: reflexões sobre a produção social do espaço

Igor Matheus Santana-Chaves, Graziana Donata Punzi de Siqueira, Maria Lucia Bellenzani, Bruna de Souza Fernandes, Danielle Andrade Angelo, Gabriel Machado Araujo, Lucas dos Santos Rocha, Pedro Henrique Campello Torres, Luciana Travassos, Silvana Zioni e Sandra Momm

Introdução

O *Tekoa* (ou *Tekoha*), presente no título deste capítulo, é um conceito fundamental para entender a territorialidade dos povos Guarani, uma das etnias anteriormente estabelecidas nas terras em que hoje imagina-se uma região prioritariamente urbana, junto com outros povos como os Kaingang, Krenak e Terena. *Tekoa*, segundo Ladeira (1992), significa em tupi-guarani: "lugar onde é possível realizar o modo de ser Guarani"[1], no caso, as comunidades Guarani-Mbyá, reconhecidas por sua cultura e forma de vida, incompatíveis com fronteiras formais ou arranjos jurídicos territoriais. Em paralelo a essa mesma *Tekoa*, o território denominado Macrometrópole Paulista (MMP) se revela sendo uma arena estratégica

1. Segundo a Comissão Pró-Indio de São Paulo, a partir de Brighenti (2005), a definição de *tekoha* no Guarani, pode ser interpretado como a síntese da concepção e da relação que esse povo mantém com o meio ambiente. Na materialidade (plano físico), o termo é a aldeia, "é o lugar onde a comunidade Guarani encontra os meios necessários para sua sobrevivência". Por assim dizer, é a conjugação dos vários espaços que se entrecruzam: o espaço da mata preservada onde praticam a caça ritual; espaço da coleta de ervas medicinais e material para confeccionar artesanatos e construir suas casas; é o local onde praticam a agricultura; é também um espaço sociopolítico, onde constroem suas casas de moradias, a casa cerimonial/*Opy*, o pátio das festas, das reuniões e do lazer. Não é possível conceber o *tekoha* sem a composição dos espaços, ou apenas um dos espaços; nesse caso, não poderão viver a plenitude e assim se quebra a relação que mantém com o meio, produzindo o desequilíbrio" (CPISP, 2021).

para a formulação e implementação de planejamento, governança e de políticas públicas regionais transescalares (EMPLASA, 2011).

A alusão no título deste capítulo pretende, por um lado, relembrar os povos originários do território objeto de análise que, embora não estudados neste texto, são símbolo de um processo de produção do espaço excludente e desigual, ao qual não apenas as primeiras etnias, mas as atuais populações mais pobres e vulneráveis estão submetidas. Assim, a referência à *Tekoa* se faz para a compreensão do objeto territorial macrometropolitano e suas diversidades, bem como para vislumbrar a possibilidade de realização e de existência de um novo modo de ser metropolitano.

É justamente sobre essa dualidade e contradição da produção social do espaço que nos debruçamos no capítulo. Sua reflexão contribui para decifrar a produção social das fronteiras e redes no território, politicamente produzidas pelos agentes estatais. Bem como, permite interpretar os condicionantes dos atores sociais que reproduzem esse espaço, a despeito das diversidades e contradições que o compõem.

A partir da aprendizagem do grupo de pesquisadores aqui reunidos e, de forma exploratória, baseando-se nos resultados obtidos e nas pesquisas em andamento dos autores integrantes do Grupo de Pesquisa G2 – "Territorialidades, espacialidades e inovação na governança ambiental" no âmbito do Projeto Temático MacroAmb (FAPESP 2015/03804-9), buscamos apresentar uma diversidade de lentes e abordagens para análise sob a qual trabalhamos, em constante diálogo com a dinâmica de construção do espaço socialmente produzido (seus atores, suas formas e suas interações), que identifica este território como uma região heterogênea e multifacetada. A partir disso, buscamos identificar o que poderia ser entendido como os temas fundantes e emergentes da MMP, em consonância com as pesquisas em andamento.

Nesse sentido, é importante destacar os trabalhos concluídos e em andamento que subsidiam este material. Como as pesquisas que analisam a estruturação da MMP, a partir da expansão metropolitana e suas redes, suas escalas geográficas, suas delimitações político-institucionais e suas fronteiras "frouxas" (ZIONI et al., 2019)[2]; os que investigam as es-

2. Como exemplo, a pesquisa de doutoramento: *A governança metropolitana de transportes e as particularidades da Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte*, de Graziana Donata Punzi de Siqueira; e a iniciação científica: *Fluxos na Macrometró-*

truturas de planejamento e governança (MOMM, et al., 2021; SANTANA-CHAVES, et al., 2021)[3]. Assim como sua face "não-urbana", seus "buracos", a produção social de suas bordas e ruralidades metropolitanas (TRAVASSOS et al., 2020)[4]. Tratam-se de pesquisas em diálogo constante com teorias e abordagens, como os estudos de metropolização e regionalização (BRENNER, 2018; BRENNER & SCHMID, 2015; LENCIONI, 2017; FIRKOWSKI, 2015, entre outros), dos *Soft Spaces* e do planejamento em um contexto de pós-política (ALLMENDINGER et al., 2015), da região com buracos (TRAVASSOS et al., 2020) e ruralidades metropolitanas (BELLENZANI et al., 2021; TRAVASSOS & PORTES, 2018; TRAVASSOS et al., 2021).

É, portanto, a partir desses pontos de partida que contribuímos com o debate sobre a *Tekoa*, ou melhor, as diversas *Tekoa* possíveis em um território de heterogeneidades, pluralidades e, sobretudo, desigualdades como o da MMP.

Dessa forma, o capítulo está dividido em três partes centrais. A primeira apresenta a estrutura conceitual dos *Hard/Soft spaces* e busca aproximar suas acepções para a Macrometrópole Paulista. A segunda parte explora o que entendemos como eixo fundante, com foco nos fluxos, transporte e logística da região. A terceira e última, o eixo emergente, aqui caracterizado pelas ruralidades macrometropolitanas, o que entendemos por "buracos"

---

pole Paulista, de Danielle Andrade Angelo. Bem como na Pesquisa de Pós-Doutorado (Processo FAPESP 2018/06685-9) *Novos meios de cooperação científica para a inovação na Governança Socioambiental da Macrometrópole Paulista*, de Pedro Henrique Campello Torres e supervisão de Pedro Roberto Jacobi, no Grupo de Acompanhamento e Estudos em Governança Ambiental – (GovAmb/IEE-USP).

3. Como exemplo, a pesquisa de doutoramento: *Teorias contemporâneas e a circulação de ideias no planejamento – a emergência da abordagem do Soft spaces: um estudo de caso na Região Metropolitana de Sorocaba inserida na Macrometrópole Paulista*, de Igor Matheus Santana Chaves; e a iniciação científica: *Fuzzy boundaries* e *Soft spaces na Macrometrópole Paulista*, de Lucas dos Santos Rocha. Ambas situadas no Grupo de Pesquisa CNPq "Campo do planejamento territorial".

4. Como exemplo a pesquisa de doutoramento: *Ruralidades Metropolitanas, território e paisagem: o caso da Macrometróple Paulista*, de Maria Lucia Bellenzani; a iniciação científica: *Territórios: projeto transparência e coleta de dados*, *Desigualdade, diversidade territorial e participação social na gestão de recursos hídricos: um diálogo entre políticas e saberes no território* de Gabriel Machado Araújo; e do trabalho de conclusão de curso do bacharelado em Planejamento Territorial: *Para além da dicotomia urbano-rural: Tipologias para análise do rural metropolitano na Macrometrópole Paulista*, de Bruna de Souza Fernandes. Ambas situadas no Grupo de Pesquisa CNPq "Territórios e Natureza: Planejamento e Gestão".

e fragmentos da MMP. Esperamos que as contribuições aqui levantadas, reflitam o esforço interdisciplinar de uma agenda de pesquisa em construção, preocupada com as diversas dinâmicas territoriais e do planejamento.

Para além dos limites estatutários: Explorando as noções de *Hard* e *Soft spaces* na MMP

Por meio da observação das práticas nas quais as abordagens sobre os territórios se multiplicam e que a governança se adapta a diferentes escalas, níveis e novos atores, o conceito de *Soft spaces* (ALLMENDINGER & HAUGHTON, 2007) surge como uma possibilidade para descrever e analisar a formação da Macrometrópole Paulista (MOMM et al., 2021). Essa abordagem tem sua gênese no Reino Unido, em meados de 2000, para descrever o surgimento de novas escalas de planejamento e governança entre as fronteiras político-administrativas resultantes dos processos de reestruturação e reescalonamento que se evidenciava no governo *New Labour* (1995-2010) (HAUGHTON & ALLMENDINGER, 2007).

Enquanto já existiam práticas de planejamento além das fronteiras administrativas, Haughton e Allmendinger (2007; 2009) introduziram uma nova abordagem para descrevê-las e definir os conceitos como *Soft space*s e *Hard spaces,* especialmente no contexto emergente de governança e planejamento.

A divisão identifica os elementos que compõem cada um desses conceitos. Isto não significa dizer que eles são opostos ou dicotômicos, ou que um é mais relevante do que o outro – são complementares. Os espaços *Hard* (ou estatutários) formam as arenas e processos formais e visíveis, Estados e seus entes delimitados, soberanos e governados. São impulsionados por uma miríade de preocupações políticas – tais como a hierarquia e a coordenação da política e planos de desenvolvimento e sua coordenação com outras estratégias. Os espaços *Soft* (ou funcionais) são arenas fluídas entre esses processos estatutários onde há implementação por barganha, flexibilidade e arranjos institucionais híbridos (HAUGHTON & ALLMENDINGER, 2007. Ou seja, que são distintos dos procedimentos administrativos tradicionais, são orientados para objetivos e resultados, e são guiados por estruturas de governança não estatuárias ou funcionais (setoriais) que favorecem modos flexíveis de cooperação.

Enquanto o dualismo de espaços *soft/hard* foi adotado para descrever os níveis administrativos em qualquer escala, que vão do nacional e regional a metropolitano e local e a quase qualquer contexto, os acordos cooperativos e o enraizamento nos processos políticos locais são responsáveis por estabelecer uma relação diferente destes espaços com os antecedentes administrativos e institucionais (ALLMENDINGER et al., 2015). Os limites desses espaços são disformes – ou *fuzzy*, pois são dispositivos dinâmicos que mudam conforme a presença de estratégias territoriais que, por diversas vezes, resultam de uma complexa interação entre políticas de cima para baixo e práticas de baixo para cima *(*HELEY, 2013). Feitos sob medida, esses arranjos de governança e planejamento visam gerar novos imaginários espaciais que vão além de entidades político-territoriais formais.

Para Boulineau, 2017, o termo é claramente de inspiração liberal. Assim, o uso estratégico de limites além dos administrativos está ligado a um incentivo político para romper os grilhões dos padrões de trabalho existentes, que podem ser vistos como lentos, burocráticos ou não, refletindo as verdadeiras geografias de problemas e oportunidades (ALLMENDINGER & HAUGHTON, 2009, p. 619); em outras palavras, estes termos também fazem parte de um pensamento liberal que submete o político ao econômico, a fim de conseguir maximizar a competitividade (BOULINEAU, 2017).

Nesse sentido, o diálogo do conceito de *Soft spaces* se dá com a noção da *Tekoá*, esse lugar onde é possível realizar o *modo de ser* – e como esse modo de ser pode estar relacionado com uma produção social de fronteiras e institucionalidades para além de definições formais ou estatutárias. A questão que se coloca, por um lado, é quem propõe/impõe essas fronteiras e com quais objetivos. Por outro, como processos formais acabam por invisibilizar formas plurais e diversas presentes no território. Tanto do ponto de vista de seus arranjos institucionais, quanto das populações presentes na região.

Uma primeira ponte com o conceito de *Soft spaces* diz respeito à formação institucional da Macrometrópole Paulista. A MMP não possui fundação formal em sua criação (decreto, lei ou portaria), nem, portanto, ela deixa de existir (ZIONI, et. al., 2019; TORRES, 2021). Assim, esse espaço produzido – e percebido – como arena de projetos de infraestrutura e logística, condomínios privados, parques industriais entre outros, não é necessariamente o resultado de um ato jurídico do Estado. São planos e estratégias

que se articulam, se sobrepõem e avançam mesmo sem a necessidade de uma estrutura formal e institucional de planejamento de longo prazo.

Governada, em grande parte, pela lógica neoliberal, de estado mínimo, privatizações e diminuição de espaços participativos, o Estado de São Paulo passa, no início dos anos 2020, por uma crise institucional resultante de propostas de reforma administrativa apresentadas pelo governo que visam minimizar os gastos públicos e, para isso, priorizam os projetos com investimento privado. Sob este aspecto, o setor de infraestruturas e de transportes, por exemplo, é alvo dessas medidas no Estado e a MMP, a região mais atingida por esse processo (GOMES, 2018). Assim como o próprio planejamento, com a decisão da extinção da EMPLASA (Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A), a partir da Lei Nº 17.056, de 2019, sem qualquer indicação sobre quem passaria a ser responsável pelo planejamento metropolitano do Estado de São Paulo. Nem sobre para quem passaria a governança da MMP e a secretaria executiva do Plano de Ação da Macrometrópole (PAM).

A tendência, com esse processo, é uma ampliação de projetos de privatização, concessões e Parcerias Público-Privadas (PPP) em áreas prioritárias para a acumulação do capital, não necessariamente para a redução de desigualdades e desequilíbrios regionais. Verifica-se a redução da capacidade de planejamento, participação, regulação e fiscalização por parte do Estado, o que dificulta o alcance da pretendida eficiência e eficácia desses serviços. Esta mudança está relacionada com o impulso neoliberal em busca de uma agenda de alto crescimento para nações, regiões e localidades, em que novas políticas e formas institucionais podem ser rapidamente criadas, modificadas e descartadas (BRENNER, 2018). Essa visão de planejamento incorpora, de modo funcional, territórios como a MMP, em uma lógica global de intensificação da competição interespacial para atração de investimentos, e encadeamento dessas regiões no que se entende por cidade-região global (TORRES et al., 2020; TRAVASSOS et al., 2020)

Isto posto, destacamos outra aderência com a teoria dos *Soft spaces*. Pois, com base na crítica de Olesen (2012), a abordagem *Soft* no planejamento e governança se estabelece como ferramenta útil para a promoção de uma prática preocupada com efetividade nas entregas dos planos e projetos (*delivery*) e crescimento econômico (OLESEN, 2012). Dessa forma, por um lado, a fluidez e flexibilidade (*fuzzy boundaries*) das fronteiras e limites desses arranjos possuem um potencial de provocar debates sobre

novas identidades territoriais, além de facilitar o desenvolvimento e as vantagens competitivas das regiões por meio da minimização de regulamentações e desenvolvimento de parcerias. Por outro, também são utilizados para confundir os mecanismos de responsabilidade e contornar o enfrentamento de questões especialmente relacionadas com a justiça social e os aspectos ambientais (OLESEN, 2012; HAUGHTON et al., 2013).

Nesse sentido, Haugton, Allmendinger e Oosterlynck (2013) argumentam que ao se analisar os espaços *Soft,* estes podem representar uma forma particular de governança neoliberal e deslocamento de desacordos políticos que atuam na normalização e institucionalização desse pensamento neoliberal em sua forma pós-política no planejamento. Essa condição refere-se à substituição do debate, do desacordo e do dissenso por uma série de arranjos de governança que se estabelecem em torno de métricas contábeis e gestão tecnocrática, com o objetivo de suprimir, contornar ou circunscrever questões de natureza política (SWYNGEDOUW, 2009; METZGER, 2018).

De acordo com Allmendinger & Haughton (2012), a condição pós-política no planejamento tem um propósito: legitimar estratégias e projetos hegemônicos da agenda de crescimento econômico. Diante disso, enxergamos outra ligação direta com a conjuntura que descrevemos em relação às políticas vivenciadas no Estado de São Paulo.

Fluxos, transporte e logística

A MMP, um dos recortes territoriais de maior expressão do Hemisfério Sul, se estrutura a partir de um conjunto de cinco regiões metropolitanas, dois aglomerados urbanos e uma microrregião[5] – não institucionalizada – no Estado de São Paulo (Figura 2) e se caracteriza, de forma contraintuitiva, por uma imensa heterogeneidade. Do ponto de vista funcional, a MMP pode ser um espaço econômico expandido (ASQUINO, 2010), objeto de análise de benefícios e impactos de projetos e políticas públicas, em especial as de infraestrutura de circulação e de transportes, importantes fatores de transformação da dinâmica regional.

5. A regionalização do Estado de São Paulo, proposta em 2021, alterou a descrição de constituição da MMP como considerada ao longo desta pesquisa. Foram transformadas em Regiões Metropolitanas as anteriores Aglomerações Urbanas de Piracicaba e Jundiaí, conforme a Lei Complementar nº 1.360, de 24/08/2021, e a Lei Complementar nº 1.362, de 30/11/2021, respectivamente.

É possível estabelecer uma relação entre o que entendemos como os aspectos *Hard* – em diálogo com Haughton e Allmendinger (2007) da Macrometrópole Paulista. No domínio *Hard* está a Macrometrópole formal, seu planejamento e governança normativo e estatutário, de estruturas fixas e fluxos hierárquicos. No entanto, como descrito no item anterior, esse domínio está dotado de contornos peculiares como a decisão de sua não formalização, a gestão neoliberal e a promoção dos elementos de configuração de cidade-região global.

Na pluralidade de lentes possíveis, a abordagem funcional da MMP considera o processo de urbanização e formação da rede de cidades como resultantes dos processos sociais, econômicos e políticos, criando diferentes eixos e pólos de desenvolvimento. Esse processo induz a necessidade de circulação de pessoas, mercadorias e serviços (ZIONI et al., 2021), que pode ser abordado pelo papel dos fluxos de transporte e logística na estruturação desse território, como observado na Figura 1.

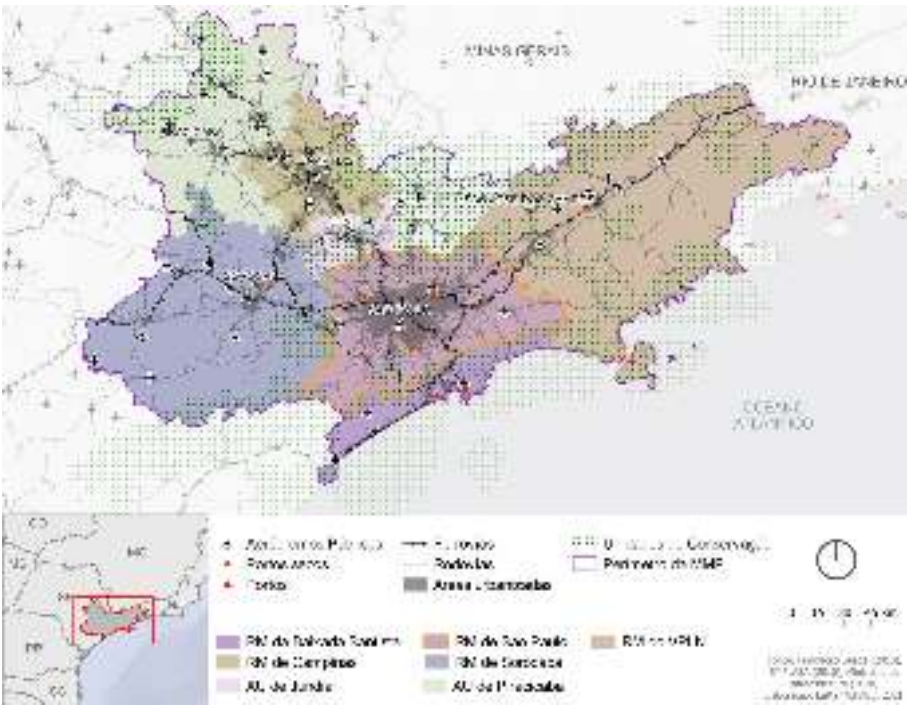


Figura 1 A Macrometrópole Paulista, infraestrutura, urbanização e unidades de conservação. *Fonte:* Fundação SEADE (2018); EMPLASA (2014); Ministério da Infraestrutura (2020). Elaboração: LaPlan/UFABC, 2021.

Pelo mapa apresentado podemos observar que os equipamentos de infraestrutura (portos, rodovias, ferrovias) não se distribuem de maneira igualitária no território, são instalados para permitir e/ou facilitar as ligações entre os pólos econômicos estratégicos, sempre considerando a cidade de São Paulo como centralidade. Sendo assim, impulsionam a urbanização nas suas proximidades, muitas vezes se sobrepondo a outros fatores, como as unidades de conservação. Ao fazer uma ponte com os *Hard spaces,* percebemos que as estruturas rígidas de planejamento e governança estatais, estimulam uma organização do espaço refletida numa lógica econômica de produção, com discurso desenvolvimentista.

Em uma perspectiva histórica, podemos considerar que o processo desenvolvimentista do estado de São Paulo, assim como a MMP, apresenta um histórico de desconcentração-concentrada (AZZONI, 1986; NEGRI,1996), em que as indústrias, rodovias, comunicações, energia, serviços financeiros, entre outros, se expandiram para o interior contíguo da capital (PIRES DO RIO, 2012) em busca da diminuição de custos (BETARELLI JUNIOR et al., 2013).

Autores como Lencioni (2015) abordam a formação da MMP como resultante de um processo do de urbanização extensiva, conceito desenvolvido por Monte-Mór (2019) a partir de uma leitura lefebvriana do espaço, mais especificamente derivada de seu entendimento de "zona urbana". Outra abordagem importante entende o processo de formação da MMP como consequência de um processo de heterogeneização, fragmentação e dispersão dos tecidos, equipamentos e acomodações urbanas e industriais, que vem ocorrendo, em especial nas últimas décadas (TRAVASSOS et al., 2019) a partir do diálogo com estudos sobre urbanização dispersa e novas formas de produção do tecido urbano como apresentadas em Reis Filho (2006). Tais discussões requerem a implementação de infraestruturas complexas de ligação, o reconhecimento dos diversos fluxos e a garantia de equipamentos e serviços em busca de equilíbrio regional.

Os planos e projetos de infraestrutura que visam o desenvolvimento econômico da macrometrópole, representam possíveis indutores de relocalização de cadeias produtivas e reterritorialização do capital, mantendo uma relação funcional com a capital paulista (ASQUINO, 2009). Nesse sentido, a lógica de articulação regional sempre esteve presente nos projetos de infraestrutura, transporte e logística de São Paulo, tanto no

plano municipal quanto no estadual, com investimentos em infraestrutura para conexões aéreas, rodoviárias, ferroviárias e hidroviárias, para garantir que a MMP seja "o mais importante *hub* de transporte e comunicação do país" (EMPLASA, 2014). No entanto, não é a resolução desses desequilíbrios regionais que as atuais políticas formais de planejamento para macrometrópole paulista tem se concentrado, ao contrário, o próprio Plano de Ação da Macrometrópole tende a perpetuar esses desequilíbrios e desigualdades (TORRES et al., 2020).

Igualmente paradoxal é que, mesmo destacando-se por abranger o mais importante porto brasileiro (Santos) e os dois mais movimentados aeroportos nacionais (Guarulhos e Congonhas), a mobilidade de pessoas e mercadorias no interior da MMP se faz sob altos custos econômicos, sociais e ambientais (ZIONI et al., 2021). Esta cidade-região concentra um "conjunto privilegiado de funcionalidades e conexões relativamente às demais regiões brasileiras" (TRAVASSOS et al., 2019, p. 9), por se constituir no nó central das redes de infraestrutura de transporte e logística do país. Por outro lado, são inúmeros os municípios com dificuldade de acesso aos eixos produtivos e de logística, especialmente aqueles que possuem características rurais e que ficam à margem da lógica de desenvolvimento regional.

No que tange às infraestruturas rodoviárias, destaca-se o rodoanel, que tem por objetivo escoar o tráfego na RMSP, e faz a interligação das principais rodovias para o interior (Figura 2). Os eixos e fluxos transformam e estruturam o território e concentram em suas margens dos pólos industriais, tecnológicos, bem como na maioria dos equipamentos que atendem e estruturam a região. Assim, as infraestruturas de transporte se apresentam como um elemento facilitador das relações econômicas e sociais através dos fluxos, bem como de acirramento das desigualdades. O que leva a percepção social de desenvolvimento, dificultando a criticidade e estimulando iniciativas de implementação dessas estruturas, sem um planejamento que considere as particularidades ou as heterogeneidades, característico do contexto de pós-política já evocado pelo presente capítulo.

Refletindo sobre a lógica da *Tekoa*, o lugar onde deveria ser possível realizar o modo de ser da diversidade, pode-se afirmar que esse processo de desenvolvimento a partir de fluxos não é pensado, produzido e conduzido para a diminuição das desigualdades e o respeito às plura-

lidades encontradas neste território. Ao contrário, tende a exacerbar desigualdades já existentes, privilegiando determinados setores a partir do discurso do desenvolvimento econômico. Ou seja, sem um diagnóstico amplo das características e dinâmicas territoriais da MMP e concentração nos aspectos macroestruturais de circulação, o que, ao contrário de possibilitar os modos de ser e a diversidade, vai constituir uma heterogeneidade cada vez mais configurada como desigualdade. Além disso, esse discurso também vai restringir as possibilidades de associar as estratégias de desenvolvimento à proteção e conservação ambiental.

Nesse espaço econômico expandido, as infraestruturas de transporte e circulação representam importantes fatores de transformação da dinâmica regional, pois consolidam as estratégias propostas pelo Estado e impactam nas políticas públicas locais/municipais, que se valem da existência dos eixos de ligação para redirecionar os investimentos e esforços, buscando a articulação com os pólos econômicos da MMP. Dessa forma, os municípios mais distantes desses eixos e, especialmente aqueles que possuem características rurais mais acentuadas, bem como as porções rurais de municípios mais urbanizados, ficam à margem da lógica de desenvolvimento regional (FAVARETO & EMPINOTTI, 2019).

A outra face da Macrometrópole Paulista: a produção social de seus buracos e as ruralidades metropolitanas

Os aspectos fundantes estruturaram o diagnóstico e os planos para a MMP, ou o que cunhamos, no item anterior, de estrutura do *Hard space*. Contudo, o resultado do processo de produção social do espaço regional não se constituiu apenas pela homogeneização dos aspectos urbanos. Assim, a MMP, a exemplo de outras cidade-regiões, constitui-se por uma rede complexa e articulada, com laços internos de poder e exclusão estruturada, cujo desenvolvimento desigual é parte formativa, concretizando e caracterizando-se como uma região com 'buracos' (ALLEN et al., 2002; TRAVASSOS, et al., 2020), territórios excluídos simbolicamente, cujas funções são preteridas no desenvolvimento regional. Porém, tais "buracos", excluídos, possuem não somente diferenças de grau em relação à MMP, mas também de natureza (HAESBAERT, 2014), com construção da identidade a partir de outros modos de vida e de suas relações.

RUA (2005), ao tratar das múltiplas interações do entre o rural e o urbano, balizadas pelos diversos momentos do capitalismo contemporâneo e criadoras de territorialidades que, segundo ele, estão por se definir, enfatiza como essas diferenças se revelam, ou não, conforme a escala.

> Fica claro, para nós, que se trata de duas escalas de análise: uma que abarca todo o território, em que o "urbano" se manifestará ideologicamente, comportamentalmente, com representações homogeneizadoras; outra escala será a das interações urbano-rurais, em que espaços híbridos serão gerados como frutos particulares de tais interações (RUA, 2005, p. 2)

Trata-se, portanto, nesta sessão, de aproximar a escala de modo a revelar a pluralidade. Explorar e tensionar essas diferenças é importante para revelar a heterogeneidade do espaço social produzido, as *Tekoa* possíveis. E, sobretudo, para identificar que parte considerável destes "buracos" são áreas essenciais para garantir o provimento de serviços ecossistêmicos, como o abastecimento de água, a segurança alimentar e nutricional para a metrópole (TRAVASSOS & FERREIRA, 2016). São, ainda, espaços de resiliência frente às mudanças climáticas, fundamentais para a própria sobrevivência humana nas metrópoles.

Ao tratar da abrangência do processo de metropolização contemporâneo, ao menos dois caminhos podem ser tomados. Um primeiro parte do ponto de vista de que o processo de complexificação de regiões metropolitanas é predominantemente urbano-urbano ou urbano-metropolitano, olhando para as relações funcionais entre centros urbanos ou entre cidades, mas entendendo que é possível a existência de um território não urbano mesmo nas regiões metropolitanas (FIRKOWSKI, 2013). Um segundo debate, exemplificado aqui pela posição de Brenner e Schmid (2015), considera o processo de urbanização como um processo que abrange todas as relações funcionais em um território (tanto entre centros urbanos quanto estes e suas hinterlândias – a que os autores chamam de paisagem operacional).

Para Lencioni (2019, p. 135), o processo de metropolização incide também nos espaços rurais, espaços "vazios" (i.e, buracos, como definido em Travassos et al., 2020) e "demais espaços difíceis de nomear". Em

seu trabalho "Urbanidades no Rural", Rua (2015) afirma que as manifestações do urbano no rural dizem respeito a todas as manifestações materiais e imateriais em áreas rurais, sem que, por isso, sejam identificadas como urbanas. Essas manifestações correspondem a um dos sentidos de territórios híbridos dado por Haesbaert (2004). Por isso, segundo a autora, a clássica divisão entre espaços urbanos e rurais vem ganhando cada vez mais opacidade. Isso não significa que o rural desaparece, mas sim que se modifica (BELLENZANI et al., 2021).

As ruralidades são espaços importantes do território que precisam ser compreendidas na sua complexidade e heterogeneidade. O reconhecimento de suas singularidades e multiplicidades pelos instrumentos de planejamento e gestão do território é essencial para pensar o desenvolvimento equilibrado dos espaços urbanos e rurais (TRAVASSOS & PORTES, 2018; TRAVASSOS et al., 2021). Nesta perspectiva, consideramos não apenas uma sociedade de maior conectividade e interdependências, mas também o papel alterado das fronteiras governamentais e administrativas e dos atores locais. Como a MMP possui cerca de 78% do seu território classificado como rural (TRAVASSOS et al., 2020), ao olhar apenas para as manchas de expansão dos centros urbanos, a maior parcela desse território pode estar sendo negligenciada.

Em uma região caracterizada por intensa urbanização, os limites entre urbano e rural, cidade e campo muitas vezes tornam-se borrados, formando o que Barsky (2005, p. 2) chama de "território de transformação escorregadio, transitório, em constante mutação, frágil, suscetível a novas intervenções". Se esse extenso território é excluído do planejamento e governança formal da MMP, ele emerge nos "buracos", não como um rural setorial exclusivamente agrário, mas como rural pluriativo e multifuncional, em proximidade com as dinâmicas da natureza (TRAVASSOS & PORTES, 2018), elementos que remetem ao conceito de nova ruralidade, perspectiva que enxerga o rural como um espaço cada vez mais valioso nas sociedades contemporâneas, com dinâmicas, atores e atividades que vão além da agricultura (FAVARETO & WANDERLEY, 2013).

Aprofundando a questão, entendemos que as características desta nova ruralidade podem ser reunidas em cinco questões como proposto por Kageyama (2008): a) diversificação social em função das novas atividades não produtivas desempenhadas no rural (pluriatividade); b) o es-

tabelecimento de relações de complementaridade com o urbano, em substituição ao caráter de antagonismo; c) o crescimento demográfico, pela redução das migrações para a cidade e atração de outras categorias sociais; d) a valorização do patrimônio natural e cultural das localidades, que passa a ser percebido como elemento de desenvolvimento local; e) os novos contornos da questão agrária, que passam a considerar os papéis dos agricultores na segurança alimentar, conservação do meio ambiente e da paisagem rural (multifuncionalidade).

Destacar e considerar esses espaços como essencialmente urbanos ou rurais sem qualquer tipo de especificação torna as políticas e projetos incompatíveis com eles. Próximos aos centros urbanos, mas nem inteiramente urbanos, nem propriamente rurais em uma visão produtivista tradicional (TRAVASSOS & PORTES, 2018), o que chamaremos aqui de rural metropolitano não é absorvido pelas políticas rurais e ficam aquém das políticas urbanas, sendo muitas vezes considerado – quando não há proteção ambiental – como um estoque de terrenos para urbanização (*Ibidem*, 2018).

Visando elucidar e caracterizar, de forma exploratória, as heterogeneidades do rural na Macrometrópole, Fernandes (2020) propôs cinco tipologias, descritas na figura a seguir, seguidas pelo percentual de área que ocupam na região – destaca-se que a análise exclui as manchas urbanas, que compõem somente 3,49% da área total.

Tratam-se de tipologias em construção, para inspirar e complementar futuras agendas de pesquisas sobre o tema, considerando também outros elementos territoriais como sistema viário, hidrografia, áreas de proteção e recuperação aos mananciais e unidades de conservação, entre outras. No entanto, já trazem, de maneira robusta, as diferentes ruralidades que permeiam o território fragmentado e heterogêneo da MMP, contribuindo para a compreensão da complexidade socioterritorial e dos diversos modos de ser que coexistem e interagem na *Tekoa* da região – e de outras por vir.

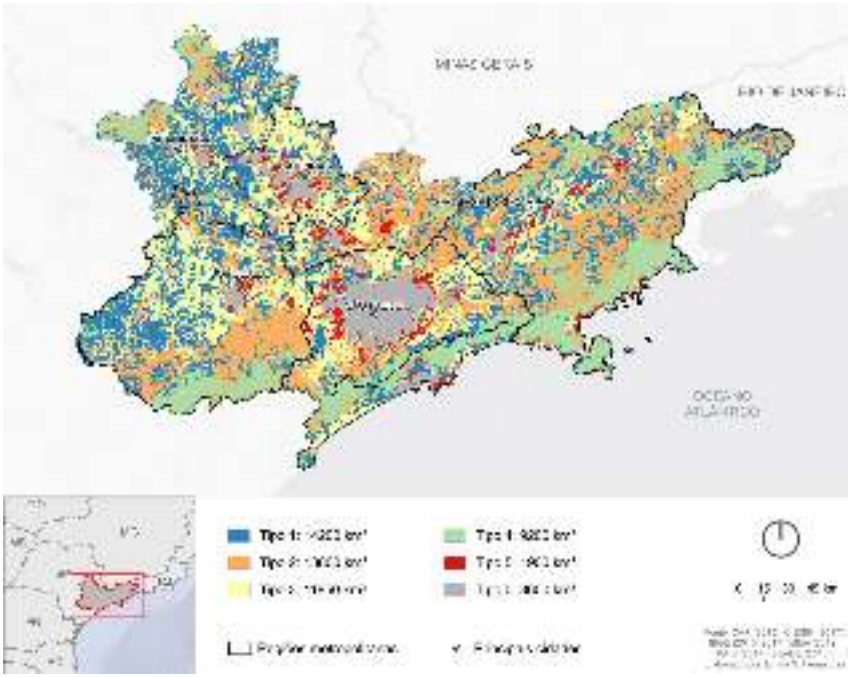


Figura 2 Tipologia das áreas com características rurais na Macrometrópole Paulista.

Obs: Tipo 0: Áreas urbanas, não consideradas no modelo uma vez que a tipologia visa às áreas rurais – Área MMP: 3,49%; Tipo 1: Predominância de silvicultura e extrativismo, relativamente baixa presença de unidades agropecuárias, baixa presença de remanescentes e áreas de preservação, maior concentração de domicílios com saneamento adequado – Área MMP: 23,8%; Tipo 2: Altíssima proporção de estabelecimentos agropecuários, com alto número de vínculos formais na agricultura, forte presença de sítios e chácaras agrícolas com produção, baixo crescimento populacional, alta concentração de remanescentes de vegetação nativa – Área MMP: 25,5%; Tipo 3: Alta proporção de estabelecimentos, mas poucos vínculos formais no setor, elevada concentração de chácaras de lazer e segunda residência. É a região que mais cresceu em termos populacionais na MMP – Área MMP: 21,8%; Tipo 4: Única tipologia com mais trabalhadores rurais não qualificados que qualificados, baixa diversificação econômica e vínculos formais, taxa de crescimento zero entre 2000 e 2010, altíssima presença de vegetação nativa – Área MMP: 16,9%; Tipo 5: Economia diversificada orientada pela indústria e serviços, elevado crescimento populacional entre 2000 e 2010, baixa presença de vegetação nativa, elevada taxa de desemprego, com pontos de alta vulnerabilidade – Área MMP: 3,5%.

Fonte: Fernandes (2020, p. 16).

Conclusões

O capítulo buscou refletir sobre a produção social do espaço da Macrometrópole Paulista, a partir de eixos de pesquisa das autoras e dos autores, evidenciando a necessidade de uma diversidade de lentes para analisar uma MMP plural e diversa. Buscou-se, de forma exploratória, ilus-

trar abordagens entendidas como *Hard/Soft Spaces*. A complementaridade de visões e aproximações se faz necessária para entender os processos duais e contraditórios da formação desta região. Para caracterizar a MMP, foram considerados como fundante os eixos de fluxos, transportes e logísticas, em diálogo com planos e práticas correntes de planejamento – *Hard*. De forma complementar a lógica funcional macrometropolitana – urbano industrial, foi discutida sob a ótica das ruralidades macrometropolitanas, buscando iluminar este território, percebendo suas especificidades que divergem da lógica de planejamento estabelecida pelo estado e explorando possíveis tipologias para novas agendas de pesquisas.

O capítulo contribui para o debate em formação sobre a territorialidade da Macrometrópole Paulista, suas práticas estatais, não estatais, espaços formais e não formais, em uma conjuntura de crise ambiental. Para o planejamento, diretamente influenciado pelas dinâmicas territoriais, compreender esses processos é essencial para compreender as mudanças. Seja por meio de entender as estruturas que se revelam e determinam a organização do território, ou pela compreensão da diversidade e pluralidade do espaço.

Acreditamos que, no planejamento e governança das interfaces rural-urbana, e nas próprias ruralidades metropolitanas aqui apresentadas, será mais eficaz e responsável se as políticas e programas envolverem não apenas os municípios constituintes localizados neste território, mas também as relações sociais, econômicas e ambientais nas quais estas comunidades estão inseridas. Uma abordagem híbrida e cooperativa pode ajudar a minimizar as tendências antidemocráticas apontadas por Olesen (2012). Esta abordagem híbrida, como apresentado em Brown & Shucksmith (2017), pode produzir uma governança eficaz no rural metropolitano, em áreas potencialmente contenciosas na gestão de resíduos; desenvolvimento de infraestrutura; mudança nos padrões de uso do solo, incluindo, mas não se limitando à localização de moradias; atividades econômicas; instalações municipais como transporte e estações de tratamento de águas residuais; proteção ambiental e gestão de recursos naturais; e sistemas locais de alimentação.

É nessa arena que é preciso construir, lutar e disputar uma *Tekoa* com equidade ambiental e redução de desigualdades. Assim teremos possibilidade de viabilizar o lugar onde, senão todos, mas a maior parte dos

residentes, respeitando suas diversidades e identidades, possa realizar seu modo de ser. Por isso, a lente da *pós-política* é também fundamental para contextualizar a formação e o desenvolvimento da MMP, como observamos ao longo do capítulo. Como lutar, planejar e gerir uma região com espaços cada vez mais reduzidos de participação, transparência e planejamento? É, pois, na tensão entre práticas formais e não formais de planejamento que novos territórios e territorialidades podem emergir, visando transpor as barreiras colocadas pelo poder público. Novos caminhos, direções e realizações dos modos de ser de diversas comunidades presentes na MMP podem insurgir a partir desses tensionamentos. A *Tekoa* – ou as diversas *Tekoa* da MMP – não serão forjadas pela lógica neoliberal. Ao contrário, precisam ser construídas a partir de suas fissuras e contradições, potencializando a força de suas pluralidades.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9 e bolsas 2020/16396-4, 2020/15671-1, 2020/01134-4, 2019/24219-8, 2019/16928-9, 2018/06685-9, 2018/10305-7 e 2018/12245-1. Bem como à Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) nos processos nº 88887.490119/2020-00.

Referências

ALLEN, J.; MASSEY, D.; COCHRANE, A.; CHARLESWORTH, J.; COURT, J.; HENRY, N.; SARRE, P. **Rethinking the Region**. Taylor & Francis e-Library, 2002.

ALLMENDINGER, P.; HAUGHTON, G. Soft spaces, fuzzy boundaries, and metagovernance: The new spatial planning in the Thames Gateway. **Environment and Planning A**, v. 41, n. 3, p. 617–633, 2009.

ALLMENDINGER, P.; HAUGHTON, G. Post-political spatial planning in England: A crisis of consensus? **Transactions of the Institute of British Geographers**, v. 37, n. 1, p. 89–103, 2012.

ALLMENDINGER, P.; HAUGHTON, G., KNIELING, J., OTHENGRAFEN, F. **Soft Spaces in Europe: Re-negotiating governance, boundaries and borders**. London: Taylor & Francis, 2015.

ASQUINO, M. S. **Infra-estrutura e planejamento na metrópole de São Paulo:** entre as escalas regionais e o impacto local. 2009. Tese (Doutorado em História e Fundamentos da Arquitetura e do Urbanismo) – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

ASQUINO, M. S. A IMPORTÂNCIA DA MACROMETRÓPOLE PAULISTA. Como Escala de Planejamento de Infraestruturas de Circulação e de Transporte. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (RBEUR)**, v. 12, n. 1, p. 83-98, 2010.

AZZONI, C. A lógica da dispersão da indústria no Estado de São Paulo. **Estudos Econômicos** , nº 16, p. 45-67, São Paulo, Brasil, 1986.

BARSKY, A. El periurbano productivo, un espacio en constante transformación. Introducción al estado del debate, con referencias al caso de Buenos Aires. *In:* **VII Coloquio Internacional de Geocrítica "Los agentes urbanos y las políticas sobre la ciudad"** (Santiago, 24-27 de mayo de 2005). Santiago de Chile: PUC Chile – U. de Barcelona, 2005.

BELLENZANI, M. L. R; FERNANDES, B, S.; TRAVASSOS, L. R. F. C. Ruralidades Metropolitanas como espaços de resiliência ambiental: o caso da Região Metropolitana de São Paulo. **Revista Política e Planejamento Regional,** v.8, n2, maio a agosto 2021.

BETARELLI JUNIOR, A. A. ; MONTE-MÓR, R. L. M.; SIMÕES, R. F. Urbanização extensiva e o processo de interiorização do estado de São Paulo: um enfoque contemporâneo. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais (ANPUR)**, v. 15, p. 179-197, 2013.

BRENNER, N. **Espac'os da urbanizac'o/ : o urbano a partir da teoria criìtica**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2018.

BRENNER, N.; SCHMID, C. Towards a new epistemology of the urban? **City**, v. 19, n. 2–3, p. 151–182, 2015.

BROWN, D. L.; SHUCKSMITH, M. Reconsidering Territorial Governance to Account for Enhanced Rural-Urban Interdependence in America. **Annals of the American Academy of Political and Social Science (AAPSS),** Vol 672, Issue 1. 2017. p. 282-301.

BOULINEAU, E. Pour une géographie politique de la coopération territoriale. **L'Espace Politique**, 2017.

CPISP – Comissão Pró-Índio de São Paulo. **Guarani**: Mbya e Tupi: O Tekoa. São Paulo: CPISP. 2021. Disponível em: https://cpisp.org.br/indios-em-sao-paulo/povos-indigenas/guarani-e-tupi.

BRIGHENTI, C. A. Necessidade de novos paradigmas ambientais implicações e contribuição Guarani. **Cadernos PROLAM/USP**. ano 4 – vol. 2, 2005. p. 33-56.

EMPLASA – EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO SA. **Rede urbana e regionalização do Estado de São Paulo**. – São Paulo : EMPLASA, 2011.

EMPLASA – EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO SA. **Plano de Ação da Macrometrópole Paulista 2013-2040**: apresentação. São Paulo: Emplasa, 2014.

FAVARETO, A.; EMPINOTTI, V. Agricultura, ruralidades e adaptação às mudanças climáticas na macrometrópole paulista. In: TORRES, P. H. C.; JACOBI, P. R.; BARBI, F.; GONÇALVES L.. (Org.). **Governança e Planejamento Ambiental**: adaptação e políticas públicas na Macrometrópole Paulista.. 1ed. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2019, v. 1, p. 192-207.

FAVARETO, A.; WANDERLEY, M. N. B. A Singularidade do Rural Brasileiro: implicações para tipologias territoriais e a elaboração de políticas públicas. Relatório final do projeto "Repensando o Conceito de Ruralidade no Brasil". **Instituto Interamericano de Cooperação Agrícola** – IICA. Brasília, Fevereiro/2013.

FERNANDES, B. S. Para além da dicotomia urbano-rural: Tipologias para análise do rural metropolitano na Macrometrópole Paulista. **Trabalho de Conclusão do Curso de Bacharelado em Planejamento Territorial**. Universidade Federal do ABC, São Bernardo do Campo-SP, 2020.

FIRKOWSKI, O. L. C. F. Metrópoles e regiões metropolitanas no Brasil: conciliação ou divórcio? *In:* FURTADO, B. A., KRAUSE, C., FRANÇA, K. C. B. (ed.) **Território metropolitano, politicas municipais:** por soluções conjuntas de problemas urbanos no âmbito metropolitano. Brasília: IPEA, 2013.

GOMES, T. V. Z. **Macrometrópole Paulista: formação de uma agenda seletiva de venda de uma região – caso dos projetos de transporte**. Dissertação de Mestrado. Santo André: Universidade Federal do ABC, 2018. Disponível em: http://biblioteca.ufabc.edu.br/index.php?codigo_sophia=117506.

GREGORY, D. **Geographical Imaginations**. Malden, MA: Wiley-Blackwell, 1994.

HAESBAERT, R. **O mito da desterritorialização:** do "fim dos territórios" à multiterritorialidade. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 2004.

HAESBAERT, R. **Regional Global:** dilemas da região e da regionalização na geografia contemporânea. – 2°ed – Rio de Janeiro: Bertand Brasil, 2014.

HAUGHTON, G.; ALLMENDINGER, P. "Soft spaces" in planning. **Town and Country Planning**, v. 76, n. 9, p. 306–308, 2007.

HAUGHTON, G.; ALLMENDINGER, P.; OOSTERLYNCK, S. Spaces of neoliberal experimentation: Soft spaces, postpolitics, and neoliberal governmentality. **Environment and Planning A**, v. 45, n. 1, p. 217–234, 2013.

HELEY, J. Soft spaces, fuzzy boundaries and spatial governance in post-devolution Wales. **International Journal of Urban and Regional Research**, v. 37, n. 4, p. 1325–1348, 2013.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Censo demográfico 2010**. Rio de Janeiro: IBGE, 2010.

IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Arranjos populacionais e aglomerados urbanos**. IBGE**,** Rio de Janeiro, Brasil, 2015.

KAGEYAMA, A. A. **Desenvolvimento Rural:** conceitos e aplicação ao caso brasileiro. Porto Alegre: UFRGS Editora, 2008.

LADEIRA, M. I. **Caminhar sob a luz:** território Mbya à beira do oceano. Dissertação de mestrado em Ciências Sociais. PUC-SP. São Paulo, 1992.

LENCIONI, S. Urbanização difusa e a constituição de megarregiões: O caso de São Paulo-Rio de Janeiro. **e-metropolis**, Rio de Janeiro, v. 6, n. 22, p. 6-15, 2015.

LENCIONI, S. Metropolização do Espaço. *In:* CARLOS, A. F. A.; CRUZ, R. C. A. **A Necessidade da Geografia**. São Paulo, Contexto, 2019.

METZGER, J. Postpolitics and Planning. *In:* Gunder, M., Madanipour, A., & Watson, V. **The Routledge Handbook of Planning Theory.** Taylor & Francis. p. 180-193. 2018.

MOMM, S., TORRES., P. H. C., JACOBI, P. R., LEONEL, A. L., ROSSETO, L., SANTOS-CHAVES, I. M. Transformações no sistema e na cultura de planejamento na Macrometrópole Paulista face às mudanças climáticas. *In:* JACOBI, P. R., BASSOLS, M., TORRES, P. H. C., ZIONI, S., VENÂNCIO-FLORES, A. **Dilemas ambientais urbanos em duas metrópoles latino americanas:** São Paulo e Cidade do México no Século XXI. Jundiaí-SP: Paco Editorial, 2021.

MONTE-MÓR, R. L. M. Urbanização extensiva e lógicas de povoamento. *In:* LIMONAD, E. (Org.). **Etc espaço, tempo e crítica...**. 1ed.Rio de Janeiro: Letra Capital, 2019, v. 1, p. 251-262.

NEGRI, B. **Concentração e desconcentração industrial em São Paulo (1880 -1980)**. Campinas: Editora: Unicamp, 1996.

OLESEN, K. Soft Spaces as Vehicles for Neoliberal Transformations of Strategic Spatial Planning? **Environment and Planning C: Government and Policy**, v. 30, n. 5, p. 910–923, 2012.

PIRES DO RIO, G. A. A espacialidade da economia: superfícies, fluxos e redes. **Iná Elias Castro et al., Olhares Geográficos: modos de ver e viver o espaço, Rio de Janeiro, Bertrand**, p. 155-187, 2012.

REIS FILHO, N. G. **Notas sobre urbanização dispersa e novas formas de tecido urbano**. Via das Artes, 2006.

RUA, J. O preço da terra e os megaprojetos como marcantes urbanidades no rural na fase atual de organização do espaço geográfico. *In:* FERREIRA, A. ;RUA, R.; MATTOS, R. C. (orgs). **Desafios da metropolização do espaço.** Rio de Janeiro:Consequência, 2015.

RUA, J. A Resignificação do Rural e as Relações Cidade-Campo: Uma Contribuição Geográfica. **Revista da ANPEGE**, [S.l.], v. 2, n. 02, p. 45-65, jul. 2017. ISSN 1679-768X. Disponível em: <https://ojs.ufgd.edu.br/index.php/anpege/article/view/6611>. Acesso em: 19 ago. 2021. doi:https://doi.org/10.5418/RA2005.0202.0004.

SANTANA-CHAVES, I. M.; LEONEL, A. L.; ANJOS, L. P. A.; MOMM, S.; CATELAN, M. J.; KLAUS, F. Apontamentos sobre governança e planejamento na Região Metropolitana de Sorocaba (São Paulo – Brasil). **Cadernos de Campo: Revista de Ciências Sociais**, n. 31, p. 177–206, dez. 2021.

SWYNGEDOUW, E. The antinomies of the postpolitical city: In search of a democratic politics of environmental production. **International Journal of Urban and Regional Research**, 33(3), 601–620. 2009.

TORRES, P. H. C.; RAMOS, R. F.; POLLACHI, A. A macrometropolização em São Paulo: reterritorialização, reescalonamento e a cidade-região. **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 22, n. 47, p. 103–122, 2020.

TORRES, P. H. C. Macrometrópole Paulista: Terra Ignota? *In:* JACOBI, P. R., GIATTI, L. **Inovação para Governança da Macrometrópole Paulista face à emergência climática**. Curitiba: CRV Editora, 2021.

TRAVASSOS, L.; MOMM, S.; TORRES, P. H. C. Apontamentos sobre urbanização, adaptação e vulnerabilidades na MMP. *In:* TORRES, P. H. C.; JACOBI, P. R.; BARBI, F.; GONÇALVES, L. R. (orgs.) **Governança e Planejamento Ambiental:** adaptação e políticas públicas na Macrometrópole Paulista. Rio de Janeiro, Letra Capital, 2019.

TRAVASSOS, L.; FERREIRA, R. C. O Periurbano e o Rural Metropolitanos: desafios para a elaboração do plano diretor regional do grande ABC. **Anais III Congresso Internacional Gestão Territorial para o Desenvolvimento Rural**. Brasília: RETE/RED/REDGTDPAZ, 2016. v. 1. 2016. p. 1-5.

TRAVASSOS, L.; PORTES, B. Rural metropolitano: caracterização e regulação na Região Metropolitana de São Paulo (Brasil). **GOT – Journal of Geography and Spatial Planning**, n. 14, p. 359–380, 30 set. 2018.

TRAVASSOS, L; PORTES, B. C. N; BELLENZANI, M.L.; FERNANDES, B.S.; ARAÚJO, G.A.; BARBOSA, L.S.. O rural metropolitano no planejamento territorial: o caso do Sistema Produtor Alto Tietê. In: DEPONTI, Cidonea Machado; FREITAS, Tanise Dias; FAVARETO, Arilson. **Três décadas de planejamento das áreas rurais** – balanço e perspectivas. São Paulo: Pedro e João [no prelo-2021].

TRAVASSOS, L. TORRES, P. H. C.; FERNANDES, B. S. ARAUJO, G. M. Heterogeneidade e fragmentação espacial na Macrometrópole Paulista: a produção de fronteiras e buracos. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, 2020.

TRAVASSOS, L. R. F. C.; PORTES, B.; MORI, A. K.; CAMPOS, F. S.; BELLENZANI, M. L.; ARAUJO, G. M.; FERNANDES, B. A importância do rural na região metropolitana de São Paulo: serviços ecossistêmicos e a produção do espaço. In: Pedro Roberto Jacobi; Mario Frederico Bassols Ricárdez; Pedro Henrique Campello Torres; Silvana Zioni; Arturo Venancio-Flores.

(Org.). **Dilemas Ambientais-urbanos em Duas Metrópoles Latino-americanas**: São Paulo e Cidade do México no Século XXI. 1ed.Jundiaí: Paco, 2021, v. 1, p. 327-353.

ZIONI, S.; TRAVASSOS, L.; MOMM, S.; LEONEL, A. L. A Macrometrópole Paulista e os desafios para o planejamento e gestão territorial. *In:* TORRES, P. H. C.; JACOBI, P. R.; BARBI, F.; GONÇALVES, L. R. (orgs.) **Governança e Planejamento Ambiental:** adaptação e políticas públicas na Macrometrópole Paulista. Rio de Janeiro, Letra Capital, 2019. p. 90-99.

ZIONI, S.; WERNECK DE OLIVEIRA, L. H.; SIQUEIRA, G. D. P. Logística e mobilidade em São Paulo: escolhas contraditórias e insustentáveis. *In:* JACOBI, P. R., BASSOLS, M., TORRES, P. H. C., ZIONI, S., VENÂNCIO-FLORES, A. **Dilemas ambientais urbanos em duas metrópoles latino americanas:** São Paulo e Cidade do México no Século XXI. Jundiaí-SP: Paco Editorial, 2021.

Capítulo 7

Sistema, práticas e cultura de planejamento ambiental na Macrometrópole Paulista em contexto de mudanças climáticas: debate a partir dos artefatos de planejamento

Ana Lia Leonel, Paula Ciminelli Ramalho, Lívia Stefânia Rosseto, Vitor Martins Gonçalves, Solange Alves Duarte dos Santos, Edilene Vieira Fazza, Sandra Momm e Luciana Travassos

Introdução

A Macrometrópole Paulista (MMP) é uma região complexa que concentra riqueza, diversidade e desigualdade, podendo ser caracterizada como um território com um dos mais dinâmicos processos da urbanização contemporânea. Tais territórios estão associados às demandas de processos produtivos mais flexíveis, onde fluxos e arranjos, redes de infraestrutura e estruturas de produção, presididos pela troca de insumos, produtos e informações, caracterizam as novas formas de polarização da metrópole (CASTRO & SANTOS JUNIOR, 2017; LEONEL et al., 2019; ZIONI et al., 2019).

No momento das pesquisas, a região englobava cinco regiões metropolitanas (São Paulo, Campinas, Baixada Santista, Vale do Paraíba e Litoral Norte e de Sorocaba), duas aglomerações urbanas (Piracicaba e Jundiaí) e a macro região de Bragança Paulista, totalizando 174 municípios. Apesar de não ser regulamentada por lei específica, a Emplasa[1], por meio do Plano de Ação da Macrometrópole Paulista (PAM), inseriu a região no sistema de pla-

1. O governo do estado de São Paulo, autorizado pela Lei nº 17.056, de 05 de junho de 2019 (ESTADO DE SÃO PAULO, 2019), deu início à extinção da Emplasa, bem como à liquidação de seu patrimônio.

nejamento do estado de São Paulo, considerando-a como plataforma territorial de planejamento e integração de políticas públicas setoriais. Ou seja, apesar da emergência dessa escala de planejamento, esta não se configura como uma unidade de planejamento formal, com jurisdição própria, mas sim como um contexto territorial, um ambiente no qual o planejamento se dá em seus múltiplos níveis e setores. (ESTADO DE SÃO PAULO, 2014; CASTRO; SANTOS JUNIOR, 2017; TAVARES, 2018).

A conjuntura econômica, política e social está associada à heterogeneidade e desigualdade espacial da MMP que, por sua vez, são reproduzidas pelos arranjos institucionais. Segundo Reimer (2013, p. 4660), as rotinas de planejamento sofrem baixa pressão para mudanças e a "forma de fazer" tende a se manter, sustentada pelos discursos hegemônicos em determinados contextos espaço-temporais. Nesse sentido, é histórica a necessidade de políticas territoriais no Brasil que lidem com as injustiças e vulnerabilidades socioambientais na produção do espaço. Por outro lado, Reimer (2013) considera também que pressões externas, entre elas mudanças climáticas, econômicas ou demográficas, podem ser capazes de tensionar as culturas de planejamento estáveis e resultar em um processo de reflexão institucional. Assim, "as mudanças climáticas, com seus impactos e incertezas, poderiam representar uma oportunidade para alterar as formas de desenvolvimento territorial" (MOMM et al., 2017, p. 17). Beck (2018, p. 55) pergunta "o que a mudança climática faz para nós e como ela altera a ordem da sociedade e a política?", reconhecendo a possibilidade de alterações fundamentais, como em formas de poder, arranjos de cooperação, incertezas, inseguranças e desigualdades.

O planejamento de territórios em seus múltiplos níveis e escalas, do local ao supranacional, é resultante de fatores socioeconômicos e culturais, assim como afeta e é afetado pela dinâmica dos sistemas naturais, como é o caso das mudanças climáticas. No Brasil, o planejamento ambiental, por um lado, recebe influência da abordagem tecnicista da teoria do planejamento compreensivo e, por outro, possui interface com o ativismo social e a participação da sociedade civil (COSTA, 2008). Nesse sentido, é relevante compreender quais são e como se relacionam aspectos que impactam nos processos de planejamento.

A partir desses pressupostos, o objetivo deste artigo é fazer um exercício reflexivo sobre possibilidades de análise dos processos de planejamen-

to, por meio da proposição de uma estrutura analítica que considera uma abordagem que combine análise do sistema, das práticas e do que se denomina como cultura de planejamento (SANYAL, 2005, 2016; REIMER, 2013; REIMER; GETIMIS & BLOTEVOGEL, 2014; STEAD & VRIES; TASAN-KOK, 2015; ZIMMERMANN & CHANG; PUTLITZ, 2018). Para o exercício foram utilizados quatro artefatos de planejamento, objetos de pesquisa de mestrado e doutorado desenvolvidas no âmbito do PGT/UFABC[2], que integram o subprojeto "Territorialidades, espacialidades e inovação na governança ambiental" do MacroAmb[3]. Os casos selecionados foram objeto das pesquisas prévias sob diferentes abordagens e a ideia, neste artigo, é explorar a aplicação da estrutura analítica proposta. Sem o compromisso, necessariamente, de se aprofundar nas dimensões que compõem a estrutura, pretende-se explorar as possibilidades que se descortinam com esse tipo de abordagem.

Artefatos de planejamento constituem a parte visível e de fácil percepção do planejamento, como estruturas, processos e documentos (KNIELING & OTHENGRAFEN, 2009). O termo artefato de planejamento, utilizado por Knieling, Othengrafen (2009), é compreendido aqui como uma designação mais abrangente do que o usual "instrumento de planejamento", não podendo ser analisado de maneira independente dos elementos que compõe a cultura de planejamento e suas inter-relações. Nos casos aqui analisados, são eles: (1) Planos Territoriais, sendo o PAM, Planos de Desenvolvimento Urbano Integrado (PDUI) e Planos Diretores (PD) – das regiões metropolitanas (RM) e dos municípios sede das RM e aglomerações urbanas (AU) que integram a MMP; (2) Unidades de Conservação (UC); (3) Avaliação de Impacto Ambiental (AIA); e (4) Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).

Por fim, se discutem as relações do que fundamenta e o que emerge desses debates e que elementos comuns se observam a partir de novas perspectivas de análise. Essa reflexão contribui para a agenda de pesquisa no campo do planejamento, principalmente frente a cenários de incertezas em um território complexo em contexto de mudanças climáticas.

2. Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território da Universidade Federal do ABC. https://sig.ufabc.edu.br/sigaa/public/programa/portal.jsf?lc=pt_BR&id=216. Acessado em: 19 abr. 2020.

3. Projeto Temático FAPESP Governaça Ambiental na Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática. Processo Fapesp número 2015/03804-9.

Referencial teórico-metodológico

O exercício reflexivo de análise do processo de planejamento ambiental na e da MMP proposto neste capítulo se baseia em um referencial teórico-metodológico explorado principalmente em duas pesquisas: pesquisa de mestrado já concluída (ROSSETO, 2020) e de doutorado em andamento[4].

Para analisar o processo de planejamento territorial, usamos como referencial uma abordagem que combina a análise do sistema, das práticas e da cultura de planejamento, considerando um conjunto de valores e práticas formalizados, ou não, em estruturas institucionais complexas, multidimensionais, ou normativas. Esta abordagem ajuda a entender como e por que ocorrem mudanças no ambiente de planejamento, e se as configurações institucionais são intencionalmente projetadas ou imprevisíveis, e como essas mudanças impactam as políticas públicas (REIMER, 2013; STEAD & VRIES; TASAN-KOK, 2015; SANYAL, 2005, 2016; ZIMMERMANN et al., 2018).

O sistema de planejamento é constituído pelas estruturas institucionais e formais em que ocorre a prática do planejamento. Essas estruturas são passíveis de mudança ou resistência conforme ações de transformação por atores e vetores de mudança, endógenos e exógenos, como é o caso do impacto das mudanças climáticas. No entanto, entender o planejamento envolve ir além das estruturas formais e inclui apreender valores, atitudes, relação entre atores, mentalidades, rotinas, o que pode se configurar como parte da cultura do planejamento (SANYAL, 2005; REIMER et al., 2014).

Para apreender a cultura do planejamento é necessário entender tanto os elementos explícitos, como os institucionais e legais, quanto os valores implícitos, bem como o *'habitus'* de planejadores ou de outras partes interessadas e envolvidas nos processos de planejamento (SANYAL, 2005). Partindo de uma abordagem sistêmica junto a outras teorias que consideram também a importância do contexto nas práticas do planejamento, Knieling e Othengrafen (2009), entendem a cultura como uma

4. Aqui se refere à pesquisa em desenvolvimento por Ana Lia Leonel, durante o doutorado em Planejamento e Gestão do Território, na Universidade Federal do ABC, sob orientação da professora Sandra Momm e coorientação do professor Klaus Frey, intitulada "Trajetória e Práxis do Planejamento Ambiental na Macrometrópole Paulista e Mudanças Climáticas: um estudo de caso sobre instrumento de zoneamento ambiental".

dimensão organizadora das análises do planejamento, que pode ser vista a partir de três dimensões estruturantes. Identificado pelos autores como *Culturised Planning Model* (CPM), o modelo analítico é composto por (a) "artefatos de planejamento", sendo os produtos, estruturas e processos visíveis; o (b) "ambiente de planejamento", referindo-se às premissas compartilhadas, valores e quadros cognitivos que são tomados como garantidos pelos planejadores e o (c) "ambiente social", referindo-se ao subjacente e ao inconsciente, crenças, pensamentos, percepções que afetam o planejamento.

A dimensão dos artefatos de planejamento, considerada para este estudo, é entendida como a parte visível do planejamento, como planos, estruturas e processos que podem ser facilmente reconhecidos e compreendidos (KNIELING & OTHENGRAFEN, 2009). Apresenta-se nas formas das estruturas, legislações, dados geográficos e estatísticos (ALVES, 2013), pode ser inferida a partir de representações cartográficas, planos e demais instrumentos que se relacionam com o planejamento (KNIELING & OTHENGRAFEN, 2009, p. 304). As formas de análises dessa dimensão são diversas, por exemplo, considerando marcos históricos, comparando sistemas de planejamento, analisando uma nova lei de ordenamento do território ou os objetivos e princípios das legislações e planos (CHILLA & SCHULZ, 2015).

Apesar da potencialidade de operacionalização do modelo analítico sobre a dimensão da cultura do planejamento, sua aplicação ainda se apresenta de forma intuitiva e diversa. A partir da fundamentação teórica proveniente de uma revisão bibliográfica de estudos de análise da cultura do planejamento, emerge na pesquisa elaborada por Rosseto (2020) um arcabouço de elementos que refletem aspectos da cultura do planejamento e que podem auxiliar na sistematização das análises. São eles: espaço e território; escalas de planejamento; papel dos planejadores; formas de conhecimento consideradas no planejamento; participação social; linguagem, comunicação e informação; valores; política; poder; forças motrizes de permanência e mudanças no planejamento do território; dimensão temporal; e os próprios sistemas de planejamento. O uso desses elementos pode variar conforme o caso e contexto de análise (ROSSETO, 2019; 2020).

Baseado nesta ferramenta analítica operacional elaborada por Rosseto (2020), que contribui com estudos mais sistematizados no campo do planejamento, propomos uma estrutura para análise do processo de planeja-

mento (Figura 1). Esta estrutura analítica organiza os elementos (ROSSETO, 2020) em relação às dimensões do CPM (KNIELING & OTHENGRAFEN, 2009). A estrutura deve ser vista mais como uma trama, do que como uma estrutura cartesiana. Os elementos influenciam e interagem uns com os outros e também extrapolam suas posições, no entanto existe uma lógica na sua organização. Nas linhas que estão pontilhadas, os elementos que estão mais ao topo da estrutura referem-se à conjuntura, enquanto os na base referem-se ao ambiente social de planejamento (subjetivo). Entre esses, têm-se os artefatos de planejamento, elementos que estão mais presentes nos processos e estruturas visíveis. Na organização das colunas, a pontilhada organiza um conjunto de elementos que se referem aos modelos e estilos de planejamento. De forma geral nas linhas mais à esquerda estão as categorias mais amplas dos elementos indo às categorias mais específicas (considerando o planejamento) à direita.

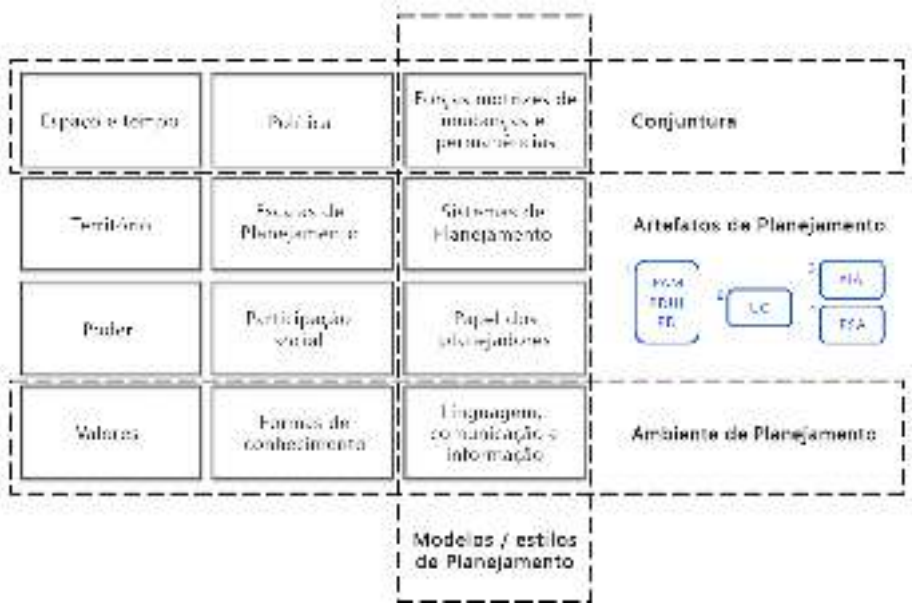


Figura 1 Estrutura analítica do processo de planejamento. *Fonte:* Elaboração própria baseado em Rosseto (2020, p.89).

A Figura 1 também situa os quatro casos – artefatos de planejamento – discutidos a seguir de acordo com a estrutura analítica como forma de avaliar o processo de planejamento ambiental na MMP.

Quatro casos: artefatos de planejamento

Os itens a seguir apresentam os casos sujeitos à análise com base na estrutura acima proposta (Figura 1). Nesta seção, o objetivo é caracterizar os artefatos e apresentar as principais discussões trazidas pelas pesquisas que tratam de cada um deles. A partir das discussões já postas pelos autores das pesquisas elencadas, sob diferentes abordagens e embasamentos teóricos, são identificadas peculiaridades desses artefatos na MMP e associações com os elementos ilustrados na Figura 1. Os artefatos discutidos são: (1) Planos Territoriais, especificamente, análise do discurso a respeito de questões ambientais (como sustentabilidade) no PAM; nos PDUI das RM inseridas na MMP; e nos PD dos municípios sede das RM e AU que integram a MMP. É possível caracterizá-los como instrumentos legais de planejamento e, dessa maneira, entendemos que esses planos mantêm uma relação com os demais artefatos aqui analisados, porque os seguintes podem fazer parte, influenciar e serem influenciados por estes planos territoriais.

As (2) UC, definidas pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) podem ser entendidas tanto como planos territoriais como instrumentos ambientais, reconhecidos internacionalmente para conservação da biodiversidade. A (3) AIA, instrumento previsto pela Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) como ferramenta de suporte à decisão, é utilizada em associação com o Licenciamento Ambiental (LA) no caso de empreendimentos e/ou intervenções potencialmente poluidoras ou capazes de gerar significativo impacto ambiental. E, por fim, o (4) PSA, que pode ser descrito como mecanismo para a preservação ambiental; instrumento de estímulo econômico, de gestão ambiental e de promoção do desenvolvimento, ou mesmo programas e projetos; e que precisa de normativa legal, como legislação, termo de compromisso ou contrato.

O exercício realizado pretende identificar aspectos que caracterizam os processos de planejamento na e da MMP, independentemente das perspectivas metodológicas utilizadas pelos autores em cada trabalho anterior. A proposta é, nesse sentido, explorar os artefatos a partir de um novo olhar, baseado na estrutura analítica proposta. Cabe ressaltar que, dado o recorte metodológico das análises prévias de cada caso, nem todos os elementos foram identificados em todos os casos. Em linhas ge-

rais, podemos dizer que elementos como sistemas e escalas são abordados em todos eles, de certa maneira por serem a face mais evidente dos artefatos, enquanto outros são abordados e aprofundados de formas diferentes.

Os termos relativos aos elementos da estrutura analítica estão destacados em negrito nos itens a seguir.

Os Planos Territoriais e a MMP: explorando os elementos de escalas, linguagem e participação social no PAM, PDUI e PD

Os planos territoriais são objeto de pesquisa de mestrado já concluída (GONÇALVES, 2022)[5], que discute a inserção do conceito de sustentabilidade nos planos estudados, em diferentes escalas. A pesquisa parte da compreensão de que, dentre as questões que organizam a dimensão da **conjuntura** para o planejamento (linha superior pontilhada na estrutura da Figura 1), a pauta ambiental vem ganhando relevância na agenda política, particularmente evidenciada pelo debate sobre as mudanças climáticas (BECALLI et al., 2016) como **força motriz**, que acrescentam tom de urgência à sua inserção no campo do planejamento (CAMPBELL, 2013). Na dimensão do ambiente social (linha pontilhada inferior), essa pauta reverbera de modo heterogêneo no elemento dos **valores**, dadas as disputas de diferentes (e potencialmente conflitantes) sentidos conferidos à sustentabilidade (ACSELRAD, 2009). Buscando compreender como esses elementos relacionam-se com a dimensão visível – a dimensão dos artefatos (linhas centrais) – está-se investigando como os diferentes discursos de sustentabilidade estão presentes em artefatos de três diferentes escalas, bem como o modo que se relacionam às diferenças nas suas respectivas formas de **participação social**.

Quanto à organização das **escalas** relativas à MMP, o planejamento do território delimitado envolve artefatos da MMP (como o PAM) e na MMP (como os PDUI metropolitanos e os PD municipais). Ainda que não conte com formalização legal, mesmo após décadas da emergência da

5. Aqui se refere à pesquisa desenvolvida por Vitor Martins Gonçalves, durante o mestrado em Planejamento e Gestão do Território, na Universidade Federal do ABC, sob orientação da professora Luciana Rodrigues Fagnoni Costa Travassos, intitulada "Escalas de planejamento e seus respectivos discursos: sustentabilidade nos documentos da Macrometrópole Paulista".

expressão MMP (IPEA, 2013), "a região tem se configurado como unidade de planejamento territorial, inclusive com dotações orçamentárias previstas no Plano Plurianual de São Paulo" (TORRES et al., 2019, p. 104). Já os planos na MMP, em escala municipal e metropolitana, são instrumentos previstos em lei, portanto com maior grau de institucionalização (BRASIL, 2001; 2015).

Assim como os graus de institucionalização destas escalas, as formas de **participação social** nos processos e **sistemas de planejamento** também são variados. Em **escala** municipal, o inciso I, §4º do art. 39º da Lei 10.257, de 10 de julho de 2001 (Estatuto da Cidade) assegura "a participação da população e de associações representativas dos vários segmentos da comunidade" (BRASIL, 2001) na elaboração dos PD. O conteúdo do inciso I, §2º do art. 12º da Lei 13.089, de 12 de janeiro de 2015 (Estatuto da Metrópole) difere ligeiramente do seu equivalente em escala municipal, prevendo que os PDUI sejam construídos "com a participação de representantes da sociedade civil e da população, em todos os Municípios integrantes da unidade territorial urbana" (BRASIL, 2015), enfatizando mais a representação e menos a participação direta.

Na **escala** macrometropolitana e metropolitana, a elaboração do PAM também contou com certo grau de participação interfederativa, com consultas a setores do Estado. Porém, tendo maior autonomia, na elaboração do PAM "a seleção dos participantes desses encontros [de discussões públicas e validação política] foi estratégica do ponto de vista político" (ESTADO DE SÃO PAULO, 2014, v. 1, p. 40). Xavier e Torres (2019, p. 35) destacam "que o PAM faz uma distinção entre sociedade civil e setor privado (sob o qual recai a expectativa de financiamento a projetos da carteira do PAM) e o processo de sua construção privilegiou a participação do segundo". Na comparação com as escalas e sistemas de planejamento na MMP (municipal e metropolitana), no planejamento da MMP o Estado dialoga mais diretamente com setores hegemônicos e menos com o conjunto da população, o que é característico de um modelo mais voltado para interesses do mercado e menos alinhados com **valores** como justiça social ou redução de vulnerabilidades.

A pesquisa em desenvolvimento tem como um de seus elementos fundantes a interpretação de Villaça (2010) da história do planejamento no Brasil, em sua tendência à transição "do planejamento que era execu-

tado" para "o planejamento-discurso" (VILLAÇA, 2010, p. 211). Este último caracteriza-se por apresentar objetivos palatáveis ao conjunto da população e distantes dos reais interesses dos setores hegemônicos. Os espaços de participação popular no processo tendem a reforçar esta contradição do papel do planejamento ao fazer dos planos artefatos potencialmente menos permeáveis a discursos contrários ao interesse popular e alinhados aos objetivos de setores hegemônicos para a organização do território (VILLAÇA, 2010). Assim, a pesquisa busca verificar a hipótese que diferentes **escalas** de planejamento manifestam diferentes discursos, sendo o planejamento macrometropolitano o ambiente mais permeável a discursos convergentes aos interesses de setores hegemônicos, por estar mais distante das esferas de participação e legitimação política.

Para tanto, a pesquisa propõe um arranjo de três instrumentos teórico-metodológicos. São eles: (1) o Modelo tridimensional de Análise Crítica do Discurso de Fairclough (1995), para investigar as relações entre **linguagem** e **poder**, abordando especialmente os aspectos políticos e econômicos do contexto no qual os planos analisados são elaborados; (2) os métodos da Linguística de Corpus[6] (LC), que contribuem com a análise discursiva ao expor "'as relações internas descritíveis' dos textos (ou seja, a linguagem e seu co-texto)" (THORNBURY, 2010, p. 270), e viabilizam a análise do discurso em *corpora* grandes e; (3) a matriz de Dryzek (2013) para classificação de discursos de sustentabilidade (como **valor**), que prevê dois eixos de análise (imaginativo vs. prosaico e reformista vs. radical).

Os métodos quantitativos, quali-quantitativos e qualitativos da LC são utilizados nesta mesma ordem, como lentes com graus crescentes de aproximação dos conteúdo interno dos *corpora*, de modo que os resultados obtidos por cada método forneceram pistas para a investigação com o método subsequente. Na primeira e mais ampla lente, a dos métodos quantitativos, foram levantadas medidas de frequência relativa (FR) de palavras-chave de interesse da pesquisa, das medidas de dispersão destas, bem como suas possíveis correlações. Identificou-se que, conforme

6. A LC é utilizada como metodologia, não como teoria, isso significa que a hipótese não parte da LC, tampouco de padrões estatísticos encontrados nos diferentes *corpora*. A hipótese nasce no campo do planejamento territorial e a LC é utilizada como metodologia para verificar a validade da hipótese. Nos termos da LC, trata-se de uma pesquisa "baseada em *corpus*" (*corpus-based*) e não "orientada por *corpus*" (*corpus-driven*) (MCENERY & WILSON, 2001; BERBER SARDINHA, 2004).

aumenta a **escala** de planejamento e diminui o grau de institucionalização da **participação**, menor tende a ser o espaço ocupado pela pauta ambiental e maior tende a ser o destaque às pautas mais puramente econômicas, havendo inclusive uma forte correlação negativa entre as palavras-chave destas duas pautas.

Na segunda lente utilizou-se o método quali-quantitativo de medida das colocações – ou seja, das ocorrências próximas e associadas de palavras – que contribui com a identificação da construção do sentido atribuído à palavras-chave ao ilustrar se a ocorrência próxima de um determinado conjunto de palavras é atípica ou acima do esperado, quando em comparação com ocorrências aleatórias. Informado pelos resultados dos métodos anteriores, a terceira e última lente prestou-se a verificar a hipótese, por meio da análise dos sentidos conferidos às palavras-chave em seu contexto interno de ocorrência no texto (na sigla em inglês, *key word in context*, KWIC). Os métodos quali-quantitativos e qualitativos apontaram que o sentido conferido à sustentabilidade nos PD e PDUI analisados se aproxima de discurso mais imaginativo (progressista), enquanto o PAM se utiliza de um discurso mais prosaico (conservador). Em todas as escalas, porém, os discursos de sustentabilidade têm grau reformista (moderado). Para a palavra-chave **participação** destaca-se a diferença conferida pelo instrumento da MMP (o PAM) frente aos demais *corpora* analisados. Enquanto nos PD o sentido conferido à participação é de "garantir" "participação" da "população" e dos "movimentos", no PAM a participação é orientada à "*stakeholders*" e "entes privados", tanto na elaboração dos planos quanto na sua viabilização financeira. O *corpus* dos PDUI, em acordo com a governança interfederativa prevista no Estatuto da Metrópole (BRASIL, 2015) confere participação a "representantes" de "municípios" e "agentes públicos".

O arranjo teórico-metodológico proposto permitiu identificar relações entre alguns elementos das diferentes dimensões do planejamento como **política**; **escalas** de planejamento; **participação social**; **valores** e; **linguagem**, **comunicação** e **informação**. Este último sendo utilizado como janela para investigar como aspectos **conjunturais** manifestam-se nos artefatos, influenciados pelas formas de participação social específicas à cada escala de planejamento.

As Unidade de Conservação da região do Alto Tietê-Cabeceiras

As UC são objeto de pesquisa de doutorado em andamento[7] que discute, tendo como objeto de estudo a bacia do Alto Tietê, o papel das áreas protegidas na adaptação às mudanças climáticas. As unidades de conservação, definidas no Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (BRASIL, 2000), surgem no contexto internacional, no século XIX a partir de abordagens conceituais sobre conservação e preservação, com a denominação de áreas protegidas. A ideia era definir espaços para conservação de paisagens naturais, que, já no século XVIII possuíam um forte componente "sobrenatural" e até mesmo religioso, de lugares onde era possível se ter um contato maior com Deus (BENSUSAN, 2006). Sob esta perspectiva foram criados alguns parques nacionais nos Estados Unidos e Europa, partindo do contexto da rápida expansão urbana e do processo de industrialização, propondo a criação de "ilhas" de conservação para a contemplação da natureza.

No Brasil, teve seu marco nos anos 1930, com a criação dos primeiros parques nacionais. As UC eram criadas por entes federativos nacionais, numa abordagem *top-down*, sem consulta pública ou debate quanto às restrições impostas ao uso dos recursos naturais. Trata-se do **modelo** tecnocrático **de planejamento** racional, com valorização do **conhecimento** técnico e predomínio dos instrumentos de planejamento. De acordo com Watson (2016), o modelo de planejamento racional e técnico das décadas de 1950 e 1960 teve origem numa epistemologia positivista, enraizada na tradição iluminista da modernidade, e preocupava-se com questões de procedimentos.

As UC são **espaços territoriais** definidos geograficamente, considerados instrumentos efetivos para proteção ambiental e conservação da biodiversidade (BRASIL, 2008), além de serem importantes para conter os impactos da ocupação desordenada e o uso indiscriminado dos recursos naturais, (BENSUSAN, 2006), sendo instrumento de planejamento e or-

7. Aqui se refere à pesquisa em desenvolvimento por Solange Alves Duarte dos Santos, durante o doutorado em Planejamento e Gestão do Território, na Universidade Federal do ABC, sob orientação da professora Sandra Momm e coorientação da professora Luciana Rodrigues Fagnoni Costa Travassos, intitulada "Planejamento e Governança de Áreas Protegidas em cenário de mudanças climáticas: estudo de caso da região do Alto Tietê-Cabeceiras, SP".

denamento territorial previsto pela PNMA (BRASIL, 1981). Para além de sua função conservacionista, desempenham, sobretudo, função social e econômica, considerando que apresentam potencial para responder a alguns desafios da atualidade, tais como a redução de riscos nas mudanças climáticas, segurança alimentar e hídrica. São complexos **territórios**, que demandam planos e articulam a **participação social** de diversos atores, sendo instrumentos do sistema de planejamento e gestão, que interagem em diferentes **escalas** e níveis, e com diversas políticas setoriais.

O SNUC, incorporando avanços nos **modelos de planejamento**, fez importantes destaques para a **participação social** na criação e gestão das UC, também para a elaboração de planos de manejo que, além de definirem o zoneamento das UC, apresentam regras para seu manejo e gestão, acompanhando o momento da virada comunicativa. Para Randolph (2007), o planejamento colaborativo-comunicativo marcava a diferença em relação a vertentes mais instrumentais, entendendo o planejamento comunicativo não só como profundamente político, mas como um projeto de reformulação das relações entre sociedade e Estado.

A região de estudo é o Alto Tietê-Cabeceiras (ATC), que como parte da Bacia do Alto Tietê é integrante de uma **escala** de planejamento associada à gestão de recursos hídricos, e sua configuração engloba onze municípios[8], inseridos na MMP. Localiza-se no eixo central do desenvolvimento econômico do estado de São Paulo, abriga importantes mananciais e é rica em biodiversidade e outros recursos naturais que cumprem a função de fornecimento de serviços ecossistêmicos. Abriga importantes UC que integram a Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (RBCVSP)[9]. É uma região sobre a qual incidem instrumentos de proteção ambiental, com diversos objetivos e formas de planejamento e governança.

É possível compreender o papel das UC na adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas, como **força motriz de mudanças e permanências**, e como estas vêm afetando e são afetadas pelos proces-

8. Arujá, Biritiba-Mirim, Ferraz de Vasconcelos, Guarulhos, Itaquaquecetuba, Mogi das Cruzes, Poá, Salesópolis, parte de São Paulo (subprefeituras: Penha, Ermelino Matarazzo, São Miguel, Itaim Paulista e Guaianazes) e Suzano.

9. Categoria Internacional de área protegida, estabelecido no art. 41 da Lei nº 9985/2000 e no cap. XI do Decreto Federal nº 4.340/2002. A RBCVSP foi declarada como tal pela UNESCO em 1994.

sos de planejamento e governança na região ATC. A partir da análise de alguns dados, observa-se que alguns municípios, têm sido palco de eventos extremos, como cheias e secas, porém os instrumentos de planejamento existentes, pouco contribuem para o enfrentamento destes desafios.

Olhando para alguns elementos tratados na estrutura analítica, como por exemplo, os **sistemas de planejamento** das UC, estes são representados por alguns artefatos, estruturas institucionais, normas legais, planos, programas, entre outros, que viabilizam importantes políticas públicas para o planejamento e a governança das UC. Destaca-se aqui que estes podem se constituir em tecnologias institucionais dinâmicas que prescrevem estruturas legais e administrativas para ordem e estrutura espacial, para garantir o uso da terra e o desenvolvimento dentro de uma área definida específica e que se manifestam em vários níveis diferentes, ou seja, nacional, regional e local (REIMER et al., 2014).

O caso do plano de manejo da Área de Proteção Ambiental Várzea do Tietê, aprovado em 2013 e interrompido por uma ação civil pública, pode ser considerado um produto "visível" ou um "artefato", a partir das análises de Rosseto (2020). Tal instrumento foi elaborado num ambiente com **valor** tecnicista, baseado no **conhecimento** profissional dos planejadores. Baseado em Reimer (2013), reconhecemos que o planejamento espacial está profundamente enraizado em contextos institucionais e que muitas vezes existe a necessidade de acomodar diversos interesses e mediar grupos organizados no âmbito da **participação social**. Contudo, a interação com os atores sociais da região aponta que a ausência do plano de manejo atualizado, dinâmico e construído de forma participativa, vem comprometendo os processos de governança ambiental.

Avaliação de Impacto Ambiental

A aplicação da AIA é objeto de estudo de pesquisa em andamento[10], em nível de doutorado, que busca compreender a relação entre as ferra-

10. Aqui se refere à pesquisa em desenvolvimento por Paula Ciminelli Ramalho, durante o doutorado em Planejamento e Gestão do Território, na Universidade Federal do ABC, sob orientação da professora Sandra Momm e coorientação do professor Pedro R. Jacobi, intitulada "Avaliação de Impacto Ambiental e Planejamento na Macrometrópole Paulista: um estudo sobre o licenciamento ambiental das obras de aproveitamento de recursos hídricos".

mentas de avaliação de impacto e o campo do planejamento. A AIA é ferramenta de suporte à decisão, que visa avaliar de forma prévia os possíveis impactos de ações antrópicas ao meio ambiente (JAY et al., 2007; SÁNCHEZ, 2008; GAZZOLA, 2011). Surge no contexto internacional a partir da preocupação gerada por episódios críticos de poluição ambiental em meados do século XX, sendo um dos precursores da ascensão da agenda ambiental. Em seguida, numa **conjuntura** de crescente preocupação com questões relacionadas à poluição, comprometimento do uso indiscriminado dos recursos naturais e, posteriormente com as mudanças climáticas, se difunde em âmbito mundial (JAY et al., 2007; FOWLER & AGUIAR, 1993). Atualmente, a AIA tem força legal e institucional em praticamente todos os países e, embora tenha sido adaptada para diferentes realidades territoriais, seus objetivos e elementos básicos fundamentais são amplamente aceitos (FOWLER & AGUIAR, 1993; MORGAN, 2012).

No Brasil, a AIA, em associação com o LA, está prevista pela PNMA desde a sua publicação em 1981 (BRASIL, 1981). O LA é definido como o procedimento administrativo destinado a licenciar atividades ou empreendimentos utilizadores de recursos ambientais, efetiva ou potencialmente poluidores ou capazes, sob qualquer forma, de causar degradação ambiental (BRASIL, 2011).

Na MMP, a AIA e o LA são conduzidos pela Companhia Ambiental do Estado de São Paulo (CETESB), órgão ambiental estadual, ou por órgãos municipais de meio ambiente, dependendo da natureza do empreendimento, porte e potencial poluidor. Contam, contudo, com a participação de órgãos intervenientes que têm como atribuição a tutela de bens específicos em matéria ambiental, como é o caso, por exemplo, de intervenção em UC ou outorgas de uso da água. Sendo assim, a aplicação de AIA e LA na MMP se dá em um ambiente de alta complexidade, tanto do ponto de vista **territorial**, como também institucional e de governança, envolvendo aspectos ambientais, a **participação** de múltiplos atores e instituições em diferentes **escalas**.

A pesquisa desenvolvida por Ramalho (2022) tem como seus elementos fundantes o debate sobre as múltiplas dimensões da relação entre a AIA e o planejamento (GLASSON & SALVADOR, 2000; LAWRENCE, 2000, 2003; SÁNCHEZ, 2008). A AIA e o LA foram concebidos como instrumentos de planejamento e controle, pautados na avaliação técnica e sistemática de po-

tenciais impactos ambientais. Sua aplicação revela conflitos relacionados a questões **conjunturais**, que têm sido cada vez mais centrais nos estudos sobre o tema e dialoga com os elementos da estrutura analítica proposta.

Com o olhar para a MMP, é possível discutir alguns desses elementos, considerando especialmente a aderência da AIA à racionalidade tecnicista do **modelo de planejamento** vigente e seus limites. Nessa perspectiva, o **papel do planejador**, enquanto técnico especialista, politicamente neutro mas detentor do **conhecimento** e atuando a favor do interesse público (ALLMENDINGER, 2017; ACHEAMPONG, 2019), correlaciona-se com o papel dos agentes do órgão licenciador. A **participação social** é legalmente prevista, porém não vinculante à tomada de decisão e se dá, via de regra, de forma protocolar e incapaz de considerar outras **formas de conhecimento** para além das informações técnicas dos estudos ambientais.

Nesse sentido, **valores** intrínsecos ao modelo racional de planejamento aparecem na aplicação da AIA. Elementos **conjunturais**, do ambiente social e de planejamento impactam a aplicação do instrumento e devem ser considerados nas análises sobre sua efetividade.

Pagamento por Serviços Ambientais

O PSA foi discutido em pesquisa de mestrado já concluída (FAZZA, 2019), que buscou analisar sua aplicação no município de Santo André – SP. Verifica-se, de início que, embora associado à mesma **conjuntura** de iminência da temática ambiental e da sustentabilidade em âmbito global, o PSA, diferentemente dos instrumentos anteriores, é um instrumento de estímulo econômico para a conservação ambiental, que considera os princípios do "usuário-pagador" e "provedor-recebedor" (PAGIOLA et al., 2012). Ao contrário da regulação que proíbe ou restringe o uso de determinado recurso natural, o PSA valora e cria um incentivo econômico para a conservação.

Essa visão de valoração surge a partir dos trabalhos de Costanza (1989) sobre capital natural e sustentabilidade aplicados em uma extensão **territorial** determinada, seja em uma bacia hidrográfica ou em um município. Considerando os elementos organizados na estrutura analítica (Figura 1), especificamente a partir da dimensão do ambiente social (linha pontilhada inferior), a visão de valoração (econômica) da natureza

é pautada em um **valor** neoliberal que influenciou um modelo de sustentabilidade e molda essa característica específica que embasa o PSA.

Apoiado em experiências internacionais e na perspectiva de uma economia verde, no Brasil, o exemplo pioneiro aconteceu na cidade mineira de Extrema em 2005, com o Programa Conservadores das Águas. Inúmeros projetos usam o PSA como instrumento de gestão ambiental, por exemplo, nos Estados Unidos foi promovido incentivo econômico para as práticas de conservação do solo em áreas rurais ainda em 1985 e na Costa Rica a implementação do PSA se iniciou em 1996 (FAZZA, 2019).

Para Arriagada e Perrings (2009), o instrumento PSA precisa de normativa para sua implantação, ou seja, são necessários que os critérios sejam previstos em uma regulamentação específica, seja por meio de legislação, termo de compromisso ou contrato. Desta forma a aplicação do PSA se insere no **sistema de planejamento** e deve ser aplicado de forma articulada com outras ferramentas de conservação e ordenamento territorial. Outra condição importante para a aplicação do instrumento PSA são os recursos que custeiam o pagamento ou implementação dos programas. Nesse contexto, é necessário ter a definição de quem são os financiadores ou as fontes de recurso, além da previsão de recurso por um período definido no programa de PSA. Em 2007 se iniciou a discussão no âmbito federal de projetos de lei para PSA. Dentre tramitações, arquivamentos e desarquivamentos, em 14 de janeiro de 2021 foi promulgada a Lei n° 14.119 que institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA), dando regulamentação específica ao instrumento PSA, apresentando os conceitos, ordenando e demais aplicações (BRASIL, 2021). O Art. 5ª desta lei apresenta as diretrizes legais e aponta o PSA "como instrumento de promoção do desenvolvimento social, ambiental, econômico e cultural das populações em área rural e urbana" (BRASIL, 2021), consolidando um ambiente **político** propício para a difusão do instrumento. Vale destacar que a PNPSA considera a área urbana como provedora de serviços ambientais, o que representa um avanço para municípios que não possuem áreas rurais e são produtoras de água, por exemplo.

No estado de São Paulo, o regramento que institui e regulamenta a Política de Mudanças Climáticas (ESTADO DE SÃO PAULO, 2009; 2010) reconhece o PSA como estratégia de conservação e permite que seja associ-

ado ao Programa de Remanescentes Florestais (PRF), entretanto, reconhece as áreas rurais como provedoras de serviços ambientais. Desta forma, a **política** incorpora a sustentabilidade como um **valor** e articula sua aplicação a estruturas do **sistema de planejamento** organizadas para a aplicação de outros instrumentos correlatos, em diferentes **escalas**.

As florestas geram inúmeros Serviços Ecossistêmicos (SE) (NAHLIK et al., 2012), sendo elas localizadas em áreas rurais ou urbanas. No entanto, em alguns lugares, os Serviços Ambientais (SA) estão comprometidos devido à ocupação humana e às intervenções irregulares (GUEDES & SEEHUSEN, 2011). Nesse sentido, o PSA surge como um mecanismo que fortalece a gestão ambiental, melhora a qualidade ambiental (PAGIOLA & GLEHN; TAFARELLO, 2012) e social do local onde é aplicado (PAGIOLA & BISHOP; LANDER-MILLS, 2005). Os estudos de caso explorados por Fazza (2019) elucidam formas distintas e inovadoras de aplicação de PSA, utilizando fontes de recursos baseadas no princípio "usuário-pagador", não amparadas pelas leis apresentadas anteriormente e abertas à **participação social**. Estas incluem a inserção de diferentes atores, como sociedade civil ou organizações não governamentais (ONGs) engajadas na gestão socioambiental, e novas **formas de conhecimento** ao **sistema de planejamento** conduzidas de forma autônoma.

É **papel dos planejadores**, sejam gestores públicos ou autônomos, elencar o suporte técnico por meio de grupos organizados, seja pelo Comitê de Bacias Hidrográficas, consórcios intermunicipais, universidades, instituições de pesquisa nacionais e internacionais, ONGs, iniciativa privada, sociedade civil entre outros, com o objetivo de fomentar programas de PSA em seu **território**, alinhados às necessidades ambientais e sociais. A municipalidade pode desenvolver seu próprio amparo legal, relacionando artefatos de planejamento, como PD, Lei de Uso e Ocupação do Solo, e estudos técnicos realizados pelo município, além de ajustar ou criar fundos municipais para executar projetos de PSA (FAZZA, 2019), mecanismos esses que quando são associados considera-se emergentes.

A estrutura analítica aplicada aos artefatos selecionados

Analisar o planejamento em um território complexo como a MMP por meio de uma abordagem multidimensional envolve, necessariamente, a

articulação de diferentes elementos deste campo. O olhar para elementos do sistema de planejamento (como o ambiente jurídico e institucional) deve ainda ser "complementado com a inclusão de outros aspectos culturais do planejamento em diferentes escalas" (GETIMIS, 2012, p. 27).

A discussão dos quatro casos, objeto das pesquisas prévias, sob a ótica da estrutura analítica proposta evidencia a multiplicidade de atores envolvidos no planejamento ambiental, a multiescalaridade e a complexidade de elementos e inter-relações que determinam o funcionamento dos artefatos de planejamento, em consonância com o que vem sendo apontado pelos autores do campo do planejamento, entre eles Knieling, Othengrafen (2009), Reimer (2013), Reimer, Getimis, Blotevogel (2014).

Olhando especificamente para os elementos sistematizados na Figura 1, observa-se que as mudanças climáticas aparecem em todos os casos analisados como conjuntura e força motriz. O desafio e urgência em torno da situação, como o agravamento de eventos extremos, gera uma pressão sobre o planejamento ambiental, tanto sobre a dinâmica natural, quanto sobre os instrumentos em si, que passam a considerar estratégias de enfrentamento às mudanças climáticas, e sobre os valores que influenciam o campo.

A escala macrometropolitana ainda torna mais evidente a alta complexidade (e heterogeneidade) territorial, institucional e de governança. Os casos apontam a relevância da questão escalar na influência ao planejamento, por exemplo, ao jogar luz sobre a relação entre as especificidades na forma de participação em cada escala e os valores manifestados em seus respectivos planos.

Considerando o conjunto de valores e práticas formalizados, ou não, em estruturas institucionais complexas e multidimensionais, ou normativas que se descortinam a partir da análise dos casos, é possível apontar dinâmicas de mudanças e permanências no processo de planejamento ambiental na e da MMP. Apesar dos limites do modelo de planejamento racional diante dos desafios socioambientais atuais, a racionalidade tecnicista não desapareceu da prática de planejamento. Há certo conjunto de restrições à efetiva participação social no planejamento ou em como os discursos se alteram em função do grau de participação, essa variação depende da escala em que o planejamento ocorre e dos instrumentos que estão sendo utilizados. Essa análise aponta para aspectos que evidenciam rupturas entre as várias camadas da abordagem no contexto brasileiro.

Em um esforço de síntese de se aplicar a estrutura analítica (em desenvolvimento) apresentada neste capítulo (Figura 1) aos artefatos de planejamento, identificamos os principais elementos em cada caso e as questões que emergem nesta análise (Quadro 1).

Quadro 1 Sistematização da aplicação da estrutura analítica aos artefatos dos quatro casos.

Artefato	Questões Emergentes	Elementos
Planos Territoriais	As escalas interferem no grau de participação e este interfere no modo como o conceito de sustentabilidade é compreendido nos planos.	Escalas. Participação social. Valores.
UC	UC é um instrumento multiescalar e multinível que articula diferentes atores (incluindo a sociedade) e interage com diversas políticas setoriais. Segue um modelo de planejamento tecnicista, *top-down*.	Escalas. Participação social. Formas de conhecimento; valores.
AIA	Os agentes ambientais exercem papel semelhante ao do planejador especialista. A existência de espaços de participação nem sempre é suficientes para garantir processos efetivamente colaborativos. Limites dos instrumentos estão associados às características do modelo de planejamento tecnicista.	Papel do planejador. Valor. Participação social. Formas de conhecimento. Modelos de planejamento.
PSA	A aplicação do PSA depende de integração com outros artefatos e componentes do sistema de planejamento. Valoração econômica sobre a natureza para conservação ambiental.	Sistema de planejamento. Política. Escala. Valor.

Fonte: Elaboração própria.

Complementarmente às contribuições que emergem das análises dos artefatos de planejamento na e da MMP, a estrutura apresentada neste capítulo, para análise do processo de planejamento (Figura 1), agrega novas perspectivas. Mesmo as pesquisas que subsidiaram os casos discutidos neste capítulo não tendo utilizado esta metodologia originalmente, foi possível identificar aderência na análise.

Todos os casos evidenciaram, por exemplo, a relevância do debate sobre participação social e escalas em suas análises. Além destes, outros elementos que se destacaram foram o próprio sistema de planejamento, o papel dos planejadores, formas de conhecimento e as relações de poder. Ainda assim, os demais também apareceram em ao menos um dos casos. Essa leitura, identificando se, e como, os elementos sistematizados por Rosseto (2020) (Figura 1) aparecem nas pesquisas, reforça a importância e relevância do modelo analítico proposto.

A exemplo do que emergiu neste capítulo, as análises feitas aqui evidenciaram o quanto o planejamento é um espaço de disputa entre interesses e visões de mundo divergentes e como os processos participativos trazem à tona esses conflitos. E, ainda, as possibilidades de pesquisas e análises a partir da abordagem teórico-metodológica expressa na estrutura analítica apresentada neste capítulo.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9 e bolsa 2019/18462-7.

Referências

ACHEAMPONG, R. A. **Spatial Planning in Ghana**. Springer Nature Switzerland AG, 2019.

ACSELRAD, H. **Sentidos da sustentabilidade urbana**. In: ASCELRAD, H. (Org.). A duração das cidades: Sustentabilidade e risca nas políticas urbanas. 2ª ed. Rio de Janeiro: Lamparina, 2009.

ALLMENDINGER, P. **Planning Theory**. 3rd. ed. London: Macmillan Education UK, 2017.

ARRIAGADA, R.; PERRINGS, C. Making Payments for Ecosystem Services Work. **Ecosystem Services Economics**, UNEP, 2009, 33p.

BECALLI, L. K.; MARENGO, J. A.; LUEDEMANN; G. **Mudanças climáticas e os desafios brasileiros para implementação da Nova Agenda Urbana**. In: O Estatuto da Cidade e a Habitat III: um balanço de quinze anos da política urbana no Brasil e a nova agenda urbana. COSTA, M. A. (Org.). Brasília: Ipea, 2016.

BECK, U. **A Metamorfose do Mundo**: novos conceitos para uma nova realidade. Rio de Janeiro: Zahar, 2018.

BENSUSAN, N. **Conservação da Biodiversidade em Áreas Protegidas**. Editora FVG, Rio de Janeiro, RJ, Brasil, 2006.

BERBER SARDINHA, T. **Linguística de Corpus**. Barueri, SP: Editora Manole, 2004.

BRASIL. **Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981**. Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasil, 31 ago. 1981.

_____. **Lei 9.985, de 18 de julho de 2000**. Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Diário Oficial da União, 19 jul. 2000. p. 1.

_____. **Lei 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, Seção 1, 11 jul. 2001. p. 1.

_____. (Senado Federal). **Convenção sobre Diversidade Biológica e Legislação Correlata**. Brasília, DF, vol. 10, 2008. 87p.

_____. **Lei Complementar nº 140**, de 8 de dezembro de 2011, Fixa normas, nos termos dos incisos III, VI e VII do do parágrafo único do art. 23 da Constituição Federal e altera a Lei no 6.938, de 31 de agosto de 1981. Diário Oficial da União, 08 dez. 2011.

_____. **Lei 13.089, de 12 de janeiro de 2015**. Institui o Estatuto da Metrópole, altera a Lei no 10.257, de 10 de julho de 2001, e dá outras providências. Diário Oficial da União, Brasil, 13 jan. 2018. p. 2.

_____. **Lei nº 14.119, de 13 de janeiro de 2021**. Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais; e altera as Leis nºs 8.212, de 24 de julho de 1991, 8.629, de 25 de fevereiro de 1993, e 6.015, de 31 de dezembro de 1973, para adequá-las à nova política. Diário Oficial da União, Brasil, 14 jan. 2021. Atos do Poder Legislativo, Edição 9, Seção 1, p. 7.

CAMPBELL, S. Sustainable Development and Social Justice: Conflicting Urgencies and the Search for Common Ground in Urban and Regional Planning. **Michigan Journal of Sustainability**, v. 1. 2013.

CASTRO, H. R. de; SANTOS JUNIOR, W. R. dos. A expansão da macrometrópole e a criação de novas RMs: um novo rumo para a metropolização institucional no estado de São Paulo? **Cadernos Metrópole**, São Paulo, v. 19, n. 40, p. 703-720, dez. 2017.

COSTANZA, R. What is ecological economics?. **Ecological Economics**, 1. p.1-18, 1989.

COSTA, H. S. de M. **A trajetória da temática ambiental no planejamento urbano no Brasil**: o encontro de racionalidades distintas. In: COSTA, G. M. (Org.) Planejamento urbano no Brasil: trajetória, avanços e perspectivas. Belo Horizonte: C/Arte, 2008.

DRYZEK, J. S. **The Politics of the Earth**: environmental discourses. 3º ed. Oxford: Oxford University Press, 2013.

ESTADO DE SÃO PAULO. Lei nº 13.798, de 29 de outubro de 2009. Institui a Política Estadual de Mudanças Climáticas – PEMC. **Diário Oficial**, São Paulo, Executivo, 10 nov. 2009. p. 1.

_____. Decreto nº 55.947, de 24 de junho de 2010. Regulamenta a Lei nº 13.798, de 9 de novembro de 2009, que dispõe sobre a Política Estadual de Mudanças Climáticas. **Diário Oficial**, São Paulo, Executivo, 25 jun. 2010. p. 1.

_____. **Plano de Ação da Macrometrópole Paulista. 2013-2040**: política de desenvolvimento da macrometrópole. Vol. 1 a 4. São Paulo: Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A. (Emplasa), 2014.

_____. Lei nº 17.056, de 05 de junho de 2019. Autoriza o Poder Executivo a adotar providências relacionadas à extinção e incorporação das empresas que especifica e dá providências correlatas. **Diário Oficial**, São Paulo, 6 jun. 2019. p. 1.

FAIRCLOUGH, N. **Critical discourse analysis**: the critical study of language. London and New York: Longman, 1995.

FAZZA, E. V. **A abordagem dos Serviços Ecossistêmicos na Bacia Hidrográfica do Reservatório Billings (SP)**: aplicação do instrumento Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) na Macrozona de Proteção Ambiental do Município de Santo André (SP). 2019, 126f. Dissertação. Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território, Universidade Federal do ABC, São Bernardo do Campo, 2019.

FOWLER, H. G; AGUIAR, A. M. D. de. Environmental impact assessment in Brazil. **Environmental Impact Assessment Review**. v. 13. 1993. p. 169-176.

GLASSON, J; SALVADOR, N. N. B. EIA in Brazil: a procedures–practice gap. A comparative study with reference to the European Union, and especially the UK. **Environmental Impact Assessment Review**. v. 20. 2000. p. 191–225.

GAZZOLA, P.; JHA-THAKUR, U.; KIDD, S.; PEEL, D.; FISCHER, T.. Enhancing environmental appraisal effectiveness: Towards an understanding of internal context conditions in organisational learning. **Planning Theory & Practice**, 2011, 12.2: 183-204.

_____. Reflecting on mainstreaming through environmental appraisal in times of financial crisis—From 'greening'to 'pricing'?. **Environmental Impact Assessment Review**, 2013, 41: 21-28.

GETIMIS, P. Comparing Spatial Planning Systems and Planning Cultures in Europe. The Need for a Multi-scalar Approach, **Planning Practice and Research**, 27:1, 25-40, 2012. doi: 10.1080/02697459.2012.659520.

GONÇALVES, V. M. **Escalas de planejamento e seus respectivos discursos: sustentabilidade nos documentos da Macrometrópole Paulista**. Orientadora: Luciana Rodrigues Fagnoni Costa Travassos. Dissertação (Mestrado em Planejamento e Gestão do Território) – Universidade Federal do ABC, São Bernardo do Campo, 2022.

GUEDES, F. B.; SEEHUSEN, S.E. (Org.). Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios. Brasília: MMA, 2011. **Série Biodiversidade**, 42. 272p.

IPEA (INSTITUTO DE PESQUISA ECONÔMICA APLICADA). **Caracterização e Quadros de Análise Comparativa da Governança Metropolitana no Brasil**: Arranjos Institucionais de Gestão Metropolitana. Relatório. Brasília, DF. 2013. Acesso em: 20 jan. 2020. Disponível em <http://www.ipea.gov.br/redeipea/images/pdfs/governanca_metropolitana/rel_1_1_rm_sao_p aulo.pdf>

JAY, S.; JONES, C.; SLINN, P.; WOOD, C. Environmental impact assessment: Retrospect and prospect. **Environmental Impact Assessment Review**, v. 27, p. 287–300, 2007.

LAWRENCE, D. P. Planning theories and environmental impact assessment. **Environmental impact assessment review**, 2000, 20.6: 607-625.

_____. **Environmental impact assessment: practical solutions to recurrent problems**. John Wiley & Sons, 2003.

KNIELING; OTHENGRAFEN (Eds.). **Planning Cultures in Europe: Decoding Cultural Phenomena in Urban and Regional Planning**. London: Routledge, 2009. doi.org/10.4324/9781315246727

LEONEL, A. L.; ZIONI, S.; MOMM-SCHULT, S. I. **Macrometrópole Paulista**: Apontamentos sobre uma nova unidade de planejamento In: XIX Encontro Nacional da Associação Nacional de Pós-Graduação e Pesquisa em Planejamento Urbano e Regional (Enanpur). Natal, 2019.

MCENERY, T.; WILSON, A. **Corpus Linguistics**: an introduction. 2ed. Edinburgh: Edinburgh University Press, 2001.

MOMM, S.; TRAVASSOS, L.; GRISA, G. F.; FALCÃO, K. Análises comparativas em planejamento e governança em um cenário de mudanças climáticas. In: XVII Encontro Nacional da ANPUR. **Anais**. São Paulo, FAU USP, 2017.

MORGAN, R. K. Environmental impact assessment: the state of the art. **Impact Assessment and Project Appraisal**, 2012, 30.1: 5-14.

NAHLIK, A. M.; KENTULA, M. E.; FENNESY; M. S.; LANDERS; D. H.. Where is the consensus? A proposed foundation for moving ecosystem service concepts into practice. **Ecological Economics**, v.77, p.27-35, 2012.

PAGIOLA, S.; BISHOP, J.; LANDER-MILLS, N. **Mercados para serviços ecossistêmicos**: instrumentos econômicos para conservação e desenvolvimento. Rio de Janeiro: REBRAF, 2005.

PAGIOLA, S.; GLEHN, H. C. V.; TAFARELLO, D. (Org.). **Experiências de pagamento por serviços ambientais no Brasil**. Secretaria do Meio Ambiente, Coordenadoria de Biodiversidade e Recursos Naturais, São Paulo, 2012. 274p.

RANDOLPH, R. **Do planejamento colaborativo ao planejamento "subversivo"**: reflexões sobre limitações e potencialidades de Planos Diretores no Brasil. Scripta Nova. Revista electrónica de geografia e ciências sociales. Barcelona: Universidade de Barcelona, v. XI, n. 245 (17), 2007.

RAMALHO, P. C. **Avaliação de Impacto Ambiental em diálogo com o Campo do Planejamento: o caso das obras de aproveitamento de recursos hídricos para a Macrometrópole Paulista**. Tese de Doutorado em Planejamento e Gestão do Território. Universidade Federal do ABC, 2021.

REIMER, M. **Planning cultures in transition**: Sustainability management and institutional change in spatial planning. Sustainability, v. 5, n. 11, 2013.

REIMER, M., GETIMIS, P., BLOTEVOGEL H. H. (Eds.) **Spatial planning systems and practices in Europe**: A comparative perspective on Continuity and Changes. New York: Routledge, 2014.

ROSSETO, L. S. Elementos da cultura do planejamento: uma breve análise do planejamento urbano no Brasil de 1930 a 1990. In: XVIII Encontro Nacional da ANPUR (ENANPUR). **Anais**. Natal, 2019.

_____. A Cultura como Abordagem para Análise das Práticas no Campo do Planejamento Territorial. **Dissertação**. (Mestrado em Planejamento e Gestão do Território). Universidade Federal do ABC (UFABC). 2020.

SÁNCHEZ, L. E. **Avaliação de Impacto Ambiental**: conceitos e métodos. São Paulo: Oficina de textos, 2008.

SANYAL, B. **Comparative planning cultures**. New York: Routledge, 2005.

_____. Revisiting comparative planning cultures. Is culture a reactionary rhetoric? **Planning Theory & Practice**. 17 (4): 568-662, 2016.

STEAD, D., VRIES, J. de; TASAN-KOK, T. Planning Cultures and Histories: Influences on the Evolution of Planning Systems and Spatial Development Patterns [Editorial]. **European Planning Studies**, v.. 23, n. 11, 2015.

TAVARES, J. Formação da macrometrópole no Brasil: Construção teórica e conceitual de uma região de planejamento. **EURE**, v. 44, n.133, pp. 115-134, 2018.

THORNBURY, S. **What can a corpus tell us about discourse**? In: O'KEEFFE, Anne; MCCARTHY, Michael. The Routledge Handbook of Corpus Linguistics. London: Routledge, 2010.

VILLAÇA, F. J. M. **Uma contribuição para a história do planejamento urbano no Brasil**. In: O processo de urbanização no Brasil. São Paulo: EDUSP, 2010.

WATSON, V. Shifting approaches to planning theory: Global North and South. **Urban Planning**, v. 1, n. 4, p. 32-41, 2016.

XAVIER, L. Y.; TORRES, P. H. C.. A participação popular na construção da Macrometrópole Paulista. **Diálogos Socioambientais na Macrometrópole Paulista**, v. 3, p. 33-36, 2019.

ZIMMERMANN, K.; CHANG, R.; PUTLITZ, A. **Planning Culture: research heuristics and explanatory value**. In SANCHEZ, T. W. (eds.). Planning Knowledge and research. New York: Routledge, 2018.

ZIMMERMANN, K; MOMM, S. **Planning systems and culturesin global comparison**. The case of Brazil and Germany, International Planning Studies, (2022). doi.org/10.1080/13563475.2022.2042212.

ZIONI, S.; TRAVASSOS, L.; MOMM-SCHULT, S. I.; LEONEL, A. L. **A Macrometrópole Paulista e os desafios para o planejamento e gestão territorial**. In. TORRES, P. H. C.; JACOBI, P. R.; BARBI, F.; GONÇALVES L. (Org.) Governança e Planejamento Ambiental: adaptação e políticas públicas na Macrometrópole Paulista. São Paulo: Letra Capital, 2019.

Capítulo 8

Da construção social dos riscos à transição sociotécnica: discutindo possibilidades de enfrentamento às inundações urbanas na MMP

Rodolfo Moura, Robson Moreno, Rosana Laura, Samia Sulaiman, Giovanna Rosseto, Amauri Pollachi, Luana Braz Villanova, Rosilene Santos, Kátia Canil, Luciana Travassos e Sandra Momm

Uma apresentação breve do risco como produto social

Uma das características do grupo *Territorialidades, espacialidades e inovação na governança ambiental* (G2) é a diversidade de pesquisas, o que se torna uma oportunidade para a integração de conceitos e abordagens científicas na compreensão do território, considerando o uso e ocupação do solo, as políticas públicas e formas de convívio e o enfrentamento de conflitos e adversidades pela sociedade. Pesquisadoras e pesquisadores do grupo buscam retratar de forma crítica e articulada esses cenários, unindo o repertório do Laboratório de Gestão de Riscos (LabGRis) e do Laboratório de Planejamento Territorial (LaPlan), ambos da Universidade Federal do ABC (UFABC), para construir, dentre outras atividades, uma leitura integrada e transdisciplinar entre a construção social dos riscos e a transição sociotécnica.

Em muitas das médias e grandes cidades brasileiras, em especial as localizadas na Macrometrópole Paulista (MMP), a ocorrência de desastres, como por exemplo as inundações, evidencia problemáticas socioambientais urbanas que se tornaram constitutivas. Ou seja, é reflexo do modelo de desenvolvimento brasileiro, que promoveu, e segue promovendo, uma urbanização predatória, desigual e ambientalmente insustentável. Portanto, partimos da perspectiva de que o desastre é a materialização do risco, produzido por formas de ocupação do território, das relações sociais, e de

escolhas políticas e econômicas adotadas ao longo do tempo, sendo assim, fundamentalmente uma construção social (VEYRET & RICHEMOND, 2007).

Tratar os riscos como parte das escolhas da sociedade não é negar as dinâmicas dos fenômenos naturais, mas sim, compreender a relevância dos processos sociais, econômicos e políticos que os geram e/ou influenciam (CANIL et al., 2020). Por mais que esse entendimento tenha se fortalecido a partir dos anos 1980, as ações para redução de riscos de desastres (RRD) não consideram diretamente a sociedade como responsável, sendo os desastres ainda vistos como fatalidades. Auxilia essa discussão a reflexão feita por Lavell e Maskrey, em que:

> A RRD como paradigma continua a ser impulsionada pela noção cada vez mais desatualizada de que desastres são choques exógenos e imprevistos que afetam os sistemas econômicos e sociedades que estão funcionando normalmente em vez de indicadores endógenos de desenvolvimento fracassado ou distorcido, de processos econômicos e sociais insustentáveis e insanos e de sociedades mal adaptadas. Sob o verniz tecnocrático da RRD, a visão dos desastres como "Atos de Deus" (ou da "Natureza") ainda ressoa. (LAVELL & MASKREY, 2014, p. 270)

A partir de um olhar que coloca a ação do homem como dissociável da natureza, o enfrentamento e as medidas de mitigação de riscos e resposta a desastres são, preferencialmente, de controle da natureza e ocorrem por meio de obras tecnocráticas de engenharia (YOUNG et al., 2019). Tais soluções, como a canalização de rios ou os aclamados piscinões, não questionam a produção do risco, por exemplo o que gera as inundações. Dessa maneira, explicitam a incapacidade e a negligência de especialistas, cientistas e tomadores de decisão para identificar e abordar as causas subjacentes à construção social do risco, pois isso conduziria a questionar os imperativos normativos, as necessidades das elites e os estilos de vida do atual sistema socioeconômico globalizado (ALEDO & SULAIMAN, 2014; BRENNER, 2018). Essa perspectiva é apresentada na seção II deste artigo sobre as situações adversas na Macrometrópole Paulista com foco no desafio das inundações urbanas.

No entanto, é possível identificar, analisar e, principalmente, dar visibilidade a experiências em curso que propõem uma contraposição observável ao paradigma tecnicista e às estratégias de ação com foco na construção social dos riscos, ilustrados na seção IV deste artigo, que aborda nichos experimentais a partir do repertório das transições sociotécnicas, abordagem definida por Geels (2002; 2011), e que é apresentada na seção III. As Considerações Finais, seção V, reforçam que o enfrentamento de um problema multicausal, como são os desastres socioambientais, em especial na MMP, não se pode pautar em respostas monofuncionais convencionais que mantém a insustentabilidade urbana.

Situações adversas na MMP: o desafio das inundações urbanas

Em um cenário de mudança do clima, as cidades são palco de diversos tipos de crises relacionadas ao meio ambiente e aos recursos naturais, ocasionando impactos econômicos e acentuando a vulnerabilidade social de grande parcela da população que possui dificuldades estruturais e baixa capacidade adaptativa (NOBRE, 2010).

Inúmeros são os riscos decorrentes das mudanças climáticas globais relacionados às dinâmicas da natureza, como as relacionadas à água. Nesse cenário estão a alta intensidade pluviométrica, que pode levar à ocorrência de inundações e deslizamentos, alternada com períodos cada vez mais longos de secas e, consequentemente, de escassez hídrica; a contínua elevação do nível do mar; os conflitos e a concorrência pelo uso da água. Esses são apenas alguns dos frutos referentes à situação insustentável vivenciada na atualidade (SCHNEIDER, 2001; TRAVASSOS et al., 2020; MOMM et al., 2021).

Cabe destacar as observações de Ferreira (2019) sobre outro fenômeno que tende a ser recrudescido pelas mudanças do clima, as ilhas de calor[1]. Tal processo pode ser resultado da morfologia urbana, tamanho da cidade, aumento de superfícies impermeabilizadas, redução de vegetação, entre outros fatores. Seus efeitos podem impactar o clima local e regio-

1. As ilhas de calor, ou seja, a diferença de temperatura entre as superfícies de áreas urbanas, em geral, cobertas por revestimentos impermeáveis como asfalto, concreto etc. e mais quentes, e seu entorno, coberto por vegetação ou solo úmido, mais frias.

nal como também os recursos hídricos, a qualidade do ar, a saúde, a biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas, e resultam, além disso, em mudanças na umidade relativa do ar, tempestades e inundações (MIKAMI, 2005).

Esses fenômenos estão intrinsecamente ligados às interações entre o processo de urbanização e as mudanças climáticas, tanto na direção dos impactos com origem em áreas urbanas que contribuem para ampliar os efeitos dessas mudanças, como na direção contrária dos efeitos negativos das alterações climáticas que afetam as áreas urbanas (NOBRE et al., 2010).

Artigos recentes ilustram a influência dos eventos extremos e a distribuição de riscos e desastres associados a processos de inundação e escassez hídrica na MPP apontando como a população é afetada de maneira desigual no território, algo que está atrelado à dinâmica de produção do espaço dessa região e aos aspectos de vulnerabilidade de sua população (CANIL & LAMPIS; SANTOS, 2020; TRAVASSOS et al., 2020; CANIL et al., 2021; TORRES et al., 2021; MOMM et al., 2021).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1,4 milhão de pessoas vivem em áreas de risco de deslizamentos, enxurradas e inundações na MMP (MOURA & SILVA, 2020). Além desse contingente, há uma parcela muito maior da população que é afetada direta e indiretamente. Essa é uma situação verificada a cada ano, com maior ou menor gravidade e impacto que ocorre principalmente nos períodos de verão, época de chuvas mais intensas e prolongadas no sudeste brasileiro, e que se intensifica em uma perspectiva concreta de mudança climática.

Em face da realidade em que eventos extremos de precipitação convivem com períodos de escassez (DE ARAÚJO et al., 2020), mesmo em locais consolidados, os padrões de infraestrutura (monofuncional) e serviços urbanos não são suficientes para lidar com o cenário de variabilidade climática (DEPIETRI & MCPHEARSON, 2017), além de, em alguns casos, intensificarem os processos do meio físico. Por exemplo, as canalizações de rios e córregos são grandes responsáveis pela ocorrência de enxurradas, em razão do aumento da vazão e da velocidade de escoamento superficial da água, afora propagar inundações a jusante (TRAVASSOS & MOMM, 2013).

Outra forma de disciplinamento das águas em ambientes urbanos são os grandes reservatórios de retenção (ou detenção) – popularmente co-

nhecidos como "piscinões" -, que compõem o atual modelo dominante e convencional de solução de drenagem urbana para o enfrentamento de grandes inundações na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) (MOURA et al., 2014).

Um exemplo representativo desse cenário é a Região do Grande ABC, situada na sub-região sudeste da RMSP e na porção superior da bacia do rio Tamanduateí. O processo de urbanização da região foi caracterizado pela ocupação intensa de áreas de planícies de inundação de seus rios (MOROZ-CACCIA GOUVEIA, 2010), com a impermeabilização do solo e utilização majoritária de elementos de infraestrutura cinza (reservatórios, canalizações e tamponamentos de rios), prevalecendo a opção urbanística – no mínimo, discutível – antes adotada na capital de São Paulo, em favor da destinação e uso das várzeas por faixas marginais do sistema viário, "encaixotando ou apagando" os cursos d'água do tecido urbano. Essa opção de implantação de infraestrutura tem elevados custos sociais, econômicos e ambientais.

Em março de 2019, um episódio de chuvas intensas causou deslizamentos e inundações na região, e o óbito de 10 pessoas. O Observatório de Políticas Públicas, Empreendedorismo e Conjuntura da Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS) estimou que esse evento levou a uma perda de R$ 1,6 bilhão, prejuízo ocasionado pela queda da produção e a perda de móveis e equipamentos (FERRAZ, 2019). Após esse acontecimento, a principal medida anunciada pelo Governo do Estado foi a construção de mais um "piscinão" entre a capital São Paulo e a Região do Grande ABC, com um custo da ordem de R$ 400 milhões (PINHONI, 2019). Esse breve relato demonstra a opção adotada para tratar um problema mantendo a lógica tecnicista e pouco adaptativa do passado.

Essas infraestruturas cinzas de larga escala (*grey hard infrastructure*) nos sistemas de micro e macrodrenagem tratam de intervenções específicas que buscam minimizar ou controlar inundações e alagamentos. No entanto, não necessariamente elas possuem capacidade adaptativa às condições variáveis do desenvolvimento da cidade (DEPIETRI & MCPHEARSON, 2017). A falta de preparação de espaços urbanos para responder às novas situações ocasionadas pelos impactos da mudança do clima resulta na deterioração contínua das cidades, perda de vidas e de investimentos públicos e privados (BUENO et al., 2012).

As adversidades que permeiam a produção do espaço e o manejo de águas da Região do Grande ABC podem ser também observadas em outros locais da MMP (CANIL et al., 2020). A influência da mudança do clima e, consequentemente, o aumento de eventos extremos são desafios já experimentados nesse território. O caminho que tem sido tomado é, muitas vezes, no rumo da manutenção da condição atual caracterizada por uma baixa capacidade adaptativa e em favor da adoção de medidas estruturais de caráter tecnocrático. Entretanto, o tensionamento desse debate e os exemplos internacionais e nacionais de práticas que conduzem à transição sociotécnica podem trazer uma nova perspectiva de futuro.

A lente da transição sociotécnica e a perspectiva multinível

Entende-se transição sociotécnica como uma mudança na configuração específica de práticas e processos – elementos materiais e sociais que constituem "sistemas sociotécnicos" – que, reforçados ao longo do tempo, resultam em sistemas consolidados e com elevada resistência à mudança (GEELS & SCHOT, 2007). Os sistemas sociotécnicos, por sua vez, são definidos por Geels (2004, p. 900) como o alinhamento entre elementos e serviços essenciais para o suprimento de demandas sociais básicas, como por exemplo: transporte, alimentação, comunicação, entre outros.

Para garantir a estabilidade dos sistemas sociotécnicos existentes, as regras e regimes orientam as percepções e ações dos grupos sociais em que estão inseridos. O alinhamento entre regras gera força para coordenar as atividades em diferentes grupos sociais ou diferentes regimes, podendo eles serem: tecnológicos; políticos; científicos; financeiros; e, socioculturais ou de usuários. Esses regimes são, portanto, interdependentes, mesmo que possuam relativa autonomia, compostos pelo alinhamento entre normas e grupos sociais envolvidos (GEELS, 2004).

Dessa forma, é necessário observar as transições sociotécnicas como processos emergentes, não lineares, cuja velocidade, intensidade e frequência são variáveis imprevisíveis (GEELS, 2002; 2011). Transições reais dependem de elementos catalisadores para ocorrer, sendo essas as forças externas ou nichos experimentais que pressionam por mudanças. O modelo de análise desenhado por Geels (2002; 2004; 2001), denominado Perspectiva Multinível (*multi-level perspective*), além de orientar o enten-

dimento da interação entre os três níveis (regime sociotécnico, nichos e *landscapes*), avalia as multifases dinâmicas do sistema sociotécnico, mediante a adoção de um modelo de padrão evolucionário (BROWN et al., 2013).

A partir da Perspectiva Multinível pode-se compreender características de sistemas sociotécnicos e dos diferentes níveis que os compõem, o que permite inferir a tendência de mudanças ou manutenção de práticas difundidas em um contexto espaço-temporal. A metodologia é baseada na análise da relação hierárquica entre diferentes níveis (configurações sociotécnicas particulares, ou seja, conjunto de práticas), que diferem entre si quanto à abrangência, estabilidade e, principalmente, quanto ao grau de difusão entre os grupos sociais em diferentes escalas de planejamento.

Conforme ilustrado na Figura 1, os níveis apresentam uma relação hierárquica entre si e são classificados em três grupos: nichos tecnológicos, regimes sociotécnicos e paisagens sociotécnicas (também descritos como *landscape),* conforme detalhado no Quadro 1.

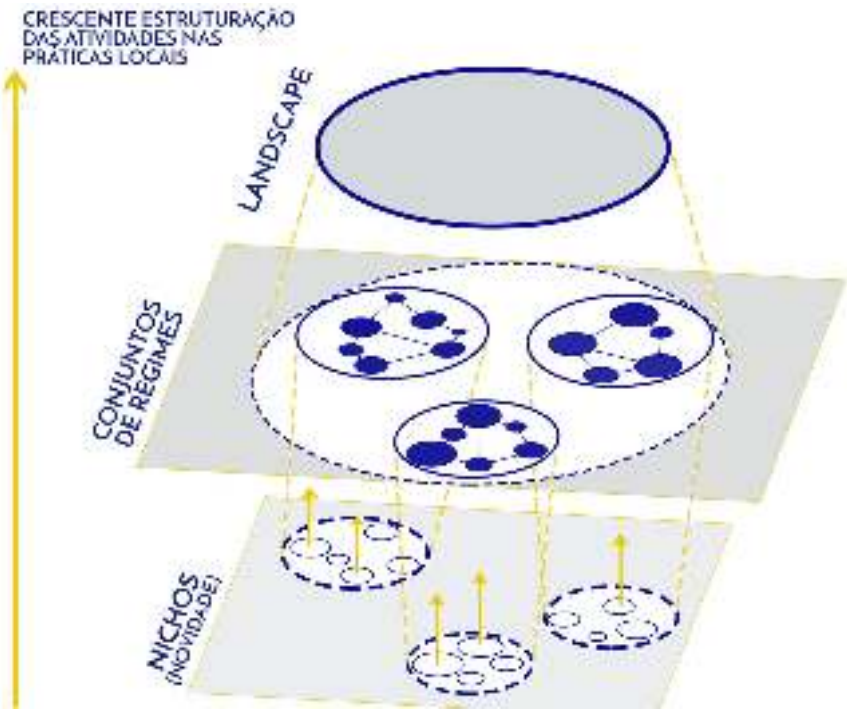


Figura 1 Múltiplos níveis em uma hierarquia aninhada. Adaptado de Geels (2004).

Quadro 1 Multiníveis da transição sociotécnica.

Multiníveis da transição sociotécnica	
Nichos tecnológicos	Partindo da lógica hierárquica entre os diferentes níveis, podem ser descritos como estruturas de inovação, apresentando características de baixa estabilidade, e limitado potencial de difusão no que se refere ao conjunto de práticas consolidadas, mas que se expressam como núcleos experimentais favoráveis para a validação de práticas emergentes.
Regimes sociotécnicos	Apresentam maior estabilidade e poder de influência sobre uma ampla rede de atores e, como consequência, influem sobre lógicas de mercado, artefatos, entre outros aspectos.
Paisagens sociotécnicas (*landscape)*	As *landscapes* representam práticas estáveis e altamente difundidas entre uma ampla parcela da sociedade, com potencial de ditar diretrizes em eixos estruturantes da sociedade, como setores econômicos, políticos e ambientais.

Fonte: GEELS; SCHOT, 2010. Elaboração própria.

Compreendendo que as mudanças ocorrem como uma resultante da associação de múltiplos vetores, a permanência dos riscos – quando compreendida como fruto ou componente da sociedade – pode ser vista como vetor de pressão favorável às mudanças, enquanto as práticas consolidadas se manifestam como forças de resistência favoráveis à manutenção do *status quo*. Analisando o contexto macrometropolitano, a variabilidade climática, a permanência e a reprodução de riscos sistêmicos podem criar oportunidades para a ocorrência de transições sociotécnicas no regime de governança ambiental (MOMM et al., 2021).

Algumas iniciativas vinculadas a projetos e planos setoriais, a projetos de pesquisa e extensão universitária, e a movimentos populares ou ações da sociedade civil operam como nichos experimentais, cujas características se assemelham ao nível dos nichos dos regimes sociotécnicos, são exemplos desse tipo de iniciativas a aplicação de soluções baseadas na natureza((SbN)[2] (ALBERT et al., 2019; YOUNG et al., 2019). Tal concei-

2. Segundo Geels (2004), no nível dos nichos, ou seja, microescala do regime sociotécnico, é onde as alternativas sustentáveis emergem. Apesar do caráter multiescalar, dos fenômenos aqui abordados, nosso foco está nesse nível. Daí a necessidade de explicitar, nesse espaço, a relação dos nichos com as soluções baseadas na natureza como opção para as ações para redução de riscos de desastres. Por isso, os exemplos citados neste capítulo são tratados ao nível de nichos experimentais.

to, segundo Cohen-Shacham et al. (2016), faz uso dos ecossistemas e dos respectivos serviços que são fornecidos para enfrentar os desafios da sociedade contemporânea como as mudanças climáticas, a segurança alimentar e os desastres socioambientais.

As SbN têm sido apresentadas como um conceito "guarda-chuva", abrigando em seu escopo concepções como infraestrutura verde, serviços ecossistêmicos e adaptações baseadas em ecossistemas, entre outros (NESSHÖVER et al., 2017; DORST et al., 2019; SEDDON et al., 2020). Em seu amplo arcabouço estão práticas e processos que podem se integrar a conceitos, como a economia circular, que permitiria a transição a uma sociedade de fato sustentável (PEARLMUTTER et al., 2020).

Por conta de sua característica multiescalar, tais soluções podem abrigar vários instrumentos de planejamento territorial, em que é possível articular desde o manejo da terra em pequena escala, a cobertura vegetal de superfícies construídas, como telhados ou paredes, até a restauração de ecossistemas (HAASE et al., 2017; ALBERT et al., 2019; DORST et al., 2019; PEARLMUTTER et al., 2020). Van der Jagt et al. (2020) ressaltam que uma das características marcantes das soluções baseadas na natureza é ser um sistema de inovação "vivo" voltado para a resolução de grandes desafios sociais.

Apesar de serem pouco abordadas pela literatura de transições sociotécnicas (Ibid.), este artigo utiliza-se de nichos experimentais para analisar exemplos de aplicação de soluções baseadas na natureza para o enfrentamento das inundações urbanas, por proporcionar diversos benefícios ambientais, sociais e econômicos, apoiar estratégias sem-arrependimentos, apresentar custo-benefício positivo, sendo um caminho comum entre a redução de risco de desastres, o enfrentamento às mudanças climáticas e a busca por resiliência e sustentabilidade. A seguir são apresentados exemplos concretos observáveis na MMP que apontam estratégias em curso de enfrentamento às inundações urbanas por meio das soluções baseadas na natureza.

Enfrentando as adversidades a partir de nichos experimentais: quais caminhos percorrer?

Processos e práticas de transição sociotécnica costumam não ser lineares, ou seja, estão mais para choques ou tensionamentos da realidade de presente, no sentido de produzir mudanças exemplares, que para

perdurarem dependerão de todo um contexto social, econômico e político. Ao tratar da problemática relacionada aos extremos pluviométricos, principalmente as inundações urbanas, são observados nichos vinculados a diferentes tipos de atores que, em dado momento, se apresentam como exemplos positivos (*best practices*) e que podem, ou poderiam, ser replicados. Dentre os caminhos possíveis de guinada ou inversão de prioridades, destacam-se as SbN como uma possibilidade de trazer mudanças paradigmáticas de enfrentamento de adversidades.

O conceito de SbN tem sido muito usado nos países do Norte Global e tornou-se elemento de análise e inspiração para pesquisadores, gestores públicos e planejadores, enquanto caminhos para realizar a transição para cidades, de fato, sustentáveis. As intervenções físicas de drenagem urbana podem ser dispositivos convencionais (infraestrutura cinza), ou aqueles com base em sistemas naturais ou sistemas híbridos onde elementos construídos são complementados por sistemas "verdes" com largo uso de vegetação e até materiais de baixo carbono (DEPIETRI & MCPHEARSON, 2017; DURLO & SUTILI, 2012). Para auxiliar essa compreensão cita-se alguns exemplos de intervenções que fazem uso dos conceitos e dos princípios estabelecidos pelas soluções baseadas na natureza na MMP.

O primeiro exemplo, o Parque Linear Ribeirão das Pedras, implantado em Campinas, nasceu como proposta estabelecida por Oliveira (2004), ao desenvolver uma metodologia para recuperação das várzeas objetivando o controle de cheias urbanas. Na primeira parte do projeto, em 1999, restaurou-se cerca de 33,37 ha da mata ciliar ao longo da área de preservação permanente (APP) do curso d'água, junto à implantação de tanques de detenção vegetados e realizando poucas intervenções de obras civis (infraestrutura cinza). As condições apontadas pelo autor para que as vazões de pico se mantenham nos patamares anteriores à urbanização são a implantação de bacias de detenção ao longo do parque e limitar a impermeabilização do solo na bacia do respectivo córrego em 65% (OLIVEIRA, 2004).

Outro exemplo é o Parque Central de Santo André, situado próximo ao centro da cidade. O município possui uma rede de infraestruturas cinzas para o controle de cheias de seus rios, dentre elas sete piscinões. Entretanto, mesmo não sendo contabilizadas nesse número, as lagoas do Parque Central possuem uma capacidade de armazenamento de

60,5 mil m³ e podem ser consideradas como tanques de retenção. Soma-se a essa capacidade a área vegetada e permeável do parque com aproximadamente 364 mil m² (desconsiderando as lagoas).[4]

Além dessas intervenções citadas, apresenta-se dois casos que, além do objetivo de melhorar a qualidade das águas urbanas, atuam também para o amortecimento das cheias e inundações, dado que uma das características das soluções baseadas na natureza é a multifuncionalidade.

O primeiro caso é um tratamento alternativo para um córrego na cidade de Guarulhos. A intervenção foi feita em um trecho de 190 metros que se encontra em canal aberto junto a cerca de 20 residências, em um bairro próximo ao centro. Esse projeto foi coordenado pela Secretaria Municipal de Obras e envolveu demolições, obras civis, paisagismo e a implantação da vazão de base, que é a canalização em tempo seco da drenagem urbana. Nesse trecho, experimentou-se o não lançamento das águas servidas vindas de montante, permitindo apenas o lançamento das águas das nascentes (CAMPOS, 2013). Com a aplicação dessa técnica, foram plantadas algumas espécies arbóreas ao longo das margens do riacho. Embora se trate de uma solução parcial, visto que, por falta de coletores tronco que os conduzam até uma estação de tratamento, os efluentes canalizados na área do projeto voltam ao curso d'água a jusante, essa intervenção propicia uma demonstração de outro caminho para o tratamento de águas urbanas em pequena escala (MORENO & MOMM, 2019).

O segundo exemplo, o manejo das águas urbanas em Suzano, foi feito por um movimento social – a Central Pró-Moradia Suzanense (CEMOS), vinculada à União dos Movimentos por Moradia (UMM). Implantado entre 2013 e 2016 com um mutirão de moradia para a construção de 80 casas, a CEMOS recuperou o trecho da APP do Córrego Jaguaribe em seu terreno – uma área de 2,43 ha – com reflorestamento de espécies nativas. Além disso, foi implantada uma estação de tratamento de esgoto que funciona como um sistema de alagados construídos (*constructed wetland*) (MORENO & POLLACHI, 2019). Os alagados construídos, assim como pân-

3. Dados do Resumo Executivo da Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico de Santo André (conforme decreto 17.165/19 de 1º de março de 2019).

4. Disponível: http://www.semasa.sp.gov.br/drenagem/macrodrenagem/piscinoes/. Acesso em: 14 maio 2021.

tanos e brejos, são locais de transição entre áreas úmidas e secas com a função de ajudar na limpeza e manutenção dos ambientes naturais. Trata-se de um sistema que combina processos físicos, para retenção, filtragem e sedimentação, e biológicos para remoção de cargas poluentes, com plantas que melhoram a qualidade das águas, regulam seu fluxo e propiciam *habitats* para a vida silvestre, além de serem muito eficientes no sequestro de carbono (DOTRO et al., 2017; CHENOWETH et al., 2018)

Casos como esses são amostras de uma gama de ações com uma diversidade de soluções, escalas e atores envolvidos. Não se pretende aqui fazer comparações ou elencar os melhores exemplos de soluções baseadas na natureza, porém ilustrar que essas práticas podem ser entendidas como nichos para a transição sociotécnica. Nesse sentido, o regime estaria associado ao conjunto de regras e instrumentos de gestão consolidados nos núcleos de tomada de decisão no âmbito do planejamento urbano, vinculados a práticas, planos, projetos e programas implementados pela governança da água e pela gestão de riscos ao longo dos anos, reforçando e validando a manutenção de práticas incorporadas pelos atores (praticantes) que o integram. Por sua vez, o nicho estaria relacionado aos componentes e práticas das soluções baseadas na natureza, operando como instrumentos de inovação favoráveis a mitigação de impactos na gestão de riscos e na gestão de recursos hídricos (WWAP, 2018), tal como nos casos aqui relatados em projetos ou intervenções em pequena e média escala.

Trata-se assim de um percurso longo e sinuoso que, mesmo em meio às dificuldades impostas pelo modelo de urbanização vivenciado em muitas cidades grandes e médias na MMP, apoiado pelo sistema sociotécnico vigente que dificulta mudanças nas práticas sociais e mantém o *status quo* de intervenção, demonstra que há possibilidades de mudanças que podem levar a uma transição sociotécnica, com exemplos reais de inovações alternativas que apontam para caminhos de superação da influência restritiva do regime.

Nesse caso, as inovações, foram crucialmente dependentes da ação dos nichos tecnológicos. Kemp et al. (1998) sugerem uma ferramenta analítica, o *Strategic Niche Management* (SNM) que trata da criação e do desenvolvimento de espaços de proteção para o uso de novas tecnologias, por meio de experimentação. Nesses "espaços de proteção" foi possível

o desenvolvimento de práticas como as soluções baseadas na natureza, que puderam ocorrer dentro de um ambiente propício para sua execução, pois seu desempenho poderia não ser suficientemente competitivo no ambiente de seleção do regime, que, como apontado, privilegia intervenções de engenharia de caráter tradicional. Para que esse processo ocorresse, nos casos demonstrados a proteção de nicho foi oferecida por prefeituras, universidades e movimentos sociais. Contudo, o sucesso do nicho depende do envolvimento, ainda, de círculos mais amplos de atores com maior influência sociopolítica. Somente assim é possível mobilizar a legitimidade social da inovação aplicada.

Nichos sustentáveis compreendem redes de experimento do mundo real que surgem de relações de valorização de aspectos de integração urbano-ambiental resilientes, resultando em práticas sociotécnicas social e ecologicamente benignas (Smith et al., 2010). Mesmo com a ampliação da implantação, desenvolvimento e estabilização de nichos é fundamental que haja uma pressão de *landscape* sintonizada com a mudança, pois a chave para que uma transição sociotécnica de fato ocorra é a interação dos três níveis: nichos, os regimes e a *landscape* (SOVACOOL & HESS, 2017).

Considerações finais

A convivência com situações adversas, como o risco, pode ser compreendida como um problema multicausal, que é construído socialmente e que, como outros que fazem parte do cotidiano da população, são provenientes dos processos de produção do espaço. Essas situações são tratadas, muitas vezes, numa lógica de respostas monotemáticas, monocráticas, monofuncionais e cujo norte é a manutenção do sistema atual, já que os regimes tendem a (re)produzir padrões de desenvolvimento tecnológico convencionais.

Caminhos que podem nos conduzir à mudança nessa lógica e que apontam para uma sociedade mais sustentável e resiliente passam por processos não lineares, muitas vezes, apoiados em nichos de experimentação que buscam mudar ou desafiar o regime, a fim de atingir de fato uma transição sociotécnica. Alguns projetos piloto e intervenções pontuais representam alternativas às soluções tradicionais de engenharia, que ainda

são largamente utilizadas nos dias de hoje, ancoradas pelo sistema sociotécnico vigente.

Mesmo com pressões advindas da *landscape* onde se observa um quadro de incertezas e em que as mudanças climáticas estão em curso – além de outras crises associadas, como a perda de biodiversidade e as crises sanitárias, que devem ser mais frequentes –, a resposta dada pelas experiências empíricas e pesquisas demonstram que a alternativa tem sido a revisão de práticas associadas à lógica monofuncional, de escalas restritivas, herdadas da concepção prevalente e aderentes ao modelo de urbanização do século XX.

Consequentemente, o caminho a ser trilhado passa pela superação dos sistemas vigentes, por meio da complementação institucional de requisitos de apoio às práticas emergentes favoráveis à redução de riscos sistêmicos, por meio de uma rede crescente de atores envolvidos. Observa-se, ainda, que as soluções tradicionais de engenharia via de regra sobrepõem-se a um tecido social típico da periferia do sistema econômico. Parcelas consideráveis da população que majoritariamente vivem em áreas urbanas, estão fora dos sistemas formais de planejamento e gestão urbanas e respondem pelo maior percentual de vítimas desse processo que se retroalimenta.

Uma das medidas de enfrentamento de tal quadro, as soluções baseadas na natureza, mostram vários aspectos e oportunidades que precisam ser explorados, dentre eles a escassez de pesquisas e a demanda por conhecimento que tratem da relação dessas com as transições sociotécnicas, como aponta Van der Jagt et al. (2020). Por se tratar de um tema emergente, é compreensível que haja lacunas a serem preenchidas, principalmente considerando a necessidade de responder às condições sociais, ambientais e culturais das diferentes regiões do Sul global.

Isso coloca em evidência o papel estratégico das universidades para a pesquisa e extensão na coprodução de conhecimento e desenvolvimento de inovações alternativas, dessa forma, possibilitando uma maior compreensão das sobreposições de elementos complexos. Consequentemente, é possível induzir, de forma gradual, uma articulação de visões e a concepção de uma rede de apoio que possibilite o surgimento de nichos tecnológicos. Não se trata apenas de cruzar conceitos e pesquisas, mas sim de buscar consensos e conexões a partir do entendimento da necessidade de mudanças paradigmáticas.

Dessa forma, esses nichos passariam a ter forças suficientes para romper com o regime, tornando-se necessárias a pesquisa, implementação e avaliação em um processo de aperfeiçoamento constante e de longo prazo. Pretende-se que tal discussão se traduza em práticas resilientes de implementação das tecnologias alternativas, tais como as soluções baseadas na natureza.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9 e bolsas 2018/12245-1 e 2020/10236-5.

Referências

ALBERT, C.; SCHRÖTER, B.; HAASE, D.; BRILLINGER, M.; HENZE, J.; HERRMANN, S.; GOTTWALD, S.; GUERRERO, P.; NICOLAS, C.; MATZDORF, B. Addressing societal challenges through nature-based solutions: How can landscape planning and governance research contribute? **Landscape and Urban Planning**, 182, 2019. https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.10.003.

ALEDO, A.; SULAIMAN, S. La incuestionabilidad del riesgo. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo, v. 17, n. 4, p. 9-16, Dec. 2014. https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOCEx01V1742014.

BRENNER, N. **Espaços da Urbanização: o urbano a partir da teoria crítica**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2018, 356 p.

BROWN, R. R.; FARRELLY, M. A.; LOORBACH, D. A. Actors working the institutions in sustainability transitions: The case of Melbourne's stormwater management. **Global Environ**. 23, pp. 701–718. 2013.

BUENO, L.; TÂNGARI, V.; PEREIRA, J.; PEZZUTO, C.; MONTEZUMA, R.; REGO, A. Mudanças Climáticas e as Formas de Ocupação Urbana: Processo de Criação de Cenários Socioambientais. **Paisagem e Ambiente**, n. 30, p. 123-136, 30 jun. 2012. https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i30p123-136.

CAMPOS, C. J. **Drenagem Urbana**: Canalização da Vazão Poluída de Base. XVII Exposição de Experiências Municipais em Saneamento da 43ª Assembleia da Associação Nacional dos Serviços Municipais em Saneamento – ASSEMAE. Vitória, 23 de maio de 2013

CANIL, K.; LAMPIS, A.; SANTOS, K. L. Vulnerability and the social construction of risk: a contribution to planning in the São Paulo Macrometropolis. **Cad. Metrop.**, São Paulo, v. 22, n. 48, pp. 397-416, 2020.

CANIL, K.; MOURA, R. B.; SULAIMAN, S. N.; TORRES, P. H. C.; ABREU NETTO, A. L.; JACOBI, P. R. Vulnerabilities, risks and environmental justice in a macro metropolitan scale. **Mercator**. Fortaleza, v. 20. 2021.

CHENOWETH, J., ANDERSON, A. R., KUMAR, P., HUNT, W. F., CHIMBWANDIRA, S. J., & MOORE, T. L. C. The interrelationship of green infrastructure and natural capital. **Land Use Policy**, 2018. https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.03.021

COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.; MAGINNIS, S. Nature-based solutions to address global societal challenges. **IUCN**: Gland, Switzerland, v. 97, 2016.

DE ARAÚJO, G. P.; RODRIGUES, L. S.; DUNDER, B. D.; ZANIRATO, S. H. Planejamento e sustentabilidade urbana: uma análise do Plano de Ação da Macrometrópole Paulista. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 1, 2020. [S. l.], v. 48, p. 75–96, 2020.

DEPIETRI, Y.; MCPHEARSON, T. **Integrating the Grey, Green, and Blue in Cities**: Nature-Based Solutions for Climate Change Adaptation and Risk Reduction. In: KABISH, N.; KORN, H.; STADLER, J.; BONN, A. Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas: Linkages between Science, Policy and Practice. Alemanha: Springer, 2017. cap. 6, p. 91-109. ISBN 978-3-319-56091-5.

DORST, H.; VAN DER JAGT, A.; RAVEN, R.; RUNHAAR, H. Urban greening through nature-based solutions–Key characteristics of an emerging concept. **Sustainable Cities and Society**, v. 49, p. 101620, 2019.

DOTRO, G.; LANGERGRABER, G.; MOLLE, P.; NIVALA, J.; PUIGAGUT, J.; STEIN, O. R.; VON SPERLING, M. Treatment wetlands. **Biological wastewater treatment series** (v. 7). IWA Publishing, London, UK, 2017.

DURLO, M. A.; SUTILI, F. J. **Bioengenharia: Manejo Biotécnico de Cursos de Água**. Santa Maria: Edição do Autor, 2012.

FERRAZ, Y. Em uma semana, região perde R$ 1,6 bilhão com chuvas. **Diário do Grande ABC**. Santo André. mar. 2019.

FERREIRA, L. S. Vegetação, temperatura de superfície e morfologia urbana: um retrato da região metropolitana de São Paulo. 2019. 195p. **Tese (Doutorado)** – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

GEELS, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multilevel perspective and a case study. **Research Policy**, 31, 1257-1274, 2002. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8.

GEELS, F. W. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems. **Research Policy**, 33, 897–920, 2004. https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015.

GEELS, F. W.; SCHOT, J. Typology of sociotechnical transition pathways. **Research Policy**. 36, 399-417, 2007.

GEELS, F. W.; SCHOT, J. **The dynamics of transitions: a socio-technical perspective**. Transitions to sustainable development: New directions in the study of long term transformative change, p. 11-104, 2010.

GEELS, F. W. The role of cities in technological transitions: analytical clarifications and historical examples. In: BULKELEY, H.; BROTO, V. C.; HODSON, M.; MARVIN, S. (Eds.), **Cities and Low Carbon Transitions**. Routledge, Abingdon, p. 13-28. 2011.

HAASE, D. et al. Greening cities – To be socially inclusive? About the alleged paradox of society and ecology in cities. **Habitat International**, 64. 2017. https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.04.005.

KEMP, R.; SCHOT, J.; HOOGMA, R. Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management. **Technology Analysis and Strategic Management**, 10, 175–195, 1998.

LAVELL, A.; MASKREY, A. The future of disaster risk management. **Environmental Hazards**, 13:4, p. 267-280, 2014.

MIKAMI, T. Heat Island gensyo to to shigata syuchugou, the heat island phenomenon and rain storms in urban areas. **Gesuido Kyokai-shi**, v. 42, p. 512-519, 2005.

MOMM, S.; TRAVASSOS, L.; RAMALHO, P.; ZIONI, S. Permanencia y transiciones en la planificación y la crisis hídrica en la Región Metropolitana de São Paulo. **EURE**, 47(140). 2021. http://dx.doi.org/10.7764/EURE.47.140.10.

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na RMSP. **Tese (Doutorado)**. Departamento de Geografia da FFLCH, USP, São Paulo, 2010, 363 p.

MORENO, R. S.; MOMM, S. I. **O conceito de infraestrutura e a gestão de águas pluviais**: A aplicação do conceito de vazão de base em projetos da Região Metropolitana de São Paulo (Brasil). XVII ENANPUR. Natal, maio de 2019.

MORENO, R. S.; POLLACHI, A. **Ecologismo dos Pobres nas Cidades do Sul Global**: Os Assentamentos Precários Como Força Motriz da Recuperação Socioambiental? IX Encontro nacional da ANPPAS, Brasília, 2019.

MOURA, N. C.; PELLEGRINO, P. R.; MARTINS, J. R. Transição em infraestruturas urbanas de controle pluvial: uma estratégia paisagística de adaptação às mudanças climáticas. **Paisagem e Ambiente**, n. 34, p. 107-128, 2014.

MOURA, R. B.; SILVA, L. R. E. Abordagem de riscos socioambientais sob a perspectiva das injustiças territoriais. **Diálogos Socioambientais na Macrometrópole Paulista**, v. 3, n. 8, p. 55-57, 2020.

NESSHÖVER, C. et al. The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. **Science of the Total Environment**, v. 579, p. 1215-1227, 2017. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.106.

NOBRE, C. A. Mudanças climáticas e o Brasil – Contextualização. **Parcerias estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 07-18, 2010.

NOBRE, C. A. et al. **Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas**: Região Metropolitana de São Paulo. Embaixada do Reino Unido, Rede Clima e Programa FAPESP em Mudanças Climáticas, 2010.

OLIVEIRA, P. S. G. Estudo das várzeas visando ao controle de cheias urbanas e a restauração ecológica: o caso do parque linear do ribeirão das Pedras, em Campinas, SP. **Tese (Doutorado)** – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP: 2004.

PINHONI, M. Doria anuncia obra de R$ 400 milhões para construção de piscinão entre São Paulo e o ABC. **G1.** São Paulo. mar. 2019.

PEARLMUTTER, D. et al. Enhancing the circular economy with nature-based solutions in the built urban environment: green building materials, systems and sites. **Blue-Green Systems**, 1 jan. 2020; 2 (1): 46–72.

SCHNEIDER, S. et al. Overview of impacts, adaptation, and vulnerability to climate change. **Climate change**, p. 75-103, 2001.

SEDDON, N.; CHAUSSON, A.; BERRY, P.; GIRARDIN, C. A.; SMITH, A.; TURNER, B; Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 375, n. 1794, p. 20190120, 2020. https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0120.

SMITH, A.; Voß, J.; GRIN, J. Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. **Research Policy**. v. 39, 4, 435-448, 2010.

SOVACOOL, B. K.; HESS, D. J. Ordering theories. Typologies and conceptual frameworks for sociotechnical change. **Soc. Stud. Sci**. 47 (5), 703–750, 2017.

TORRES, P. H. C.; GONÇALVES, D. A.; COLLAÇO, F. M. A.; SANTOS, K. L.; CANIL, K.; SOUSA JÚNIOR, W. C.; JACOBI, P. R. **Vulnerability of the São Paulo Macro Metropolis to Droughts and Natural Disasters**: Local to Regional Climate Risk Assessments and Policy Responses. Sustainability 2021.

TRAVASSOS, L.; MOMM, S. Recuperação socioambiental de fundos de vale urbanos na cidade de São Paulo, entre transformações e permanências. **Cadernos Metrópole**, v. 15, p. 265-288, 2013.

TRAVASSOS, L.; TORRES P. H. C.; DI GIULIO, G.; JACOBI, P.; DE FREITAS, E. D. SIQUEIRA, I. C.; AMBRIZZI, T. Why do extreme events still kill in the São Paulo Macro Metropolis Region? Chronicle of a death foretold in the global south. **International Journal of Urban Sustainable Development**, 2020.

VAN DER JAGT, A. P. N.; RAVEN, R.; DORST, H.; RUNHAAR, H. Nature-based innovation systems. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 35, p. 202-216, 2020. https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.09.005

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. de. **Definições e vulnerabilidades do risco**. In: VEYRET, Y. (Org.). Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. [tradutor Dilson Ferreira da Cruz]. São Paulo: Contexto, 2007. p. 25-46.

YOUNG, A. F.; MARENGO, J. A.; COELHO, J. O. M.; SCOFIELD, G. B.; SILVA, C. C. O.; PRIETO, C. C. The role of nature-based solutions in disaster risk reduction: The decision maker's perspectives on urban resilience in São Paulo state. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 39(April), 2019. http://dx.doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101219.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2018. The United Nations World Water Development Report 2018: **Nature-based Solutions**. Paris, UNESCO.

Parte III
As Pequenas Cidades em um Espaço Metropolizado

Capítulo 9

Vulnerabilidade socioambiental e capacidade adaptativa de pequenas cidades da MMP face à emergência climática

Silvia Zanirato, Guilherme Dias, Isabela Cavaco, Paulo Marcelo de Souza, Ariane Rezende e Fernando Amaral

Introdução

A vulnerabilidade de áreas urbanas às mudanças climáticas tem merecido especial atenção nos estudos e pesquisas, em particular os voltados para os fatores que tornam pessoas e lugares mais propensos a sofrer os impactos decorrentes da variabilidade climática, que devem ser mais acentuados no decorrer deste século (IPCC, 2007; 2014; MARTINS & FERREIRA, 2010; NOBRE & YOUNG, 2011; WOLF, 2011; HAMIM et al., 2014; DI GIULIO et al., 2019; LEAL FILHO et al., 2019). Nessa direção a vulnerabilidade é um conceito chave e a ele se associa a capacidade de adaptação em face da exposição e sensibilidade de espaços urbanos (WOLF, 2011).

Esses temas norteiam o presente texto que tem por objetivo tratar da vulnerabilidade socioambiental e da capacidade adaptativa em pequenas cidades da Macrometrópole Paulista – MMP diante da emergência climática. Para isso são analisados os indicadores mais significativos em termos de vulnerabilidade, consideradas as ações mais urgentes para adaptação que podem ocorrer em nível local e as barreiras que se impõem a essas localidades em relação à necessária adaptação.

Com esse objetivo o capítulo se vale de uma metodologia de análise multivariada, que primeiro recorre à literatura recente sobre o assunto, com textos buscados nas plataformas Web of Science, Scopus e Google Scholar relacionados aos parâmetros temáticos: mudanças climáticas, indicadores de vulnerabilidade e capacidade adaptativa em áreas urbanas e aos parâmetros linguísticos dos idiomas português, inglês e espanhol. A busca

levou à seleção de 39 textos entre os mais citados pelos pares acadêmicos. Esses textos foram lidos e analisados por meio da técnica de análise de conteúdo, fundada em Bardin (2009), qual seja: seleção do corpus a ser analisado e leitura flutuante que traz à reflexão hipóteses e questionamentos pertinentes ao conteúdo dos temas. A análise dessa bibliografia favoreceu sua empregabilidade em relação às vulnerabilidades das localidades escolhidas para este texto: as pequenas cidades da MMP.

O conceito de pequenas cidades difere da percepção popular de "cidades pequenas". As pequenas cidades são aqui consideradas com base nas leituras de Bell e Jayne (2009), Maia (2010) e Corrêa (2011). Trata-se de locais com tamanho, origem e função semelhantes. Todos têm população em torno de 20 mil habitantes, possuem fortes relações com o campo, experimentam crescimento lento e um histórico de enfraquecimento socioeconômico e populacional (podendo inclusive registrar decrescimento populacional). Somados a esses fatores, são locais que apresentam "incipiente oferta de serviços e ainda um comércio bastante restrito" e pouca ou quase nenhuma dinâmica econômica, e que "não conseguem nem mesmo desempenhar uma centralidade em uma microrregião" (MAIA, 2010, p. 22).

Considerando as regiões que formam a MMP e que apresentam maior quantidade de municípios que se enquadram no conceito de pequenas cidades, a pesquisa se voltou para a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte – RMVPLN e Região Metropolitana de Sorocaba – RMS, encontrando 31 municípios considerados pequenas cidades. Para cada um foram buscadas variáveis que favorecem a construção de indicadores. Em seguida foi realizado o agrupamento de indicadores em índices capazes de favorecer a compreensão das vulnerabilidades socioambientais. Um indicador é considerado uma medida ou métrica elaborada a partir de dados verificáveis que condensam complexidade e veiculam informações (HINKEL, 2011). Os indicadores são apropriados para abordar vulnerabilidades de possíveis danos futuros em escalas locais, quando os sistemas podem ser definidos de forma restrita e os argumentos indutivos podem ser construídos (HINKEL, 2011; KABISH et al., 2016).

Também foram consideradas para análise as características do meio físico que tornam o lugar mais ou menos instável a processos desencadeados por eventos climáticos. Essas características comportam dados

relacionados à geologia, geomorfologia, pedologia, clima e hidrografia, que possibilitam melhor compreensão das ameaças naturais e do incremento dessas ameaças em face de atividades antrópicas ligadas às formas de uso e ocupação do solo.

Para a compreensão das vulnerabilidades socioambientais foram consideradas três dimensões de variáveis cumulativas ou sobrepostas: ambiental, social e institucional.

A dimensão social abrange os temas população, trabalho, rendimento, saúde e educação, que possibilitam identificar (in)equidades que aumentam ou diminuem a capacidade de preparação social para a resposta e recuperação em face de um acontecimento perigoso ou de um desastre. A idade, por exemplo, afeta a mobilidade; se requer cuidados especiais; a renda diz respeito à capacidade de absorver danos e de recuperação; o grau de escolaridade indica capacidade cognitiva de interpretação e apropriação das mensagens relativas às ameaças.

A dimensão ambiental comporta aspectos como cobertura vegetal, uso e ocupação do solo e saneamento. A cobertura vegetal e o uso e ocupação do solo permitem identificar remanescentes naturais e áreas que sofreram atividades antrópicas e que, dependendo do tipo de ocupação, podem tornar o entorno urbano mais ou menos propenso a ameaças. As condições de saneamento, por sua vez, permitem se acercar de ações que podem conter ou intensificar processos climáticos, como a erosão, a depender do estado da drenagem urbana, da coleta e tratamento de resíduos, do esgotamento sanitário e da oferta de água tratada. Os eventos hidrológicos podem comprometer o abastecimento de água, a coleta e tratamento de esgotos, a drenagem urbana e o controle de inundações, bem como a coleta e disposição final de resíduos sólidos (BRITTO & FORMIGA-JOHNSSON, 2010).

A dimensão institucional se vale da existência de políticas e ações organizadas destinadas a normatizar os modos de uso e ocupação do espaço e de contenção de riscos. O trabalho com os indicadores implicou na seleção do corpo de variáveis e no agrupamento nas dimensões definidas, seguido da interpretação das dimensões a partir da atribuição de graus de vulnerabilidade na escala de 1 a 5: muito alta (5), alta (4), média (3), baixa (2) e muito baixa (1). Esses graus se fundaram em trabalhos como os de Leal Filho et al. (2019) e do SEADE (2010) e mostraram-se pertinentes agregar valores de diferentes unidades de medida.

A análise das dimensões em seu conjunto resultou na classificação das vulnerabilidades dos municípios, agrupados por região administrativa em Muito alta: muito alta exposição a extremos climáticos com quase nenhuma infraestrutura para enfrentar e acesso muito limitado a meios para se adaptar; Alta: alta exposição a extremos climáticos com pouca infraestrutura para enfrentar e acesso limitado à tecnologia e recursos; Média: exposição moderada a extremos climáticos com alguma infraestrutura para enfrentar e algum acesso à tecnologia e recursos; Baixa: menor exposição (em comparação com os outros), com infraestrutura para lidar, e com acesso mediano a tecnologia e recursos; Muito baixa: pouca exposição e acesso aos meios para lidar com os eventos anunciados (LEAL FILHO et al., 2019).

As condições de vulnerabilidade socioambientais encontradas levaram à definição de prioridades para medidas adaptativas e possibilidades de atendimento das prioridades, a partir das condições encontradas nos municípios selecionados.

Com esse escopo o texto foi organizado de modo a considerar primeiramente a importância de ações adaptativas em espaços urbanos vulneráveis às variações climáticas; na sequência se voltou para as questões que envolvem pequenas cidades, considerando que a maioria das análises referentes a ações adaptativas em áreas urbanas se concentram em cidades de grande e médio porte, resultando em lacunas de conhecimento dessas ações no que se refere ao que se concebe como pequena cidade. Tendo em vista que a maior ou menor vulnerabilidade se faz presente em conformidade com as características físicas do lugar, no texto se fez estudos dessa natureza para as regiões que comportam a maioria das pequenas cidades da MMP: RMVPLN (23 municípios) e RMS (8 municípios). Na continuidade foram apresentados e analisados os indicadores das localidades e definidos graus de maior ou menor vulnerabilidade, que permitiram a ação seguinte de identificação das prioridades de intervenções com vistas à diminuição da vulnerabilidade socioambiental. As barreiras que se apresentam para a consecução de ações adaptativas de responsabilidade pública foram tratadas logo após, e o texto se encerrou com a análise dos desafios que permanecem para que possa haver a diminuição das vulnerabilidades nas pequenas cidades da MMP, contempladas neste estudo.

Mudanças climáticas e medidas adaptativas

As mudanças climáticas representam um sério desafio para o desenvolvimento urbano em face da alta concentração humana que favorece a ampliação de riscos decorrentes de eventos extremos. Segundo dados das Nações Unidas, 54% da população mundial vive em áreas urbanas, proporção que deve aumentar para 66% até 2050 (UN-HABITAT, 2008; LEAL FILHO et al., 2019).

Como resultado desse crescimento urbano as cidades se tornam mais suscetíveis a impactos severos decorrentes de eventos como ondas de calor, ventos fortes, precipitação intensa que provoca tempestades, inundações, deslizamentos de terra ou seca com a escassez de água, entre outros (UN-HABITAT, 2008; LEAL FILHO et al., 2019; NOBRE et al., 2010).

Para diminuir a intensidade dos impactos é fundamental que se adotem medidas adaptativas que permitam às cidades se prepararem, particularmente as relacionadas à infraestrutura e ao oferecimento de serviços básicos (IPCC, 2007; WOLF, 2011; HAMIM et al., 2014; DI GIULIO et al., 2019; LEAL FILHO et al., 2019).

A adaptação às mudanças climáticas corresponde ao que dispõe o Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) e o National Research Council (NRC, 2010) a ajuste em sistemas naturais ou humanos em resposta a estímulos climáticos reais ou esperados ou seus efeitos, que moderam danos ou exploram oportunidades benéficas (IPCC, 2007).

A adaptação é semelhante a outras inovações de política: requer o gerenciamento do enquadramento da questão ao mesmo tempo em que aumenta a conscientização, gera sanções e incentivos, desenvolve opções viáveis e institucionaliza as políticas selecionadas (HAMIM et al., 2014; PASQUINI, 2020).

Os estudos que contemplam ações adaptativas em áreas urbanas, em sua maioria, visam cidades de grande e médio porte, resultando em lacunas de conhecimento dessas ações em cidades pequenas e em cidades localizadas em economias menos desenvolvidas (HAMIM ET AL., 2014; WAMSLER & BRIK, 2014; PASQUINI, 2020; BAUSCH & KOZIOL, 2020). Contudo, são justamente as pequenas localidades em países em desenvolvimento as que devem sofrer com a ausência de infraestrutura e de capacidade de articulação, de sistemas de alerta e de estruturas institucionais capazes de dar resposta aos desastres naturais e impactos ambientais (NOBRE & YOUNG, 2011).

Essas considerações bibliográficas estimulam o estudo aqui desenvolvido, centrado na análise das vulnerabilidades socioambientais e em perspectivas para a adaptação necessária ao enfrentamento da variabilidade climática em pequenas cidades da Macrometrópole Paulista.

A adaptação em pequenos municípios da MMP

O Brasil tem atualmente mais de 80% de sua população vivendo em áreas urbanas, o que aumenta a preocupação com as mudanças do clima nesses espaços (NOBRE et al., 2010). Os impactos tendem a exacerbar os riscos já existentes nas cidades, explicitando as inadequações nas capacidades dos governos locais em lidarem com as deficiências de infraestrutura e de serviços básicos (DI GIULIO et al., 2019).

O Estado de São Paulo, com mais de 43 milhões de habitantes e responsável por mais de 32% do PIB nacional, é um dos precursores na questão climática em face de acordos como a Política Estadual de Mudanças Climáticas (2009) e o Protocolo Climático (2015). Ainda assim, como constatado por Di Giulio et al. (2019), o Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia (Global Covenant of Mayors for Climate & Energy, 2017) contou com adesão de apenas três cidades do Estado de São Paulo entre as 33 cidades brasileiras que firmaram o acordo.

Não obstante, no relatório Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo (2010) se projeta um aumento de 2°C a 4°C na temperatura média anual para o fim deste século, com o aumento no número de dias e noites quentes e a diminuição no número de dias e noites frios (NOBRE et al., 2010). No relatório também é prevista uma elevação média na temperatura da região de 2°C a 3°C entre 2070 e 2100, o que levará a dobrar o número de dias com chuvas intensas (acima de 10 mm) e a agravar as enchentes que são recorrentes em todo verão.

Somado a ele, o Painel Brasileiro de Mudanças do Clima (2013), estima para a região sudeste um aumento de 1°C (2040) e 3°C (2100) nas temperaturas médias regionais, acompanhado de aumento nas chuvas de 5% a 10% até 2040 e 30% até 2100, com ocorrências de tempestades mais intensas, riscos de inundações, enxurradas e deslizamentos de terra e ondas de calor mais frequentes.

Por essas razões, é imprescindível que nas cidades se adotem políticas voltadas à adaptação, com ações de prevenção e proteção em face às vulnerabilidades já presentes e às futuras.

A RMS teve estudos desenvolvidos por Silva e da Silva (2016) que constataram que as temperaturas máximas e mínimas durante o período de 2012 a 2013 mostraram-se elevadas no período de verão e mais baixas no inverno. Também identificaram forte oscilação e maior amplitude térmica nas estações de transição primavera e outono, sendo que nos meses de inverno a umidade relativa do ar ficou abaixo dos 20%.

A possibilidade de incremento de eventos climáticos nas pequenas cidades da parte Nordeste da RMVPLN foi examinada no âmbito do projeto Fapesp 2011/51016-9 "Vulnerabilidade do patrimônio cultural do Vale Histórico Paulista às mudanças climáticas globais". As simulações do clima, utilizando modelos regionais, identificaram cenários futuros (2070) com um aumento médio de 3°C nas temperaturas máxima e mínima e uma leve diminuição da umidade relativa, bem como aumento da precipitação nos períodos de primavera e incertezas em relação aos períodos em que podem ocorrer chuvas intensas (ZANIRATO et al., 2014). Já para a região em torno de Taubaté, as análises de Horikoshi e Fisch (2007), de Santos e Fisch (2016) e de Silva e Fish (2019) indicaram tendência ao aumento nas precipitações e na temperatura do ar. A probabilidade é de aumento de 9,2% das precipitações para o período de 2011-2040 (SILVA & FISH, 2019) e de "um aumento da temperatura média anual do ar em 3,6°C, e um aumento na precipitação acumulada anual em 231 mm, equivalente a aproximadamente 17% da normal climatológica para o intervalo de tempo 2071-2099" (SANTOS & FISCH, 2016, p. 1068).

É sabido que a maior ou menor exposição de lugares aos efeitos da variabilidade climática está relacionada com a localização física e as condições do ambiente natural (PELLING, 2003). Áreas com rochas pouco coesas podem intensificar processos erosivos e se agravarem a depender da altitude, declividade, estabilidade dos solos; intensidade da precipitação, da hidrografia e da densidade e estabilidade da cobertura vegetal. Esses fatores podem resultar também em maior ou menor frequência de inundação.

A exposição dos lugares aos efeitos da variabilidade climática se entrelaça ainda a outros fatores como o tipo de ocupação, a existência de

estruturas de contenção de riscos e à capacidade de organização político/institucional de gestão das localidades com ações preventivas.

Para compreender como e se esses fatores se colocam em relação aos pequenos municípios, objetos desta análise, explicitamos inicialmente a caracterização do meio físico onde se encontram as pequenas cidades da RMVPLN e da RMS.

Caracterização física das regiões em estudo

Os municípios da RMVPLN assinalados como pequenas cidades estão distribuídos pelas terras altas que compõem o Vale do Rio Paraíba do Sul. Situam-se em relevo de escarpas, serras, morros e morrotes constituídos predominantemente por rochas cristalinas, com declividades médias e altas, com valores acima de 15% e formação de solos nas tipologias argissolos, latossolos vermelho – amarelos e cambissolos háplicos, ou seja, solos relativamente rasos. São regiões de elevada suscetibilidade a processos de escorregamentos em função das altas declividades, tipos de solo e presença de blocos rochosos aflorantes em vertentes de encostas (AB´SABER, 2000; SÁTIRO, et al., 2013). A cobertura vegetal compreende florestas ombrófila densa alto montana (Mata Atlântica Alto Montana) e densa montana (Mata Atlântica Montana) nas terras altas das faixas norte e sul de todo o Vale; pastagens, cultivo de eucalipto e áreas urbanas ocupam o lugar da floresta outrora existente. A temperatura média encontra-se em 23°C e o índice pluviométrico anual é em média de 1400 mm, com concentração expressiva (em torno de 70%) entre a primavera-verão (NUNES & CALBETE, 2005), havendo cenários que indicam incremento de 9,2% das precipitações para o período atual – de 2011-2040 (SILVA & FISH, 2019).

As pequenas cidades se distribuem parte nos contrafortes da Serra da Mantiqueira e parte nos contrafortes da Serra do Mar – Bocaina. A porção que se encontra mais próxima à Mantiqueira apresenta altitude e declividade maiores, acima de 30%, e vales profundos. A região é considerada dotada de fatores que favorecem a erosão do solo (AB'SABER, 2000; DEVIDE, 2013).

Por sua vez, os municípios da RMS se encontram em níveis diferentes de altitude, indo de terrenos altos com cerca de 970 metros em torno às Serras de Araçoiaba e de São Francisco, a terrenos baixos e mais ou menos planos, com 500 metros de altitude, junto às margens dos rios

Sorocaba, Alambari, Tietê e Sarapuí. Os solos classificam-se em podozólicos, latossolos e cambissolos e litossolos. O relevo se constitui, principalmente, por colinas e morros baixos onde se veem baixas declividades e terrenos em várzeas sujeitos a inundações periódicas. A vegetação é composta por florestas e campos de cerrado. O cultivo de algodão, as pastagens, a mineração e a ocupação urbana levaram à perda significativa da cobertura vegetal, restando hoje áreas de capoeiras, campos e cerrados e uma vegetação mais expressiva nas unidades de conservação que a região mantém (MANFREDINI, 2015). O clima predominante é segundo classificação de Köeppen o subtropical temperado (Cfa), com média em 21,2 °C e o índice pluviométrico se encontra na média em 1.339 mm (ABREU & TONELLO, 2017).

Na RMVPLN localizam-se os 23 municípios cuja origem (economia cafeeira), tamanho (entre 2500 a 22 mil habitantes) e função (basicamente serviços) permitem a classificação de pequenas cidades. Na RMS as 8 pequenas cidades que têm em comum a origem relacionada à exploração bandeirantista e à atividade tropeira, o tamanho e a função em condições semelhantes às da RMVPLN.

A exposição das pequenas cidades aos efeitos da variabilidade climática se relaciona tanto com a localização física e condições do ambiente natural, como a outros fatores (sociais, ambientais e institucionais) possíveis de serem melhor compreendidos a partir da análise dos indicadores selecionados.

As pequenas cidades à luz da análise dos indicadores

Todas as tabelas que seguem dizem respeito à classificação utilizada pelos autores, cujo método elucidou-se na introdução. Para cada dimensão (social, ambiental e institucional) foram compiladas as variáveis que são especificadas ao longo do texto, e calculado o grau de vulnerabilidade em relação à dimensão indicada.

Os dados referentes à vulnerabilidade social foram obtidos no Índice Paulista de Vulnerabilidade Social – IPVS, elaborado pelo SEADE (2010), que agrega variáveis referidas às condições da população, como número de pessoas por domicílio, domicílios com renda per capita de até meio salário mínimo, responsáveis pelo domicílio com menos de 30 anos de

idade, número de alfabetizados por domicílio, crianças com menos de 6 anos no total de residentes, entre outros. Os dados recolhidos pelo SEADE levaram ao agrupamento em percentuais de setores por município em 7 níveis de vulnerabilidade: 1 – Baixíssima; 2 – Muito baixa; 3 – Baixa, 4 – Média (urbanos); 5 – Alta (urbanos), 6 – Muito alta (aglomerados subnormais) e 7 – Alta (rurais).

Nas Tabelas 1 e 2 observou-se que 9 dos 23 municípios da RMVPLN e 5 dos 8 municípios da RMS têm uma maior concentração nos níveis 5, 6 e 7 – índices de vulnerabilidade alta, muito alta e muito alta rural, cujos valores somados são superiores a 25%, ou seja, indicam que mais de ¼ da população se encontra em alta ou muito alta vulnerabilidade.

Tabela 1 Vulnerabilidade Social RMVPLN.

Município	1 Baixíssima	2 Muito baixa	3 Baixa	4 Média	5 Alta	6 Muito alta	7 Alta - rural	% de Alta e Muito alta
Arapeí				79,60%			20,40%	**20,40**
Areias			12,30%	68,10%			19,60%	**19,60**
Bananal		10,60%		58,00%	13,40%		18,00%	**31,40**
Canas				49,50%	50,50%			**50,50**
Cunha		8,40%		46,30%	5,60%		39,80%	**45,40**
Igaratá		11,70%	9,40%	45,50%	25,90%		7,60%	**33,50**
Jambeiro	15,10%	47,70%	21,80%	15,40%				**0**
Lagoinha		23,20%		64,20%			12,60%	**12,60**
Lavrinhas				76,60%	16,80%		6,60%	**23,40**
Monteiro Lobato		39,40%	24,00%	26,90%			9,70%	**9,70**
Natividade da Serra		15,80%	9,40%	36,30%			38,40%	**38,40**
Paraibuna		36,10%	15,60%	19,90%	2,60%		25,70%	**25,70**
Piquete		23,00%		74,50%			2,50%	**2,50**
Potim				49,50%	50,50%			**50,50**
Queluz		13,30%	9,50%	41,50%	17,60%		18,10%	**35,70**
Redenção da Serra				40,90%	17,50%		41,50%	**59,00**
Roseira		14,50%	8,50%	54,10%	20,00%		2,90%	**22,90**
S. Bento do Sapucaí		305,00%	2,50%	37,10%	8,00%		22,00%	**30,00**

Tabela 1 Vulnerabilidade Social RMVPLN (*continuação*).

Município	1 Baixíssima	2 Muito baixa	3 Baixa	4 Média	5 Alta	6 Muito alta	7 Alta - rural	% de Alta e Muito alta
S. Bento do Sapucaí		305,00%	2,50%	37,10%	8,00%		22,00%	**30,00**
S. José do Barreiro				75,60%			24,40%	**24,40**
S. Luís do Paraitinga		36,50%	2,60%	44,50%			16,40%	**16,40**
Santa Branca	1,40%	12,80%		81,00%			4,80%	**4,80**
Silveiras		31,30%		29,50%			39,10%	**39,10**
St. Antônio do Pinhal	2,50%	24,60%	17,50%	29,10%	7,60%		18,70%	**26,30**

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do IPVS – SEADE, 2010.

Tabela 2 Vulnerabilidade Social RMS.

Município	1 Baixíssima	2 Muito Baixa	3 Baixa	4 Média	5 Alta	6 Muito Alta	7 Alta – Rural	% de Alta e Muito alta
Alambarí		22,60%	10,50%	30,60%	36,30%			**36,30**
Alumínio		36,80%	52,20%	10,90%				**0**
Araçariguama		3,20%	55,00%	26,80%	15,00%			**15,00**
Capela do Alto		29,50%	19,40%	18,70%	32,30%			**32,30**
Cesário Lange		48,50%	19,20%	4,90%	27,50%			**27,50**
Jumirim		42,90%	57,10%					**0**
Sarapuí		38,20%	2,30%	32,70%	20,20%		6,60%	**26,80**
Tapiraí				49,90%	21,60%		28,50%	**50,10**

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do IPVS – SEADE, 2010.

Os dados do IPVS foram então agrupados de modo a melhor evidenciar a vulnerabilidade social por região metropolitana, conforme se vê na Tabela 3.

Tabela 3 Número de municípios por grau de vulnerabilidade social por RM.

Vulnerabilidade Social	5 Muito Alta	4 Alta	3 Média	2 Baixa	1 Muito Baixa
RMVPLN	4	6	6	3	4
RMS	1	2	2	1	2
Totais	5	8	8	4	6

Fonte: Elaborado pelos autores com base nos dados do IPVS – SEADE, 2010.

O agrupamento mostrou que a maioria dos municípios de ambas as RMs se encontram em vulnerabilidade social de média a muito alta, havendo mais de 1/3 deles com índices de alta a muito alta vulnerabilidade, sendo que há maior incidência desse tipo de vulnerabilidade nos municípios da RMVPLN. Essa dimensão permitiu constatar a alta incidência de fatores que promovem iniquidades e que tendem a comprometer a capacidade de preparação social para respostas a acontecimentos desastrosos.

A essa dimensão se soma à ambiental. Para a vulnerabilidade ambiental buscamos dados de saneamento (Tabela 4), com variáveis referidas ao atendimento de água tratada, esgotamento sanitário e coleta de lixo. Os dados são do Sistema Nacional de Informação sobre Saneamento – SNIS (2018), separados município a município de ambas as regiões metropolitanas e agrupados de 1 a 5, em relação a maiores ou menores índices de população não atendida pela oferta de água tratada, coleta de esgoto e de resíduos sólidos.

Tabela 4 Número de municípios por grau de vulnerabilidade de saneamento.

Saneamento	5 Muito Alto	4 Alto	3 Médio	2 Baixo	1 Muito baixo
RMVPLN	3	2	11	3	4
RMS	0	2	1	5	0
Totais	3	4	12	8	4

Fonte: Elaborado pelos autores com base em dados do SNIS, 2018.

Nesse aspecto também se viu que a maioria dos municípios de ambas as RMs apresentam vulnerabilidades de média a muito alta. Araçariguama, na RMS, por exemplo, encontra-se no grupo 5 pois tem 39,70% da popu-

lação sem acesso à água tratada, 60,75% sem acesso ao esgotamento sanitário e 31,36% sem coleta de lixo. Na RMVPLN os municípios nos agrupamentos com alta e muita alta ausência de saneamento são, por exemplo, Igaratá, que tem 44,10% da população sem acesso à água tratada, 74,27% sem acesso à coleta de esgotos e 20,68% sem acesso à coleta de lixo. Índices também expressivos se veem em Redenção da Serra, onde 53,74% não têm acesso à água tratada, 61,71% sem acesso à coleta de esgotos e 13,28% sem acesso à coleta de lixo.

As condições de saneamento, que já não se mostram adequadas podem ser agravadas por processos hidrológicos podem comprometer o abastecimento de água, o esgotamento sanitário, a coleta e tratamento de resíduos e favorecer a erosão em função do estado da drenagem urbana, bastante incipiente, em particular nos municípios da RMVPLN.

Também consideramos para a análise da vulnerabilidade ambiental dados relativos às formas de uso e ocupação do solo, com base nos dados do MapBiomas Brasil (2019). Ambas as regiões guardam remanescentes vegetais que se encontram nas áreas mais altas e/ou em unidades de conservação, ainda que ambas tenham em comum grande parte do solo voltada para pastagem, que está presente nos 31 municípios. Em particular na RMVPLN, outrora domínio da Mata Atlântica, chega a haver municípios nos quais a área de pastagem ocupa 77% do território. A silvicultura está presente em 30 dos 31 municípios de ambas as regiões, sendo mais expressiva em extensão na RMVPLN. A agricultura é uma atividade secundária em ambas as regiões, não correspondendo a mais do que 12% na RMVPLN. Na RMS encontra-se um município – Cesário Lange, que chega a ter 61% de sua área destinada à agricultura, enquanto os demais ficam na média abaixo dos 20%. Também se veem atividades de mineração na RMS, especialmente em Alumínio, o que não ocorre na RMVPLN. As áreas urbanas em ambas as regiões são pequenas, não ocupando mais do que 4% do território municipal.

A RMVPLN é a que detém maior índice de cobertura por vegetação remanescente, sendo São José do Barreiro o município com o maior índice, em torno de 72%, e Potim e Canas com valores abaixo de 30%. Cabe dizer que a vegetação se encontra em terras altas, em unidades de conservação, distantes dos centros urbanos, esses sim, circundados por pastagens. Afloramentos rochosos estão presentes em 18 municípios.

A RMS, por sua vez, tem menores índices de cobertura de floresta natural, apesar de Tapiraí deter 81,66% de vegetação remanescente, enquanto Jumirim e Cesário Lange têm menos que 11%. O afloramento rochoso se encontra em apenas 1 município, Alumínio.

Os dados levantados município a município foram agrupados por região metropolitana e possibilitaram a elaboração da tabela abaixo (tabela 5), que sintetiza os agrupamentos referidos às formas de uso e ocupação do solo dos municípios com maior a menor alteração na composição original por atividades como pastagem, silvicultura, agricultura, mineração e área urbanizada.

Tabela 5 Número de municípios por grau de vulnerabilidade de uso e ocupação do solo.

Uso e ocupação do solo	**5 Muito alto**	**4 Alto**	**3 Médio**	**2 Baixo**	**1 Baixíssimo**
RMVPLN	0	2	3	18	0
RMS	0	1	6	1	0
Totais	0	3	9	19	0

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados constantes no MapBiomas, 2019.

O agrupamento mostrou que nenhum município se encontra no grupo 1, o que significaria grau muito elevado de comprometimento das formas de uso e ocupação do solo, ainda que a maioria dos municípios de ambas as RMs (19 ao todo) apresentem baixos índices decorrentes das transformações do solo original em áreas de pastagem e/ou de silvicultura. Como parte dos municípios da RMVPLN mantém terras altas, com vegetação natural protegida pela criação de UCs e parte da RMS também contém UCs com medidas restritivas, os índices de alteração na composição vegetal de remanescentes naturais favoreceu o agrupamento em níveis de menor intensidade. Isso não se aplicou em municípios como Jumirim, na RMS, que tem 70% de seu solo coberto por pastagens, ou mesmo Potim, na RMVPLN, que detém apenas 3,51% dos remanescentes naturais. Os municípios que têm tipos de ocupação de solo nos graus alto são aqueles cujo entorno urbano é mais propenso a ameaças, o que não isenta os demais da possibilidade de ocorrência de deslizamento, sobretudo quanto o entorno imediato do centro urbano é composto por áreas de pastagens, a exemplo São José do Barreiro e Cunha, na RMVPLN.

As condições de uso e ocupação do solo, somadas às características físicas das localidades, favorecem a ocorrência de movimento de massas e processos de cheias e inundações. A presença de pastagens favorece esses episódios, haja vista que diminui a vegetação de raiz profunda que poderia reter o solo. O pastoreio de gado em áreas íngremes também favorece a movimentação, pois o pisoteio forma sulcos que carreiam água e solo em episódios de chuvas de maior intensidade.

Consideramos ainda pertinente à vulnerabilidade ambiental o mapeamento de áreas de risco elaborado pelo IPT (entre 2005 e 2015), em convênio com o governo do Estado de São Paulo, que identificou áreas propícias a deslizamentos e inundações em cada um dos municípios. Os dados constantes nos relatórios de risco possibilitaram o agrupamento, por região metropolitana, de municípios que registraram incidência de eventos de deslizamento e inundação de maior a menor grau, conforme as Tabelas 6 e 7.

Tabela 6 Número de municípios por grau de vulnerabilidade a deslizamentos.

Episódios de ocorrência de deslizamento/municípios	5 Muito alto	4 Alto	3 Médio	2 Baixo	1 ou Nenhuma ocorrência
RMVPLN	22	59	38	11	1
RMS	9	12	14	10	1
Totais	31	71	52	21	2

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados do IPT 2005-2015.

Tabela 7 Número de municípios por grau de vulnerabilidade a inundações.

Episódios de ocorrência de inundação/municípios	5 Muito alto	4 Alto	3 Médio	2 Baixo	1 ou nenhuma ocorrência
RMVPLN	3	20	26	5	1
RMS	0	1	19	0	1
Totais	3	21	45	5	

Fonte: elaborado pelos autores a partir do IPT 2005-2015.

As vulnerabilidades ambientais expressas nas condições de saneamento, de uso e ocupação do solo, de ocorrência de inundações e de deslizamentos favoreceram perceber que ambas as regiões têm municípios com alto e muito alto grau de vulnerabilidade, havendo a preponderância de municípios nesses graus na RMVPLN em relação à RMS.

Mesmo que a RMVPLN tenha mais municípios, ela registra proporcionalmente maior número de ocorrências de alto e muito alto impacto, seja em relação aos movimentos de terra, ou de inundação. Dos 23 municípios apenas Potim, Roseira e Silveiras não referiram deslizamentos. Nos 20 outros as ocorrências foram frequentes, sendo Bananal, Cunha, Paraibuna, Piquete e São Luís do Paraitinga os que mais reportaram episódios de alto e muito alto impactos. Em relação às inundações, essa região registra episódios em 21 dos 23 municípios, sendo que em São Luís do Paraitinga foram registrados 13 ocorrências, 10 das quais de alto e muito alto impacto; as exceções em relação a episódios de inundação se veem em Potim e Roseira.

Na RMS, os municípios onde ocorreram a maioria dos eventos de deslizamento foram Alumínio (26 episódios) e Tapiraí (13 episódios), Araçariguama (5 episódios) e Cesário Lange (1 episódio). Quatro municípios (Alambari, Capela do Alto, Jumirim e Sarapuí) não registram ações dessa natureza. Episódios de inundação foram registrados em 6 dos 8 municípios (exceção de Jumirim e Alumínio), sendo esses de grau médio e alto.

As vulnerabilidades decorrentes de fatores ambientais alertam para o perigo de agravamento, em face dos cenários climáticos projetados para as regiões e essa situação pode ser intensificada a depender de como a gestão local está a considerá-la. Uma vez que o IPT realizou o mapeamento de áreas de risco município a município, apresentou os resultados das pesquisas aos gestores municipais, e que há evidências de vulnerabilidades sociais e ambientais a expor as localidades a ameaças, consideramos importante olhar para a existência ou não de políticas e ações voltadas aos usos e ocupação do solo e à contenção de riscos, aqui agrupadas como variáveis institucionais. Para tal, foi considerada a ausência ou disponibilidade de instrumentos de gestão do solo urbano, quais sejam: Planos de Contingência, Lei Orgânica, Código de Posturas, Plano Diretor, Plano de Saneamento, Plano de Resíduos e Política de Meio Ambiente.

A escolha desses instrumentos baseou-se no entendimento de que os mesmos estabelecem restrições, atribuições e recomendações de uso do solo segundo as características específicas de cada município, portanto estão intimamente relacionados com a identificação de vulnerabilidades que surgem e se intensificam em face da ocorrência de eventos naturais. A existência do Plano Diretor, por exemplo, possibilita considerar normas,

índices e parâmetros a serem observados para disciplinar o uso e a ocupação do solo urbano, de modo a evitar a ocupação de áreas propícias a desastres. A presença ou ausência de instrumentos dessa natureza foi considerada um indicador de maior ou menor vulnerabilidade institucional.

Os Planos de Contingência, por sua vez, indicam a existência de procedimentos pensados em face de emergências e desastres relacionados a eventos naturais. Em relação a eles, dados do IBGE constantes na Pesquisa de Informações Básicas Municipais – MUNIC (2018) indicam para a RMVPLN, entre os 23 municípios, que apenas um (Piquete), tem plano de contingência para deslizamento. Também para a RMS, dentre os 8 municípios, apenas 1 (Araçariguama), tem o referido plano.

Dados do SNIS (2018) mostram ainda que 2 dos municípios da RMS têm sistema de alerta para riscos hidrológicos, números iguais para a RMVPLN, em que pese a frequência de episódios de inundação já registrados.

A vulnerabilidade institucional dos municípios foi considerada a partir da existência de normativas que indicam ações referidas às restrições, atribuições e recomendações de gestão urbana de uso e ocupação do solo que podem favorecer ao planejamento com ações de prevenção a impedir ocupação irregular, de realocação da população residente em áreas de risco, de monitoramento, alerta e alarme, de assistência às populações vitimadas, de reabilitação em caso desastres. Esses fatores levaram ao agrupamento dos municípios do menor número de atos (grau 5) ao maior (grau 1), conforme se vê na Tabela 8.

Tabela 8 Número de municípios por grau de vulnerabilidade em normativas para a gestão de risco/gestão urbana

Ausência de normativa de gestão de risco, gestão urbana/municípios	**5 Muito alto**	**4 Alto**	**3 Médio**	**2 Baixo**	**1 Muito baixo**
RMVPLN	0	6	9	5	3
RMS	0	0	6	1	1
Totais	0	6	15	6	4

Fonte: elaborado pelos autores a partir de dados disponíveis no IBGE – Munic 2018, SNIS 2018 e Câmaras Municipais, 2021.

A classificação permitiu identificar a prevalência de municípios com alto e médio grau de vulnerabilidade institucional na RMVPLN em relação à RMS.

Os estudos desenvolvidos levaram à constatação de vulnerabilidades socioambientais expressas nas dimensões definidas para ambas as regiões, com maior incidência nos municípios da RMVPLN. Tais vulnerabilidades podem predispor as pequenas cidades a maiores riscos diante do agravamento da variabilidade climática, advertindo que as mesmas precisam se preparar com medidas adaptativas capazes de conter as vulnerabilidades identificadas.

Assim, buscamos ver possibilidades de capacidade adaptativa das pequenas cidades de ambas as regiões metropolitanas, tendo como escopo as competências em nível local.

Ações para adaptação e capacidade adaptativa

O modelo federativo brasileiro confere autonomia às cidades para legislarem sobre seus territórios e os municípios são as primeiras instâncias governamentais a responderem ao desafio do planejamento e regulação de políticas e de fornecimento de infraestrutura e serviços destinados a conter as vulnerabilidades locais. A ele cabem responsabilidades e competências sobre a ocupação do território em consonância com a política de desenvolvimento urbano ambiental, com ações que visem aos usos e ocupação compatíveis com as características geomorfológicas, hídricas e climáticas do local (Barbi, 2014).

Em relação às vulnerabilidades ambientais expressas no saneamento básico, todos os municípios têm planos de saneamento básico e em 29 dos 31 municípios de ambas as RMs tais planos foram elaborados há pouco mais de cinco anos (SNIS, 2018). Nesses planos se veem referências às deficiências dos serviços de esgotamento sanitário e à necessidade de reparo/ampliação de estruturas de saneamento e de adequação aos serviços de coleta de resíduos sólidos. Ainda assim, como se vê no Ranking Abes da Universalização do Saneamento (ABES, 2021), pouco foi feito, tanto é que municípios como Santo Antônio do Pinhal e Monteiro Lobato, na RMVPLN, têm para abastecimento de água, índices como 56,41 e 49,92. Já para coleta de esgoto, os percentuais são respectivamente 32,01 e 39,54.

Na RMS, Jumirim e Araçoiaba da Serra têm percentuais de 56,43 e 30,94 de coleta de esgoto.

Essas condições não são específicas das pequenas cidades, mas se fazem também presentes nas periferias das grandes cidades (Brito e Formiga-Johnsson, 2010), indicando desafios como a disponibilidade hídrica e o acesso ao saneamento para populações ainda desprovidas desses serviços; de proteção de mananciais; de coleta e tratamento de esgotos; de drenagem urbana e controle de inundações e de coleta e disposição final de resíduos sólidos, questões que não são desvinculadas dos altos custos e de priorização de investimentos para a adaptação dos sistemas hídricos e de saneamento às variabilidades climáticas.

Aspectos ainda pertinentes ao saneamento básico se vinculam às vulnerabilidades atinentes a eventos de deslizamento e enchentes, que demandam ações para o fornecimento de infraestrutura e serviços voltados à contenção de encostas e de adequação do sistema de drenagem urbana e de redes de águas pluviais. O investimento em drenagem urbana é uma necessidade na maioria dos municípios, particularmente nos da RMVPLN, pois os núcleos urbanos se situam em vales encaixados entre morros, com altas declividades, sujeitos a escorregamento de massa das encostas. Também nessa região, assim como na RMS, os núcleos urbanos se distribuem em volta de rios e ribeirões que sofrem inundações deflagradas por chuvas fortes e rápidas e/ou chuvas de longa duração. O sistema de drenagem, quando existente, é descontínuo, bastante antigo e insuficiente com falhas de manutenção e entupimentos, como se pode ver nos Planos de Saneamento Básico dos referidos municípios e no SNIS (2018). A instalação ou renovação da drenagem urbana é urgente, ainda que custosa e implica em escolhas e prioridades políticas.

No que diz respeito à vulnerabilidade institucional, cabe dizer que ela não se restringe às normas que poderiam orientar formas de uso e ocupação do espaço e de contingência em casos de eventos climáticos, mas também se expressam na participação limitada de cidadãos na tomada de decisão, pois os conselhos municipais, quando existentes são mais consultivos do que deliberativos, não são paritários, uma vez que têm parte significativa de representantes do executivo. Essas localidades têm ainda falta de pessoal técnico capacitado, o que se soma às demais dificuldades em responder a emergências climáticas (ZANIRATO, 2018).

Como apontado por Wolf (2011), qualquer decisão para adaptação envolve valores que moldam o que é percebido como valendo o esforço, e isso passa por ao menos quatro fatores-chave que conformam o processo de adaptação: as percepções, tanto das autoridades governamentais quanto do público, influenciam como a vulnerabilidade é concebida; as estruturas institucionais em todos os níveis que induzem as respostas e as decisões a serem tomadas; as redes sociais, incluindo associações informais que têm um papel importante na modelagem da adaptação, assim como fatores subjacentes, complexos e concorrentes que devem ser considerados para que a política de adaptação seja bem-sucedida. Esses fatores interferem nas ações de responsabilidade pública e explicam o descompasso entre a constatação da necessidade de medidas e a ação concreta para a implementação das mesmas (NALAU et al., 2015; BAUSCH & KOZIOL, 2020).

Isso faz com que a adaptação em nível local, como apontado pela literatura (NALAU et al., 2015; BAKER et al., 2012; BAUSCH & KOZIOL, 2020) seja frequentemente admitida, mas dificultada por arranjos mais amplos que incluem atores em níveis mais altos. Isso porque em sistemas de governança multinível, o nível local é frequentemente o mais fraco e com capacidade limitada para planejar e para implementar estratégias de adaptação, o que restringe a possibilidade de assimilação das competências comuns e concorrentes dos gestores municipais em relação ao uso e ocupação do solo, ao zoneamento, ao código de obras, etc.

Barreiras que se apresentam em nível local e que comprometem a capacidade adaptativa foram tratadas por Kabish et al. (2016), Nalau et al. (2015) e Pasquini (2020). Segundo Nalau et al. (2015), mesmo em nações desenvolvidas relativamente ricas, há uma série de restrições que impedem as ações de adaptação ou sua eficácia, incluindo déficit de informações, recursos econômicos e financeiros para realizar a adaptação, capacidade institucional e tecnológica, e desafios políticos e sociais.

Tais restrições também se vinculam ao fato de que as mudanças climáticas são vistas como necessidades de longo prazo, e de que o retorno do investimento nessa direção só se manifesta após os mandatos dos gestores locais (MARTINS & FERREIRA, 2010; PASQUINI, 2020). Também se apresentam como barreiras os interesses da propriedade privada que limitam a gestão local sobre o espaço urbano (KABISH et al., 2016) e que

não raras vezes implicam em questões como: quem vai pagar pelas melhorias de adaptação?

As barreiras identificadas pelos autores referidos também se colocam nos pequenos municípios analisados. Uma dessas barreiras diz respeito à falta de conhecimento, informação e consciência das mudanças climáticas, como identificado na pesquisa conduzida por Zanirato et al. (2018) no âmbito da comunicação de risco a gestores municipais e a representantes da sociedade em municípios da RMVPLN. Na ocasião foram encontrados baixos níveis de conhecimento sobre mudanças climáticas, muitas vezes referidas a degelo dos polos e à poluição atmosférica em países altamente industrializados; dificuldades em compreender os riscos climáticos na escala local, ainda que tenha havido percepções quanto ao aumento na frequência de cheias dos rios, da perda de nascentes, de deslizamento de encostas e de erosão. Essas percepções não foram associadas a eventos climáticos, mas atribuídas a dificuldades de manutenção de galerias, falta de fiscalização e de políticas públicas de conscientização da população (para eles, a que mora em encostas ou que joga lixo em córregos e rios).

Ainda que na ocasião se tenha caminhado para a definição de prioridades e de construção coletiva de uma agenda de adaptação com ações de curto e médio prazo, passados três anos pode-se ver que nada se cumpriu. Isso se explica não só pelas dificuldades orçamentárias, mas também por algo constatado na ocasião e que diz respeito às dinâmicas próprias de pequenas cidades na quais se percebem de forma clara os interesses políticos, os jogos de poder, a vontade de agradar os responsáveis pela comunicação de riscos e que pode, não necessariamente, incorrer em ações no sentido de fazer valer o acordado (ZANIRATO et al., 2018). Não foram poucos os entraves apresentados na ocasião como a raridade da permanência dos gestores municipais nas oficinas, a difícil assiduidade dos participantes da sociedade mais ampla que se intercalam em dias de presença, o entendimento de que a responsabilidade para a tomada de decisões deveria ficar restrita a uma secretaria e não na perspectiva multissetorial.

Essas constatações encontram correspondência com os estudos de Pasquini (2020) segundo o qual as mudanças climáticas continuam a ser periféricas nas agendas políticas, muitas vezes vistas como 'superadas' por

questões socioeconômicas relacionadas ao desenvolvimento, tidas como mais urgentes pelos tomadores de decisão. O paradigma de crescimento econômico é preponderante nessas agendas, chegando mesmo a se constituir em uma "obsessão" (KABISH et al., 2016), orientadas por questões como a criação de empregos e a atração de investimentos.

As barreiras destacadas pelos autores referidos são extremamente interconectadas e se fazem presentes nos municípios aqui tratados, o que amplia os desafios a serem enfrentados.

Considerações finais

O estudo se voltou para pequenas cidades, assim conceituadas em relação à bibliografia e à pertinência dos atributos que as caracterizam e esse recorte considerou possibilidades de preencher lacunas de conhecimento a respeito de vulnerabilidades socioambientais à variabilidade climática nessa escala territorial.

Com esse propósito apresentou cenários climáticos futuros para as localidades selecionadas e considerou que a maior ou menor vulnerabilidade se faz presente em conformidade com as características físicas do lugar, o que levou a estudos dessa natureza para as regiões que comportam a maioria das pequenas cidades da MMP: RMVPLN (23 municípios) e RMS (8 municípios).

Esses estudos mostraram que tanto a RMS quanto a RMVPLN têm prognósticos climáticos de aumento das temperaturas máximas e mínimas; leve diminuição da umidade relativa, bem como aumento da precipitação nos períodos chuvosos.

Modificações nos padrões de pluviosidade potencializam condições de perigo associados a essas alterações e a possibilidade de eventos hidrometeorológicos capazes de provocar deslizamentos e inundações torna-se preocupante quando se considera que os municípios da RMS têm um relevo em colinas e morros com baixas declividades e terrenos em várzeas onde ocorrem inundações periódicas. O mesmo se pode dizer para os municípios da RMVPLN que estão em relevo de escarpas, serras e morros, com declividades médias e altas e com solos relativamente rasos e de elevada suscetibilidade a processos de escorregamentos.

As condições propícias a inundações e deslizamentos interagem com as condições socioambientais, cujas vulnerabilidades puderam ser com-

preendidas a partir da análise de indicadores nas dimensões social, ambiental e institucional.

A dimensão social se mostrou em ambas as RMs com vulnerabilidades em grau médio, alto e muito alto, com cerca de 1/3 de municípios com graus de alta a muito alta vulnerabilidade, havendo maior incidência de muito alta vulnerabilidade nos municípios da RMVPLN.

No que diz respeito à dimensão ambiental, as vulnerabilidades ao saneamento se mostraram para a maioria dos municípios de ambas as RMs em graus de média, alta e muito alta exposição. Em relação às formas de uso e ocupação do solo, a maioria dos municípios de ambas as RMs apresentaram baixo grau de comprometimento das formas de uso e ocupação do solo, boa parte porque ainda mantém áreas protegidas em forma de Unidades de Conservação em altitudes elevadas. Em contraposição a esse índice, a vulnerabilidade a eventos de deslizamento e cheias se coloca para os municípios em graus de alta e muito alta ocorrência, com maior incidência nos municípios da RMVPLN em relação aos da RMS.

A vulnerabilidade institucional completou o quadro permitindo identificar maior grau nesse aspecto nos municípios da RMVPLN.

A sobreposição das dimensões favoreceu perceber vulnerabilidades socioambientais, mais acentuadas na RMVPLN, ainda que também presentes na RMS, que podem predispor a desastres das localidades aos efeitos decorrentes da variabilidade climática.

A identificação das vulnerabilidades favoreceu a consideração das prioridades de intervenção que se encontram no âmbito local, posto que o município tenha sob sua responsabilidade a gestão do espaço urbano. As intervenções indicadas teriam, em potencial, condições de diminuir parte das vulnerabilidades e melhor preparar as localidades para os eventos decorrentes da variabilidade climática em curso e aos anunciados.

Todavia, a capacidade adaptativa em nível local não se traduz automaticamente em adaptação em si, posto à existência de inúmeras barreiras que dificultam a consolidação de ações efetivas e que evidenciam a necessidade de intervenções planejadas e complementares que articulem instâncias de planejamento setoriais e diferentes níveis de governo. Pudemos perceber que as capacidades em nível local são críticas para uma adaptação bem-sucedida à mudança climática, o que remete à urgência de sistemas de governança de risco urbano distribuído nas diferentes

escalas que envolvem o planejamento e a governança, de modo a possibilitar condições adaptativas para as pequenas cidades.

Concluímos o estudo defendendo a importância da continuidade de investigação a respeito das limitações à capacidade adaptativa na escala que tratamos, de modo a favorecer a um planejamento articulado nos diferentes níveis das administrações públicas para a minimização das vulnerabilidades que se colocam aos municípios aqui estudados.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9 e bolsa 2021/02379-3.

Referências

AB´SABER, A. The Natural Organization of Brazilian Inter- and Subtropical Landscapes. **Revista do Instituto Geológico**, São Paulo, 21 (1/2), 57-70, 2000.

Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental (ABES). Ranking ABES da Universalização do Saneamento, 2021.

ABREU, M. C.; TONELLO, K. C. Avaliação dos Parâmetros Hidrometeorológicos na Bacia do Rio Sorocaba/SP. **Revista brasileira de meteorologia.** 2017, vol.32, n.1, pp.99-109.

BARBI, F. Governando as mudanças climáticas no nível local: riscos e respostas políticas. **Tese Doutorado**. Nepam, Unicamp, 2014

BARDIN, L. **Análise de conteúdo**. Lisboa: Edições 70, 2009.

BAUSCH, T.; KOZIOL, K. New Policy Approaches for Increasing Response to Climate Change in Small Rural Municipalities. **Sustainability**, 12, p 1-17, March 2020.

BRITTO, A. L.; FORMIGA-JOHNSSON, R. M. **Mudanças climáticas, saneamento básico e governança da água na Região Metropolitana do Rio de Janeiro**. V Encontro Nacional da Anppas, p. 4-7, 2010. Disponível em: <https://www.comiteguandu.org.br/downloads/ARTIGOS%20E%20OUTROS/Mudancas%20climaticas%20saneamento%20basico%20e%20governanca.pdf>. Acesso em: 08 ago. 2021.

COSTA, F. R. da. Análise da Vulnerabilidade Ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Doce (RN) **Tese Doutorado** – /PRODEMA, UFRN, 2018. 244 f.

DEVIDE, A. C. História Ambiental do Vale do Paraíba. **Tese de Doutorado**. UFRRJ, Seropédica, 2013.

DI GIULIO, G. M. et. al. Eventos extremos, mudanças climáticas e adaptação no Estado de São Paulo. **Ambiente e sociedade.** 2019, vol.22.

GUPTA, J.; TERMEER, C.; KLOSTERMANN, J.; MEIJERINK S.; DEN BRINK, M.; JONG, P.; NOOTEBOOM, S.; BERGSMA E. The Adaptive Capacity Wheel: a method to assess the inherent characteristics of institutions to enable the adaptive capacity of society. **Environmental Science & Policy**, Vol. 13, Issue 6, October 2010, P. 459-471.

HAMIM, E. M.; GURRAN, N.; EMLINGER, A. M. (2014) Barriers to Municipal Climate Adaptation: Examples From Coastal Massachusetts' Smaller Cities and Towns, **Journal of the American Planning Association**, 80:2, 110-122.

HINKEL, Jochen. Indicators of vulnerability and adaptive capacity: Towards a clarification of the science–policy interface. **Global Environmental Change** 21 (2011) 198-208.

HORIKOSHI, A. S.; FISCH, G. Balanço hídrico atual e simulações para cenários climáticos futuros no Município de Taubaté, SP, Brasil. **Revista Ambiente & Água**, v. 2, n. 2, p. 33-46, 2007.

IBGE. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. **Perfil dos Municípios Brasileiros**. Disponível em: <https://cidades.ibge.gov.br/brasil/sp/> Acessado em: 15 abr. 2021.

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation. A Special Report of Working Groups I and II of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA, 2012, 582 p.

IPCC. WMO-UNEP. Intergovernmental Panel on Climate Change 2007: The Physical Science Basis. Summary for Policymakers. Disponível em http://www.ipcc.ch

IPCC. Intergovernmental Panel on Climate Change Cambio climatico 2014: Impactos, adaptacion,y vulnerabilidad – Resumen para responsables de politicas. Disponível em www.ipcc-wg2.gov/AR5.

KABISCH, N.; FRANTZESKAKI N., PAULEIT S.; NAUMANN S.; DAVIS M.; ARTMANN M.; HAASE D.; KNAPP S., KORN H.; STADLER J.; ZAUNBERGER K.; BONN A. 2016. Nature-based solutions to climate change mitigation and adaptation in urban areas: perspectives on indicators, knowledge gaps, barriers, and opportunities for action. **Ecology and Society** 21(2):39.

LEAL FILHO, W. et al. Assessing the impacts of climate change in cities and their adaptive capacity: Towards transformative approaches to climate change adaptation and poverty reduction in urban areas in a set of developing countries. **Science of The Total Environment.** Vol 692, 20 November 2019, Pp. 1175-1190.

MANFREDINI, F. N. **A história ambiental de Sorocaba**. Sorocaba: Unesp, 2015.

MARTINS, R. A.; FERREIRA, L. C. Oportunidades e barreiras para politicas locais e subnacionais de enfrentamento das mudanças climáticas em áreas urbanas: evidencias de diferentes contextos. **Ambiente e Sociedade**, Campinas, v. 13, n. 2, p. 223-242, 2010.

MARTINS, R. A.; FERREIRA, L. C. Uma revisão crítica sobre cidades e mudança climática: vinho velho em garrafa nova ou um novo paradigma de ação para a governança local. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro 45(3): 611-41, maio/jun. 2011.

NALAU, J.; PRESTON, B. L.; MALONEY, M. C. Is adaptation a local responsibility? **Environmental Science & Policy**. Vol. 48, April 2015, P. 89-98.

NOBRE, C. A.; YOUNG, A. F.; SALDIVA, P.; MARENGO, J. A.; NOBRE, A. D.; ALVES JR., S.; SILVA, G. C. M. da; LOMBARDO, M. **Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras às Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo**. INPE; UNICAMP; USP; IPT; UNESP-Rio Claro, jun. 2010.

NOBRE, C. A.; YOUNG, A. F. **Vulnerabilidades das Megacidades Brasileiras as Mudanças Climáticas: Região Metropolitana de São Paulo. Relatório Final**. CCST/INPE, NEPO/UNICAMP, FM/USP, IPT, 2011.

NUNES, L. H.; CALBETE, N. O. de. **Variabilidade Pluviométrica no Vale do Paraíba Paulista**. INPE, 2005.

PASQUINI, L. The urban governance of climate change adaptation in least-developed African countries and in small cities: the engagement of local decision-makers in Dares Salaam, Tanzania, and Karonga, Malawi, **Climate and Development**, 2020, 12:5, 408-419.

PBMC. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 ao Primeiro Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Sumário Executivo** GT1. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil. 2013, 24 p.

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

PROJETO MapBiomas: Coleção 5 da Série Anual de Mapas de Cobertura e Uso de Solo do Brasil. Disponível em: <mapbiomas.org>. Acesso em: 01 abr. 2021

SANTOS, T. A; FISCH, G. Temperatura e precipitação: futuros cenários do município de Taubaté, SP, Brasil. **Revista Ambiente e Água**, vol. 11 (suplemento), Taubaté, 2016.

SÁTIRO, T. P. Comparação entre dois sistemas de informação geográfica (ArcGIS® e gvSIG) na elaboração de um mapa de potencialidade para a silvicultura baseado em elementos do meio físico – A Bacia do Paraíba do Sul (porção Paulista). **Dissertação**, Engenharia, UNESP, Bauru, 2013.

SEADE. Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados. Índice Paulista de Vulnerabilidade Social, 2010. Disponível em: <http://ipvs.seade.gov.br/view/index.php> Acessado em: 15 abr. 2021.

SILVA, A. L.; SILVA, Edelci N. da. Aspectos do campo higrotérmico e a formação da ilha de calor urbana no município de Sorocaba – SP, Brasil. **Revista do Departamento de Geografia**, Volume Especial (2016) 39 – 50.

SILVA, R.; FISH, G. Cenários hidroclimáticos futuros (2011-2040) para a represa de Paraibuna, SP, Brasil: subsídios para a transposição entre bacias hidrográficas. São Paulo, UNESP, Geociências, v. 38, n. 2, p. 587 – 597, 2019.

SNIS. Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento. Diagnóstico dos serviços de água e esgoto, 2018.

UN-HABITAT. State of the world cities 2010/2011. Bridging the urban divide. Nairobi, UN-Habitat, 2008.

WAMSLER, C.; BRINK, E. Interfacing citizens and institutions practice and responsibilities for climate change adaptation. **Urban Climate**. Volume 7, March 2014, Pages 64-91.

WOLF, J. Climate Change Adaptation as a Social Process. In: Ford J., Berrang-Ford L. (eds.) Climate Change Adaptation in Developed Nations**. Advances in Global Change Research**, vol. 42. Springer, Dordrecht. 2011.

ZANIRATO S. H. et al. Vulnerabilidade do Patrimônio cultural edificado do Vale Histórico Paulista às mudanças climáticas globais. **Relatório Projeto Fapesp** 2011/51016-9, 2014.

ZANIRATO, S. H., VIANA, F.; RANIERI, G. R.; OGURA, N. T.; LIMA, B. A. A.; MISATO, M. T.; OLIVEIRA, F. V. Comunicação de riscos nos municípios do Vale Histórico Paulista. Experiências de participação social para adaptação e redução das vulnerabilidades em áreas urbanas. In: Diamantino Pereira. **Mudança Social e participação política: estudos e ações transdisciplinares.** 1ª ed. São Paulo: Annablume, 2017, v. 1, p. 127-139.

Capítulo 10

Unidades de Conservação e desenvolvimento local: limites e possibilidades nos pequenos municípios da RMVPLN

Filipe Vieira Oliveira, Marcelo Takashi Misato e Danilo Morceli

Introdução

Áreas naturais protegidas podem oferecer benefícios significativos para a sociedade, proporcionando uma série de serviços ecossistêmicos como a produção de alimentos, o apoio à biodiversidade, a disponibilidade de água, a regulação do clima, assim como a possibilidade de contemplação por meio de atividades de lazer e turismo, gerando formas de bem viver. Tais lugares são detentores desses potenciais justamente pelo ritmo mais lento de transformações neles ocorridas, mas, ao mesmo tempo, necessitam de alternativas de desenvolvimento local que permitam a persistência desses atributos.

Em termos econômicos, os benefícios ecossistêmicos fornecidos pelas áreas naturais protegidas são relevantes, assim como o retorno das atividades relacionadas ao lazer e ao turismo, o que justificaria a manutenção de tais áreas bem como os custos de manejo. Contudo, essas áreas historicamente sofrem com uma série de pressões e problemas socioambientais como os decorrentes do crescimento da população humana, da urbanização, da crescente demanda por bens naturais e das mudanças no uso da terra que traduzem a dicotomia entre os usos e a conservação destes espaços.

Enfrentar esses desafios interligados exige a articulação entre a gestão das áreas protegidas e as políticas de desenvolvimento de modo a levá-las, em conjunto com as diferentes esferas de governança a assumir um papel mais expressivo no desenvolvimento local, que permita manter e/ou expandir a conservação ambiental por meio do reconhecimento de

seus múltiplos valores, aumentando o papel dessas áreas num cenário de mudanças ambientais em que se fazem necessárias a mitigação e a adaptação para a conservação da vida, no sentido amplo.

Nesse sentido, neste artigo traremos alguns apontamentos sobre os desafios acerca da proteção do meio ambiente pela instituição de áreas naturais protegidas e o desenvolvimento local, com ênfase na valoração dos bens naturais a partir da prestação dos serviços ecossistêmicos e das iniciativas de usos turísticos, formas possíveis de considerar tanto o desenvolvimento local, como a necessidade de conservação ambiental.

Para tanto, toma-se como análise Unidades de Conservação localizadas em pequenos municípios na Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte – RMVPLN, onde se veem, há tempos, problemas entre a possibilidade de desenvolvimento socioeconômico regional e a conservação ambiental (OLIVEIRA, 2020). Tais problemas se mostram inerentes à instituição de áreas protegidas desarticuladas de outras políticas de desenvolvimento territorial.

Consideram-se pequenos municípios, neste caso, os lugares que concentram núcleos urbanos e população de até 25 mil habitantes (classificação dada pelo IBGE). Muitos dos municípios da RMVPLN possuem territórios grandes em comparação com o tamanho populacional, deste modo, consideramos pequenos municípios não pelo tamanho de seu território, mas pela reduzida demografia e também por características comuns em razão de suas origens históricas e funções atuais.

Para construir o debate proposto, o texto articula a pesquisa bibliográfica e documental e se pauta principalmente no conhecimento prévio de trabalhos desenvolvidos pelos autores na região, derivados de pesquisas do Grupo de Estudos Urbanos e Ambientais (GEURBAM) e da vinculação ao projeto Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à Variabilidade Climática (MACROAMB).

O texto traz, como reflexão, a necessidade de um planejamento regional mais integrado para o fortalecimento da região metropolitana e que o evidente potencial observado nas pequenas localidades deve ser visto a partir da valorização dos benefícios gerais, por meio do turismo e dos serviços ecossistêmicos, que podem apontar para saídas mais condizentes com as características do que se espera de um desenvolvimento com bases locais.

Unidades de Conservação e desenvolvimento local: conceitos gerais

Os desafios impostos às unidades de Uso Sustentável estão atrelados à necessidade de conciliação entre a ocupação e o desenvolvimento sustentável do território, por meio de atividades diversas, sendo essas inclusive urbanas e industriais. Nas unidades de Proteção Integral o desafio se foca na manutenção do estado de conservação, excluindo a ocupação humana. Em ambos os casos os interesses e as necessidades humanas para obtenção de bens naturais, por meio da ocupação e exploração, são fatores de pressão atrelados ao processo de crescimento econômico ou de subsistência.

A presença de populações tradicionais ou não nesses espaços e entorno é uma regra e não uma exceção no contexto brasileiro e mundial, conforme evidencia Morsello (2001). Por isso, a relação entre elas tende a ser conflituosa, muitas vezes sem a consideração da existência de populações que desenvolvem sua vida cotidiana nesses lugares. Disso decorre que tais lugares necessitam de políticas e ações voltadas a um sentido socioambiental, capaz de favorecer tanto à conservação quanto ao desenvolvimento socioeconômico local (OLIVEIRA, 2017).

As novas ações de conservação não se baseiam apenas em campos tradicionais da biologia da conservação, mas se abrem para novas perspectivas baseadas nas práticas culturais, materiais e imateriais das populações residentes, reconhecendo cada vez mais os vínculos identitários com o território e a importância desses para o empoderamento e a gestão participativa (MISATO, 2018).

Para que a conservação em escala regional ou local possa efetivamente contribuir para o êxito do desenvolvimento, é preciso considerar o que essas áreas têm a oferecer, tanto do ponto de vista do desenvolvimento, quanto da proteção e, para isso, há que se vincular as áreas protegidas às estratégias locais de desenvolvimento e, mais especificamente, à efetiva participação social nas tomadas de decisão sobre os territórios.

Há diversas estratégias já consolidadas com o objetivo de afiançar a conservação e favorecer o desenvolvimento que incluem: prover oportunidades apropriadas de desenvolvimento, enfatizar o envolvimento das comunidades locais, adotar gestão compartilhada, assegurar autonomia local, garantir direitos de acesso a bens naturais, promover conhecimen-

to, garantir compensação financeira por perdas e encorajar o turismo (BROOKS et al., 2006). De acordo com o estudo conduzido por esses autores, essas estratégias possuem bases comuns e podem ser categorizadas da seguinte forma: 1) Relação contínua entre utilização e proteção; 2) interação com o mercado; 3) descentralização e 4) *Community homogeneity.*[1]

O que se verifica como pontos consolidados em diversos estudos é que o sucesso da conservação depende do suporte e participação da população local e que as preocupações com meios de subsistência e objetivos futuros de desenvolvimento precisam estar no centro de qualquer estratégia viável de conservação, que envolva, sobretudo, as pessoas (PIMBERT & PRETTY, 1995; HULME & MURPHREE, 2001; MCSHANE, 2003; BARRET et al. 2005).

Importante ressaltar que para a consolidação dessas ações, que dão suporte a iniciativas de desenvolvimento local, é fundamental a existência de instituições gestoras fortes e presentes, uma vez que se verifica que os objetivos institucionais dos órgãos responsáveis pela gestão das UCs são bem claros, mas sua ação efetiva deixa a desejar (MISATO, 2018). Existem diversos problemas relacionados à falta de infraestrutura adequada para a gestão das UCs, falta de mão de obra qualificada e em quantidade suficiente para garantir a fiscalização e o andamento de programas de conservação, tais como o Plano de Manejo. Outra questão que interfere diretamente na qualidade ambiental e na própria credibilidade das instituições perante a sociedade civil é o uso político dos cargos de gestão. A escassez de recursos financeiros dificulta a gestão das UCs, que devem ser norteadas pelo Plano de Manejo.

Dentre as UCs da RMVLN, somente 6 unidades possuem Planos de Manejo, dos quais 2 já deveriam ter sido revisados, conforme o SNUC, que prevê atualização em 5 anos. A tabela a seguir trata da situação dos PM das UCs da região.

A inexistência de plano de manejo aprovado dificulta ainda mais ações em torno da conservação e do desenvolvimento local. Ainda que existam problemas institucionais, conflitos e pressões em torno de áreas protegidas, há práticas recentes de conservação e uso que podem gerar formas potenciais de desenvolvimento local apoiadas em experiências e

1. A tradução do termo retrata uma comunidade em que todos os membros compartilham um conjunto semelhante de crenças, valores e características demográficas.

referenciais como os acima citados. Dentre essas ações encontram-se o turismo enquanto fator de desenvolvimento, que pode ocorrer em consonância com a valoração dos benefícios ecossistêmicos, temas a serem discutidos na sequência.

Tabela 1 Unidades de Conservação na RM VPLN em relação ao Plano de Manejo.

Unidade	Ato de criação	Ano Criação	Gestor	Situação do PM	Ato de aprovação
Flona de Lorena	Portaria nº 24104 de 11/04/1934	1934	ICMBIO	Aprovado	Portaria 246/2001
PE Campos de Jordão	Decreto-Lei nº 11.908/1941	1941	FF	Aprovado	Res.SMA 04/2017
Parna Bocaina	Decreto nº 68.172 de 05/02/1971	1971	ICMBIO	Aprovado	Portaria 358/2017
APA Bacia do Rio Paraíba do Sul	Decreto nº 87561 de 13/09/1982	1982	ICMBIO	Inexistente	-
APA Campos do Jordão	Decreto nº 20.956/1983; Lei nº 4.105/1984	1983	FF	Inexistente	-
APA Silveiras	Lei nº 4.100/1984	1984	FF	Inexistente	-
APA Serra da Mantiqueira	Decreto nº 91304 de 06/06/1985	1985	ICMBIO	Aprovado	Portaria 1.046/2018
ARIE Pedra Branca	Decreto nº 26.720/1987; Lei nº 5.864/1987	1987	FF	Inexistente	-
ESEC Bananal	Decreto nº 26.890/1987	1987	FF	Análise Consema	-
PE Mananciais de Campos do Jordão	Decreto nº 37.539/1993	1993	FF	Aprovado	Res. SMA 04/2017
APA Sapucai-Mirim	Decreto nº 43.285/1998	1998	FF	Inexistente	-
APA São Francisco Xavier	Lei nº 11.262/2002	2002	FF	Aprovado	Res. SMA 64/2008
APA Banhado	Lei nº 11.262/2002	2002	FF	Inexistente	-
MONA Pedra do Baú	Decreto nº 56.613/2010	2010	FF	Inexistente	-

Fonte: Elaborado pelos autores a partir de dados da FF e do ICMBio, 2021.

Desenvolvimento local nos pequenos municípios da RMVPLN

O desenvolvimento local pode ser entendido como uma estratégia de desenvolvimento aplicada a diferentes recortes espaciais e aglomerados humanos. (BUARQUE, 1999). A noção de local para o desenvolvimento refere-se desde a pequena escala, até municípios ou microrregiões homogêneas. Seu enfoque é baseado nos recursos endógenos (humanos, culturais, naturais e de infraestrutura).

Todavia, é preciso ter claro que o local não é sinônimo de pequeno, mas de um limite territorial, que tem características similares e uma relação socioespacial dinâmica, capaz de promover a melhoria da qualidade de vida de uma população, a partir da transformação em suas bases econômicas e na organização social resultante da mobilização das energias locais (BUARQUE, 1999).

A RMVPLN, formada por 39 municípios que ocupam 31,39% do território da Macrometrópole Paulista – MMP é uma região que, historicamente, demanda ações e propostas de desenvolvimento voltadas à escala local. É um espaço reconhecido por sua heterogeneidade, onde as assimetrias e desigualdades se expressam em condições diferenciadas de infraestrutura urbana e social e na capacidade de acesso a recursos para o desenvolvimento (ZANIRATO et al., 2020).

Figura 1 Divisão da RMVPLN. *Fonte:* AGEMVALE, 2018.

Essas assimetrias são expressas em diversos fatores, mas principalmente em termos populacionais, econômicos, sociais e pelo Produto Interno Bruto – PIB de cada município, onde se veem grandes municípios com economia dinâmica e diversificada e pequenos municípios que se encontram em situação de vulnerabilidade no sentido mais amplo.

São 22 os municípios menos populosos, aqui considerados pequenos municípios (todos com menos de 25 mil habitantes). A normativa aqui utilizada é a classificação por tamanho da população, dada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE, em que os municípios pequenos são aqueles que concentram população de até 25.000 habitantes (IBGE, 2016).

No processo do desenvolvimento regional do Vale do Paraíba, em particular no decorrer do século XX, aprofundaram-se assimetrias entre os municípios, alguns passando por intensa dinamização socioespacial a partir da década de 1970, após a formação de regiões metropolitanas e com a instauração de projetos de desenvolvimento político-territoriais. Esses municípios foram fortalecidos por ações de incentivo econômico, enquanto outros ficaram à margem desse modelo de desenvolvimento (GOMES et al, 2018).

Os 22 municípios aqui referidos são os que mais se distanciaram em relação aos que se desenvolveram economicamente, como São José dos Campos, Jacareí, Guaratinguetá, Taubaté e são portadores de uma forma residual do desenvolvimento, e, por essa razão, em acordo com Damiani (2006), são a face menos "moderna" do processo modernizador do capitalismo. Apesar da proximidade com municípios dinâmicos como São José dos Campos e Taubaté, os processos de desenvolvimento não se realizaram da mesma forma nos pequenos municípios, e hoje tais localidades enfrentam sérios problemas do ponto de vista socioeconômico e do aumento gradativo das vulnerabilidades sociais. Esses pequenos municípios passaram a apresentar características em comum, como se veem na Tabela 2.

Verifica-se que a taxa de crescimento demográfico entre 2000 a 2010 foi de 1,29% para toda a RMVPLN, enquanto muitos dos pequenos municípios tiveram retração populacional e forte comprometimento socioeconômico, dados que continuam a corroborar com as estimativas demográficas negativas e de forte retração socioeconômica apontadas pelo SEADE (2018), IBGE (2020).

A perda populacional está diretamente relacionada à baixa capacidade de geração de empregos e aos altos níveis de pobreza, conforme se veem no Índice Paulista de Responsabilidade Social – IPRS, a partir de indicadores como renda domiciliar, alfabetização, média de idade do responsável pelo domicílio, possibilidades de inserção no mercado de tra-

balho, acesso a bens e serviços públicos (SEADE, 2018). De acordo com esse índice, muitos dos pequenos municípios se encontram em situação de média vulnerabilidade no ambiente urbano e alguns com alta vulnerabilidade no ambiente urbano e rural (SEADE, 2018). Somam-se isso os fatores de desigualdade que são muito altos em toda a RMVPLN, mas principalmente nos pequenos municípios (SEADE, 2018).

Os municípios expressam aproximações fortes na relação campo-cidade, vistas a partir de aspectos como acessibilidade, localização e predominância de paisagens rurais e naturais. Mas ainda assim, exercem uma função pequena na totalidade da rede urbana regional. (CORRÊA, 1999, 2003; DAMIANI, 2006; MAIA, 2009; SANTOS, 2010),

Tabela 2 Características demográficas e socioeconômicas dos 22 pequenos municípios da RMVPLN.

Município	Área (km²)	População (2020)	PIB (Milhões) (2011)	IDH-M (2010)	Sub-região
Arapeí	156,9	2460	30,97	0,68	Cruzeiro
Areias	305,23	3896	40	0,697	Cruzeiro
Bananal	616,43	10993	113	0,758	Cruzeiro
Canas	53,26	5204	44,52	0,753	Guaratinguetá
Cunha	1407,25	21459	173,72	0,733	Guaratinguetá
Igaratá	292,95	9583	127,42	0,764	São José dos Campos
Lagoinha	255,47	4889	64,85	0,752	Taubaté
Lavrinhas	167,06	7311	67,52	0,768	Cruzeiro
Monteiro Lobato	332,74	4696	46,38	0,755	São José dos Campos
Natividade da Serra	833,37	6642	64,06	0,733	Taubaté
Paraibuna	809,57	18263	196,69	0,771	São José dos Campos
Piquete	175,99	13575	128,85	0,801	Guaratinguetá
Queluz	249,39	13606	104,93	0,766	Cruzeiro
Redenção da Serra	309,44	3839	48,43	0,736	Taubaté
Roseira	130,65	10801	294,36	0,777	Guaratinguetá
Santa Branca	272,23	14857	206,71	0,796	Taubaté
São Bento do Sapucaí	252,57	10893	123,45	0,776	Taubaté
São José do Barreiro	570,68	4144	48,39	0,727	Cruzeiro
São Luiz do Paraitinga	617,31	10690	115,21	0,754	Taubaté
Silveiras	414,78	6339	61,73	0,721	Cruzeiro

Fonte: Adaptado de IBGE, 2020.

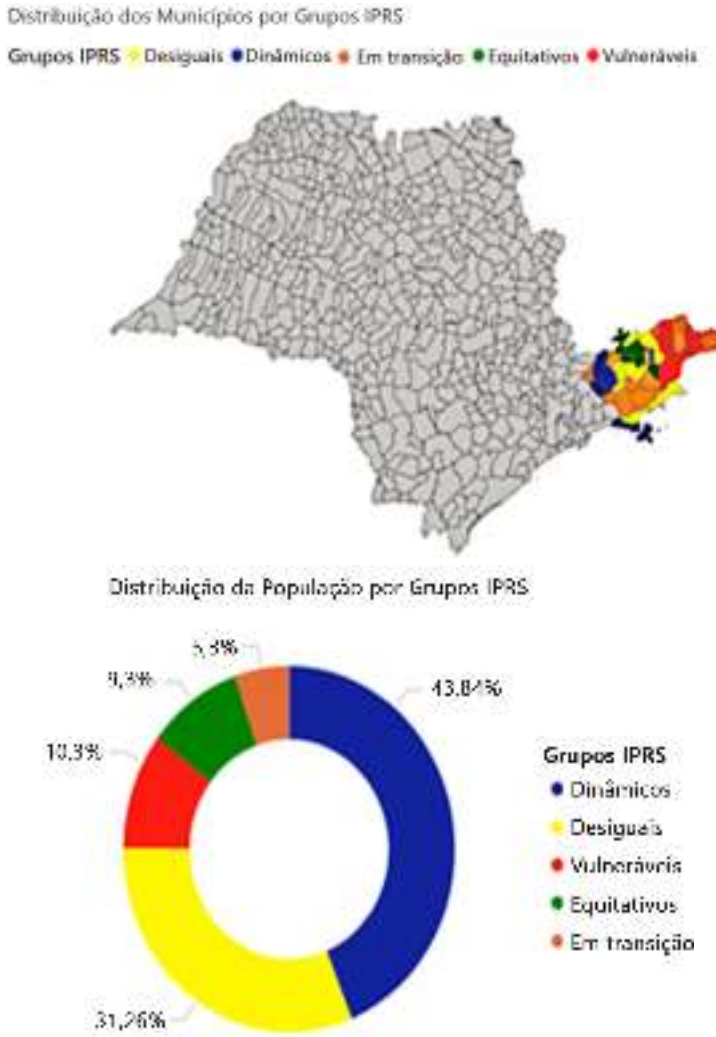


Figura 2 IPRS da RMVPLN, 2020. *Fonte:* Adaptado de SEADE, 2020.

Como verificado em pesquisas (OLIVEIRA, 2020), do ponto de vista econômico, o setor de serviços é preponderante nas pequenas localidades e responsável por grande parcela da economia local. A participação percentual de empregos formais dentro do setor de serviços também indica grandes percentuais de informalidade. Dentre esse setor encontram-se atividades ligadas ao turismo, uma das principais fontes de ingresso de recursos, com altos índices de informalidade e sazonalidade (SEADE, 2018),

e que foram extremamente afetadas com o início da pandemia de COVID-19, pois as ações para conter o avanço da doença fragilizaram ainda mais a economia e acentuaram as vulnerabilidades locais (ZANIRATO et al., 2020).

Esses fatores tendem a acentuar os conflitos de ordem socioambiental em torno a áreas de usos restritos, visto que muitos deles são portadores de Unidades de Conservação, que se fizeram em meio a disputas territoriais (OLIVEIRA, 2020).

Por outro lado, justamente por serem detentores de paisagens magníficas, presentes dentro ou no entorno das UCs, os pequenos municípios da região se apoiaram, a partir da década de 1970, em atividades vinculadas ao turismo, com destaque para São Bento do Sapucaí e São José do Barreiro e outros próximos a áreas protegidas.

Desde então, esses municípios passaram a ser considerados como portadores de uma "'tradição turística' por registrar a presença de empreendimentos e associações que, em parceria com o poder público, operaram na identificação e na estruturação de atrativos e na sedimentação de um leque de produtos" (PELLICCIOTTA, 2017, p. 5), como é o caso dos municípios da região do Vale Histórico Paulista – Queluz, Areias, Silveiras, São José do Barreiro, Arapeí e Bananal, no extremo noroeste da RMVPLN.

Houve diversas tentativas de desenvolvimento nessa região e as primeiras tratativas para fortalecimento ocorreram na década de 1970, com a articulação da CODIVAP (A Associação de municípios do Vale do Paraíba) e da Região Administrativa de São José dos Campos, que iniciaram diagnósticos e projetos voltados a desenvolver o turismo (PELLICCIOTTA, 2017).

Nos anos 70 foram criados os dois principais representantes das Unidades de Conservação da região, o Parque Nacional da Serra da Bocaina (1971) e o Parque Nacional da Serra do Mar (1977), além disso, houve a criação da APA Silveiras (1984) e da Estação Ecológica de Bananal (1987). Na mesma década foram iniciados esforços para a proteção do patrimônio cultural com o tombamento de diversas edificações remanescentes da economia cafeeira em todo o Vale do Paraíba.

Nos anos 90, o Consórcio Intermunicipal do Polo Turístico do Cone Leste Paulista, em conjunto com a Agência Via Vale, elaboraram seis circuitos turísticos com o objetivo de "atrair, organizar e distribuir os visitantes na Região do Vale do Paraíba" (FRIEDHILDE, 2004). Assim, em 1996, como resultados dessa iniciativa foram lançados os circuitos Alto Paraíba, Cos-

ta Verde, Rota da Fé, Serra da Mantiqueira, Tecnológico e Cultural e Vale Histórico (PELLICCIOTTA, 2017).

No decorrer do final das décadas de 90 e início do século XXI, outras iniciativas de desenvolvimento local se instalaram nos pequenos municípios tidos como de vocação turística, principalmente as propostas e projetos desenvolvidos pelo SEBRAE – Serviço Brasileiro de Apoio às Micro e Pequenas Empresas. Foi também uma ação do SEBRAE a implantação de consórcios de desenvolvimento que tinham como objetivo integrar o turismo às diretrizes regionais dadas pelo Programa de Regionalização do Turismo (2006), do Ministério do Turismo (PELLICCIOTTA, 2017).

Ao longo do tempo, políticas públicas regionais se voltaram para o que se considera a vocação da região, na busca, até o momento pouco frutífera, de impulsionar o desenvolvimento da região. Isso se apresenta até os dias atuais como uma esperança condicional (OLIVEIRA, 2020) na medida em que tal vocação ainda não foi capaz de mudar o cenário de vulnerabilidade que afeta o Vale Histórico Paulista.

A extinta Emplasa – Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A., no Plano de Ação da Macrometrópole Paulista 2013-2014 (EMPLASA, 2014), considerou o desenvolvimento macrometropolitano a partir de eixos estruturantes que reforçavam os polos já desenvolvidos. Para os municípios fora desse eixo, na Carteira de Projetos foram propostas ações de incentivo à implementação de Pagamentos por Serviços Ambientais a proprietários de áreas protegidas, a formulação de Parcerias Público-Privadas para a exploração de UCs, a criação de instrumentos de gestão para as áreas de mananciais e o desenvolvimento de turismo sustentável (EMPLASA, 2014). Essas ações não tiveram prosseguimento com a extinção da empresa de planejamento, nem tampouco com iniciativas fora dessa instituição.

O que se vê, ainda hoje, são dificuldades que se acumulam em relação ao desenvolvimento dos pequenos municípios a partir da atividade turística, em face de decisões como as de reduzirem o turismo a uma atividade de empreendedorismo, sem a consideração dos processos sociais, econômicos, culturais e ambientais que o envolvem. (OLIVEIRA, 2020). Também se veem dificuldades em compreender as áreas protegidas como potenciais ao desenvolvimento local pela consideração dos benefícios ecossistêmicos num sentido mais amplo.

Turismo e benefícios ecossistêmicos: associações em torno ao desenvolvimento local nos pequenos municípios da RMVPLN

As áreas verdes são essenciais para a sobrevivência dos seres vivos em função de benefícios como os de regulação térmica, controle do escoamento superficial, disponibilidade de água potável, modulação de doenças infecciosas transmitidas por vetores, melhoria da qualidade do ar, redução de ruídos, produção de alimentos, promoção à saúde mental e redução da morbimortalidade (AMATO-LOURENÇO et al., 2016; GAUDERETO et al., 2018).

Esses benefícios que as populações humanas recebem dos ecossistemas são definidos em acordo com a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005) como serviços ecossistêmicos (SE) e são divididos em quatro categorias: serviços de provisão, de regulação, de suporte e culturais.

Os serviços de provisão são categorizados no tocante à capacidade dos ecossistemas de fornecer materiais para consumo como alimentos, matérias primas e água potável. Os serviços de regulação como aqueles que englobam as funções reguladoras das condições ambientais naturais como a prevenção de erosão e inundações. Os serviços de suporte são aqueles necessários para que os outros serviços existam, como a ciclagem de nutrientes, a formação do solo, e produção de oxigênio. Os serviços culturais compreendem os benefícios não materiais que os ecossistemas oferecem, como a produção de conhecimento, o enriquecimento espiritual e a contemplação. A presença dessas áreas é considerada crucial tanto para a promoção do desenvolvimento sustentável como para a oferta de serviços ecossistêmicos (GAUDERETO et al., 2018).

Ainda assim, permanecem dificuldades em incorporar às estratégias de proteção ambiental, ações decorrentes dos benefícios gerados em áreas verdes, protegidas, capazes de favorecer o desenvolvimento local nas regiões detentoras de tais lugares.

No caso da RMVPLN, as Unidades de Conservação presentes nas cercanias dos municípios despontam como importante potencial para o desenvolvimento local, pela singularidade territorial, capaz de favorecer a um desenvolvimento a partir de bens específicos e exclusivos de seu território.

As Unidades de Conservação se situam no domínio da Mata Atlântica, atualmente reduzida a 7,3 % de sua área original e sobrevivem em

constante ameaça decorrente da urbanização desordenada, da expansão do agronegócio e de áreas de pastagens, que pressionam cada vez mais os escassos fragmentos de floresta. Nesse sentido, as Unidades de Conservação necessitam de estratégias mais bem definidas quanto aos limites e possibilidades de usos desses espaços, em especial às necessidades de desenvolvimento local e com vistas à proteção do meio ambiente, ao que podemos chamar de desenvolvimento sustentável.

As Unidades de Conservação presentes na região estudadas são expressas no mapa a seguir.

Figura 3 Unidades de Conservação Federais e Estaduais na RMVPLN. *Fonte:* Organização dos autores a partir do banco de dados geográficos: DATAGEO.

Os atributos de tais unidades são apresentados na tabela a seguir, que traz o descritivo das UCs, com a identificação dos atributos de criação, os atrativos e atividades a eles vinculados:

Tabela 3 Unidades de Conservação da RMVPLN, atributos de criação e usos vinculados.

Unidade	Categoria	Atributos de Criação	Exploração Turística	Município
Flona de Lorena	Uso Sustentável	Banco genético de espécies arbóreas. Produção de sementes	Atrativos: Trilhas, Quiosques, Lago, Roteiro cultural, Campo de Futebol. Atividades: Passeio, Descanso, Caminhadas, Exercícios Físicos, Andar de Bicicleta, Observação de flora e fauna, Fotografar, Pique- Nique	Lorena (SP)
PE Campos de Jordão	Proteção Integral	Possui três fitosionomias básicas da Mata Atlântica; A mata de araucárias, símbolo do parque, os campos de altitude e as matas nebulares, hoje formam as maiores extensões contínuas de pinheiros de todo o sudeste brasileiro	Atrativos: Rios, Lago, Mirante, Cachoeira, Roteiro Cultural, Playground, Trilha. Atividades: Permitido Nadar, Permitido Bicicleta, Observação de Fauna e Flora, Passeio Noturno, Tirolesa, Arvorismo, Observação de Aves.	Campos do Jordão (SP)
Parna Bocaina	Proteção Integral	Representa um importante fragmento do Domínio da Mata Atlântica, agrupando ampla diversidade de tipos vegetacionais, grandes extensões contínuas de áreas florestadas, sob diversos domínios geomorfológicos. É um território com endemismos, refúgios ecológicos e espécies ameaçadas de extinção	Atrativos: Cachoeiras, Mirantes, Trilha, Roteiro Cultural, Costão rochoso, Praia. Atividades: O Parque Nacional da Serra da Bocaina (PNSB) não está consolidado em termos de visitação, por isso ainda não oferece prestação de serviços ao turista. Parte desta lacuna, porém, é preenchida pela iniciativa privada existente no entorno do Parque	Angra dos Reis (RJ), Parati (RJ), Areias (SP), Cunha (SP), São José do Barreiro (SP), Ubatuba (SP)
APA Bacia do Rio Paraíba do Sul	Uso Sustentável	Proteger os mananciais de abastecimento da bacia hidrográfica do Rio Paraíba do Sul e proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais.	Informações não disponibilizadas pelo órgão gestor.	Municípios abrangidos pela APA no Estado de São Paulo: Areias, Arujá, Bananal, Cachoeira Paulista, Cruzeiro, Guaratinguetá, Guarulhos, Igaratá, Jacareí, Jambeiro, Lavrinhas, Monteiro Lobato, Natividade da Serra, Paraibuna, Piquete, Queluz, Redenção da Serra, Santa Branca, Santa Isabel, Silveiras, São José do Barreiro, São José dos Campos e Taubaté. *Obs.: abrangência da APA nos Estados de Minas Gerais e Rio de Janeiro em fase de levantamento/identificação

Tabela 3 Unidades de Conservação da RMVPLN, atributos de criação e usos vinculados (*continuação*).

Unidade	Categoria	Atributos de Criação	Exploração Turística	Município
APA Campos do Jordão	Uso Sustentável	Visa proteger a biodiversidade da Serra da Mantiqueira, os remanescentes de vegetação nativa e os mananciais para abastecimento público da região	Atrativos: Rio e lago (Contemplação), Mirante, Cachoeira, Playground. Atividades: Permitido pescar, permitido bicicleta, observação de fauna, passeio noturno, tirolesa, arvorismo, balonismo, observação de aves.	Campos do Jordão (SP)
APA Silveiras	Uso Sustentável	mosaico de paisagens de grande beleza cênica, especialmente ao sul, com relevo predominantemente formado por morros e cristas, que atingem altitudes de até 1800 metros	Atrativos: Rios, Cachoeira, Roteiro Cultural. Atividades: Permitido nadar, Permitido bicicleta, Observação de fauna, Observação de Flora, Balonismo.	Silveiras(SP)
APA Serra da Mantiqueira		Garantir a conservação do conjunto paisagístico e da cultura regional da Serra da Mantiqueira. Além de proteger e preservar a flora endêmica e andina; os remanescentes dos bosques de araucária; a continuidade da cobertura vegetal do espigão central e das manchas de vegetação primitiva; a vida selvagem, principalmente as espécies ameaçadas de extinção	Informações não disponibilizadas pelo órgão gestor.	Aiuruoca (MG), Alagoa (MG), Bocaina de Minas (MG), Baependi (MG), Delfim Moreira (MG), Itamonte (MG), Itanhandu (MG), Liberdade (MG), Marmelópolis (MG), Passa Quatro (MG), Passa Vinte (MG), Piranguçu (MG), Pouso Alto (MG), Virginia (MG), Wenceslau Braz (MG), Itatiaia (RJ), Resende (RJ), Campos do Jordão (SP), Cruzeiro (SP), Guaratinguetá (SP), Lorena (SP), Lavrinhas (SP), Pindamonhangaba (SP), Piquete (SP), Queluz (SP), Santo Antônio do Pinhal (SP), São Bento do Sapucaí (SP)
ARIE Pedra Branca	Uso Sustentável	Proteção de matas naturais, da fauna associada a essa formação vegetal e dos mananciais nela contidos que já foram responsáveis pelo abastecimento de toda a região de Taubaté.	Atrativos: Rio e Lago (contemplação)	Tremembé (SP)
ESEC Bananal	Proteção Integral	Proteger remanescentes de Floresta Ombrófila Densa Montana e Alto Montana, refúgios vegetacionais, espécies de flora e fauna ameaçadas de extinção, além de desenvolver pesquisas e atividades de educação ambiental.	Atrativos: Rio, represa e lago (contemplação), Trilha. Atividades: Observação de fauna, Observação de flora, Observação de aves.	Bananal (SP)

Tabela 3 Unidades de Conservação da RMVPLN, atributos de criação e usos vinculados (*continuação*).

Unidade	Categoria	Atributos de Criação	Exploração Turística	Município
PE Mananciais de Campos do Jordão	Proteção Integral	Proteger os mananciais oriundos da cabeceira do Córrego do Coutinho e do Ribeirão das Perdizes (formador da represa do Salto)	Atrativos: Rio (contemplação), Mirante, Cachoeira, Monumento geológico, Roteiro Cultural. Atividades: Permitido nadar, Permitido bicicleta, Observação de fauna, Observação de flora, Observação de aves.	Campos do Jordão (SP)
APA Sapucai-Mirim	Uso Sustentável	Abrange áreas dos municípios onde se encontra a bacia do rio Sapucaí., responsável pelo abastecimento local e de mais 40 municípios de Minas Gerais. Caracterizada por uma beleza cênica, em que se destacam pontos relevantes, reconhecidos regionalmente como a Pedra do Baú e o Pico Agudo.	Atrativos: Rio (contemplação), Mirante, Cachoeira, Gruta, Monumento Geológico, Roteiro Cultural. Permitido Nadar, Permitido pescar, Permitido Bicicleta, Observação de Fauna, Observação de Flora, Montanhismo, Rapel, Escalada, Tirolesa, Paraglaider, Observação de aves.	São Bento do Sapucaí (SP)
APA São Francisco Xavier	Uso Sustentável	Faz parte do maciço montanhoso da Serra da Mantiqueira, que corresponde a um conjunto de elevadas escarpas festonadas e sulcadas e morros mais ou menos isolados que terminam no vale do rio Paraíba.	Atrativos: Rio (contemplação), Mirante, Cachoeira, Roteiro Cultural. Atividades: Permitido nadar, Permitido pescar, Rafting, Permitido bicicleta, Observação de fauna, Observação de Flora, Passeio Noturno, Montanhismo, Rapel, Escalada, Paraglaider, Boiacross, Observação de Aves.	São José dos Campos (SP)
APA Banhado	Uso Sustentável	Correspondem a uma vasta planície aluvial, formada por sedimentos transportados pelo rio Paraíba do Sul, onde estão presentes muitos meandros abandonados e terraços (resquícios de uma antiga atividade agrícola), compondo um cenário de rara beleza e totalmente integrado à paisagem urbana central de São José dos Campos.	Atrativos: Rio, Mirante, Roteiro Cultural. Atividades: Permitido nadar, Permitido bicicleta, Observação de Fauna, Observação de Flora, Passeio noturno, Observação de aves.	São José dos Campos (SP)

Tabela 3 Unidades de Conservação da RMVPLN, atributos de criação e usos vinculados (*continuação*).

Unidade	Categoria	Atributos de Criação	Exploração Turística	Município
MONA Pedra do Baú	Proteção Integral	Inserido em meio à Mata Atlântica, com aspectos de vegetação de altitude e grande diversidade de fauna.	Atrativos: Mirante, Gruta, Costão Rochoso, Roteiro Cultural, Monumento Geológico, Trilha. Atividades: Observação de Fauna, Observação de Flora, Montanhismo, Rapel, Escalada, Paraglaider, Observação de Aves.	São Bento do Sapucaí (SP)

Fonte: FF, 2021 e CNUC, 2021.

Como se pode ver na Tabela 3, essas áreas provêm, entre outros benefícios, a água que abastece as duas maiores metrópoles do país: São Paulo e Rio de Janeiro. São ainda detentoras de ampla biodiversidade expressa em plantas não convencionais e em frutas nativas tais como o araçá-piranga, a grumixama, a gabiroba, assim como em uma rica fauna vista em invertebrados terrestres, invertebrados aquáticos, anfíbios, aves, peixes e mamíferos, alguns em risco de extinção como a onça-pintada, a onça-parda ou suçuarana, o muriqui e o sagui-da-serra-escuro (PMPNSB, 2002). Também conservam fibras/materiais de plantas (xaxim, coqueiro, bananeira, sementes) para usos diretos ou transformação, além de proporcionarem benefícios recreacionais e de saúde física e mental por meio das paisagens de expressiva beleza cênica, recortadas por rios, lagos, cachoeiras, mirantes, e por interações físicas e vivenciais como a educação ambiental e o entretenimento por meio de trilhas; bens que adquirem valor imensurável no momento em que se vê a degradação e perda de atributos ambientais geradores do bem estar.

Esses e outros benefícios se fazem fundamentais num cenário modulado por eventos decorrentes da variabilidade climática, a saber: disponibilização de água doce por meio de nascentes naturais, regulação do ar e do clima, conservação de espécies vegetais pela retirada de sementes ou esporos, manutenção da cobertura vegetal em ambientes declivosos e sequestro de carbono. Justamente por esses benefícios, é imperativo fomentar a elaboração e implantação de políticas públicas voltadas ao reconhecimento e valorização dos benefícios ecossistêmicos, de modo a garantir a manutenção das áreas protegidas, incluindo seus processos

ecológicos, diretamente relacionados com o bem-estar humano. Valorizar na perspectiva contingente (BELETE e. ASSEFA, 2003) de estimar o valor de existência e permanência dos benefícios ecossistêmicos para as gerações atuais e futuras.

Ainda que não seja fácil, essa possibilidade se apresenta com efetivo potencial para propiciar condições menos assimétricas para o desenvolvimento local, considerando a riqueza desses lugares e a importância de seus benefícios, diretamente ligados à manutenção da própria vida.

Nesse sentido, considerar os benefícios ecossistêmicos nas ações de desenvolvimento local pode ser uma alternativa de efetivo potencial para o desenvolvimento local, num cenário de degradação e perda da biodiversidade.

Considerações finais

Buscou-se neste texto pensar nos desafios para a proteção do meio ambiente em locais dotados de áreas naturais protegidas, associado ao desenvolvimento local. Para tanto, a ênfase se voltou para a valoração dos bens naturais a partir do reconhecimento do valor contido nos benefícios ecossistêmicos e nas iniciativas de usos turísticos, formas possíveis de considerar o desenvolvimento local e a conservação ambiental em regiões deprimidas, como as que comportam os pequenos municípios da RMVPLN. Com essa preocupação sistematizou informações sobre os benefícios ecossistêmicos, enfatizando a necessidade e a urgência de medidas capazes de proteger os ecossistemas, conciliando a conservação com o desenvolvimento local.

Tomou-se como unidade de análise a Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte, justamente porque apresenta grande complexidade de gestão pelas distintas características demográficas e econômicas nelas contidas. Inseridas nesse contexto, o olhar se voltou para os pequenos municípios, que se diferenciam de outros mais expoentes na RMVPLN, e que, justamente por isso, quando olhadas sob uma perspectiva de planejamento regional, têm sido constantemente esquecidos ou pouco valorizados.

O texto apresentou potenciais existentes nas pequenas localidades, provedoras de benefícios ecossistêmicos, presentes nas Unidades de

Conservação da região, algo ainda a ser inserido em ações de planejamento com vistas à diminuição das assimetrias regionais. A mudança do olhar para essas pequenas cidades onde se encontram as áreas protegidas é necessária e está vinculada às bases do desenvolvimento local, que visam não só a incluir os atores locais, mas a considerar o potencial encontrado no próprio território.

Essa mudança do olhar destaca tanto os serviços de turismo fundados nos atrativos naturais que tais lugares detém, como na valorização dos benefícios ecossistêmicos que podem e devem ser considerado. Ambos os aspectos podem impulsionar o desenvolvimento local e ser fatores geradores de emprego e renda aos municípios, como podem também ser condição para a conservação dos atributos ambientais que precisam ser valorizados, sobretudo no cenário em que vivemos para o qual temos tantas demandas e tão poucas ações efetivas.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) Processo n. 2015/03804-9.

Referências

AMATO-LOURENCO, L. F. et al. **Metrópoles, cobertura vegetal, áreas verdes e saúde**. Estud. av., São Paulo, v. 30, n. 86, p. 113-130, Apr. 2016. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0103-40142016000100113&lng=en&nrm=iso. Acesso em: 14 Abr. 2021.

ANDRADE, D. C; ROMEIRO, A. R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. **IE/UNICAMP**, n. 155, fev. 2009

AGEMVALE, 2018. **Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte** – Divisão Sub-Regional. disponível em: <http://www.suaboxonline.com/agemvale-site/cinco-sub-regioes/> Acesso em: 20 dez. 2018.

BARRETT. **Are integrated conservation-development projects (Icdps) sustainable** – on the conservation of large mammals in Sub-Saharan Africa. World Development, 2005.

BELETE, Z.; ASSEFA, Y. **Willingness-to-pay for protecting endangered environments**: the case of Nechsar National Park. Organization for Social Science Research in Eastern and Southern Africa, 31 p. 2003.

BROOK; FRANZEN; HOLMES; GROTE; MULDER. Testing hypotheses for the success of different conservation strategies. **Conserv Biol**. 2006

CORRÊA, R. L. As pequenas cidades na confluência do urbano e do rural. **Geousp**, n. 30, pp 05-12, sem data.

CNUC. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação, 2021. Disponível em: <http://sistemas.mma.gov.br/cnuc>. Acesso em: 16/08/2021.

DAMIANI, A. L. **Cidades médias e pequenas no processo de globalização**: Apontamentos bibliográficos. In: América Latina: cidade, campo e turismo. Amália Inês G. de Lemos, Monica Arroyo e Maria Laura Silveira. CLACSO. Consejo Latinoamericano de Ciencias Sociales, São Paulo, 2006.

EMPLASA. Plano de Ação da Macrometrópole Paulista 2013-2040 – Volume 4: Carteira de Projetos do PAM. São Paulo: Secretaria da Casa Civil, 2014.

FUNDAÇÃO FLORESTAL (FF). Unidades de Conservação do Estado de São Paulo, 2021. Disponível em: <https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/fundacaoflorestal/unidades-de-conservacao/> Acesso em: 16 ago. 2021.

GAUDERETO, G. L. et al. Avaliação de Serviços Ecossistêmicos na Gestão de Áreas Verdes Urbanas: Promovendo cidades saudáveis e sustentáveis. **Ambiente e Sociedade**, São Paulo, v. 21, e01203, 2018. Disponível em: http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2018000100410&lng=pt&nrm=iso. Acesso em: 14 Abr. 2021.

GOMES, C; RESCHILIAN, P.R; UEHARA, A.Y. Perspectivas do planejamento regional do Vale do Paraíba e litoral norte: marcos históricos e a institucionalização da região metropolitana no Plano de Ação da Macrometrópole Paulista. Urbe. **Revista Brasileira de Gestão Urbana** (Brazilian Journal of Urban Management), 2018 jan./abr., 10(1), 154-171

HULM; M. **African Wildlife and Livelihoods**: The Promise and Performance of Community Conservation. James Currey, Oxford and Heinemann, New Hampshire. 2001.

INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. Cidades: informações sobre os municípios brasileiros. Disponível em: http://www.cidades.ibge.gov.br/xtras/home.phpcidades. Acesso em: 15 Abr. 2021.

MAIA, D. S. **Cidades pequenas: como defini-las?** Apontamentos para os estudos sobre as cidades pequenas. In: OLIVEIRA, J.A. (org.) Cidades brasileiras: territorialidades, sustentabilidade e demanda social. Manaus, UFAM, 2009.

MCSHANE, W. **Getting biodiversity projects to work**: towards a more effective conservation and development. Columbia University Press, New York. 2003.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). **Ecosystems and human well-being**: synthesis. Washington, DC: Island Press, 2005.

MISATO, M. T. Análise da gestão da Área de Proteção Ambiental (APA) Tiête – SP: sobreposições e limitações nos tratos com o patrimônio natural e cultural. 2015. **Dissertação** (Mestrado em Ciência Ambiental). Instituto de Energia e Ambiente, University of São Paulo, São Paulo, 2018.

MORSELLO, C. **Áreas Protegidas Públicas e Privadas**: Selecao e manejo. ANABLUME/FAPESP, Sao Paulo.

OLDEKOP, H.; HARRIS, E. A global assessment of the social and conservation outcomes of protected areas. **Conserv Biol**. 2015.

OLIVEIRA, F. V. Usos sociais do patrimônio cultural (natural) e participação democrática em áreas protegidas. **PRACS**: Revista Eletrônica de Humanidades do Curso de Ciências Sociais, v. 10, n. 1, jan./jun. Macapá, 2017.

OLIVEIRA, F. V. de. **Patrimônio cultural e natural, turismo e desenvolvimento local no município de São José do Barreiro – SP**: Uma esperança condicional. 2020. 228 f. Tese (Doutorado em Ciência Ambiental) – Instituto de Energia e Ambiente. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020.

PMPNSB – Plano de manejo do Parque Nacional da Serra da Bocaina, ICMBio, 2002.

PELLICCIOTTA, M. Turismo e patrimônio no Vale Histórico Paulista: Subsídios de estudo para um aprimoramento de interações. **S.l.**, 2017.

PIMBERT, P. Parks, people and professionals. Putting "participation" into protected area management. UNRISD-IIED-WWF. **UNRISD Discussion Paper**. n. 57, 1995

SANTOS, M. **A urbanização desigual**: a especificidade do fenômeno urbano em países subdesenvolvidos, São Paulo, Edusp, 2010.

SÃO PAULO. Sistema Estadual de Análise de Dados (SEADE). Dados socioeconômicos dos municípios paulistas, 2018. Disponível em: https://iprs.seade.gov.br/ Acesso em: 15 Abr. 2021.

UNESCO. Convenção para o patrimônio mundial, cultural e natural, ONU, 1972.

ZANIRATO, S. H.; OLIVEIRA, F. V; MISATO, M. T. Decorrências da atual crise sanitária em pequenos municípios da MMP. Diálogos Socioambientais na Macrometrópole. v. Especial, 2020. Disponível em: [http://pesquisa.ufabc.edu.br/macroamb/wp-content/uploads/2020/05/Di%C3%A1logos-Socioambientais_COVID-19-5.pdf] Acesso em: 5 Maio 2020.

Capítulo 11

Segurança hídrica das populações rurais da Macrometrópole Paulista

Beatriz Duarte Dunder, Gabriel Pires de Araújo, Mariana Franco de Carvalho e Lays Pimentel Percino da Silva

Introdução

Ainda que majoritariamente urbana, a Macrometrópole Paulista (MMP) possui em seu território áreas definidas como rurais que enfrentam problemáticas inerentes a essas localidades. Entre essas está o acesso à água, cuja problemática difere dos desafios visualizados em áreas urbanas por conta do alto custo de se prover infraestrutura para comunidades rurais espalhadas e das dificuldades de inserção dessas áreas na lógica de mercado que predomina nas companhias de abastecimento de água, o que leva o acesso à água por parte da população a depender preponderantemente de soluções alternativas individuais de abastecimento de água (PÁDUA, 2006; SWYNGEDOUW, 2006).

O principal desafio para o empreendimento dessas soluções está no fato de que cabe a própria população a responsabilidade pela captação e garantia da qualidade da água, o que possui como agravante o fato de muitas comunidades rurais estarem em áreas ambientalmente frágeis, sujeitas a transformações ambientais decorrentes das atividades agropecuárias e extrativistas, e de muitas dessas populações possuírem em geral menos recursos financeiros, principalmente no contexto das áreas rurais de países da periferia do capitalismo (SWYNGEDOUW, 2006; PÁDUA, 2006). Essas dificuldades afetam diretamente a segurança hídrica dessas populações, uma vez que a segurança hídrica implica na garantia do acesso da população a água em qualidade e quantidade adequadas (BAKKER, 2012).

Tendo isso em vista, o objetivo desse texto é analisar as vulnerabilidades das áreas rurais da Macrometrópole Paulista (MMP) no que diz respeito a

Segurança Hídrica, levando em conta nessa análise a perspectiva de que as relações entre sociedade e natureza são mediadas por relações de poder, o que se expressa também no acesso a água (SWYNGEDOUW, 2006).

O texto é trabalhado de acordo com a seguinte estrutura: primeiro se apresenta o que se entende tradicionalmente por rural, com enfoque nas definições adotadas pelo Estado, posteriormente se apresenta o conceito de segurança hídrica. Em seguida se discute acerca das áreas rurais e suas dificuldades no acesso a água em qualidade e quantidade adequada, considerando especialmente a Macrometrópole Paulista.

O rural

Torna-se necessário no contexto desse texto trazer a concepção de rural presente nos marcos legais, haja vista que esses dispõem as regras e procedimentos que balizam as ações e interações no mundo social, e portanto, expressam as relações de poder contidas na sociedade. Esses marcos legais também têm a capacidade de produzir realidades e naturalizar determinadas concepções, fazendo com que essas concepções de caráter social sejam aceitas como naturais (MEDEIROS et al., 2014).

Nesse sentido, é importante trazer uma reflexão acerca de como essas concepções influenciam nas ações institucionais, pois conforme apontam Wanderley e Fava~~ra~~e~~vett~~o, o vazio institucional nas formas de regulação e definição do território rural no Brasil explica o"[...] caráter periférico e residual conferido a estes espaços nas estratégias e na ideologia do desenvolvimento brasileiro." (WANDERLEY & FAVARETO, 2013 p. 414). Ou seja, rural adquire esse caráter periférico e residual, pois sua própria definição institucional define essas áreas como tal (WANDERLEY & FAVARETO, 2013).

Tradicionalmente, a definição do rural tem se colocado como aquilo que está em oposição ao urbano, onde a relação entre esses dois territórios distintos é marcada pela subordinação do rural pelo urbano. O processo de urbanização, nessa concepção, seria um processo natural e inevitável de modernização da sociedade (CARNEIRO, 2007).

A legislação ainda em vigor que estabelece formalmente os territórios urbanos e consequentemente os rurais é o Decreto-lei nº311, de 2 de Março de 1938. Esse decreto, com o intuito de "organizar" o território na-

cional, definiu como condição para a criação de um município a prévia delimitação da sua porção urbana e suburbana. Vê-se, portanto, que o rural nesse caso é definido por exclusão, ou seja, o que sobrou no território de um município que não é urbano (MEDEIROS et al., 2014).

Outro dispositivo da legislação brasileira que define o rural, também pelo critério de exclusão, é a Lei nº 5.172 de 25 de Outubro de 1966, que dispõe sobre o sistema tributário nacional. Importante destacar que essa legislação define que as áreas urbanas devem pagar tributos aos municípios, enquanto que as rurais à federação, o que acaba por ser um fator que leva o poder público municipal a considerar mais os aspectos fiscais no momento da delimitação das áreas urbanas e rurais, em detrimento de aspectos geográficos, sociais, econômicos e/ou culturais (ABRAMOVAY, 2003).

Outro ponto relevante para a discussão presente nessa legislação são aspectos atrelados propriamente à definição do urbano. Segundo estas, são urbanas as áreas que (ainda que não obrigatoriamente) possuem os seguintes atributos:

> [...] pelo menos 2 (dois) dos incisos seguintes, construídos ou mantidos pelo Poder Público: I – meio-fio ou calçamento, com canalização de águas pluviais; II – abastecimento de água; III – sistemas de esgotos sanitários; IV – rede de iluminação pública, com ou sem posteamento para distribuição domiciliar; V – escola primária ou posto de saúde a uma distância máxima de 3 (três) quilômetros do imóvel considerado" (Lei nº 5.172, de 25 de outubro de 1966 – artigo 32, parágrafo 1º).

Ou seja, legalmente a presença de infraestrutura e de serviços básicos, entre eles o abastecimento de água, é vista como o oposto da condição rural. Sendo assim, o rural é majoritariamente definido como se tratando de áreas residuais, ou remanescentes do processo de urbanização, sendo caracterizadas pela exclusão, pela precariedade e carência de serviços básicos (ABRAMOVAY, 2000; WANDERLEY & FAVARETO, 2013).

A discussão que se propõe no presente texto não é na direção de propor novas definições de rural ou discutir quais são as mais adequadas, mas sim de entender como o rural tem sido considerado tradicionalmente, e como essas questões impactam nessas áreas rurais definidas adminis-

trativamente de acordo com a legislação aqui apresentada, ainda que se façam críticas às mesmas. A discussão se dirige então para pensar a segurança hídrica dessas populações que se encontram nessas áreas que são definidas pela oposição ao urbano, caracterizadas pela exclusão, precariedade e carência de serviços básicos. Para isso, na seção seguinte se discute o conceito de segurança hídrica, de modo a considerar essas assimetrias.

Conceito de segurança hídrica

O conceito de segurança hídrica tem se tornado cada vez mais relevante por conta da crescente vulnerabilidade tanto das sociedades humanas como dos ecossistemas em relação à água. São crescentes as ameaças aos sistemas de fornecimento de água por conta da contaminação e de outros impactos nos ecossistemas aquáticos causados pela atividade humana. Além das ameaças aos que já contam com o fornecimento de água, ainda existe um grande contingente populacional que sequer tem acesso seguro à água potável de forma sustentável (BAKKER, 2012).

A primeira conceituação de segurança hídrica que passou a abordar essas questões, que se diferenciava do que vinha até então sendo entendido por segurança hídrica no campo da geopolítica, foi cunhada pela Global Water Partnership, que passou a definir a segurança hídrica como uma situação onde se tem o acesso à água, em qualidade e quantidade adequada de modo a garantir a higiene, saúde e produtividade da população e a preservação dos ecossistemas (GLOBAL WATER PARTNERSHIP, 2000).

Desde então, o conceito tem se tornado cada vez mais diverso, indo além até mesmo dos aspectos de quantidade e acessibilidade para populações humanas e adotando aspectos como a qualidade da água, saúde humana e proteção dos ecossistemas (COOK & BAKKER, 2011).

Além disso, é importante que a segurança hídrica incorpore uma visão politizada acerca do acesso à água e pense a questão da garantia ao acesso à água em qualidade e quantidade adequada além do tecnicismo. Isso principalmente pelo fato de que o acesso ou a exclusão do acesso à água é determinado por relações de poder social, econômico e político que condicionam as relações entre sociedade e ambiente (SWYNGEDOUW, 2006; ROBBINS, 2012; LOFTUS, 2015).

É preciso levar em consideração nas discussões sobre segurança hídrica que a circulação da água incorpora e interioriza essas relações de poder, que operam em diversas escalas e trazem questões de classe, gênero e raça. São essas relações de poder que ditam quem terá domínio e acesso à água e quem será excluído (SWYNGEDOUW, 2006).

Tratar a segurança hídrica de forma despolitizada retira o componente político da distribuição da água, fazendo com que essa questão seja reduzida a apenas um problema resultante de questões de ordem natural e/ou que pode ser resolvido apenas por meio de soluções tecnológicas (LOFTUS, 2015). A questão não é sobre como levar água para as pessoas, visto que muitos dos princípios de engenharia necessários para tal já são bastante difundidos, nem é decorrente apenas de aspectos naturais. A questão que deve ser encarada é porque alguns grupos têm acesso à água de forma adequada e outros não (SWYNGEDOUW, 2006).

Levando em conta essas questões, o presente texto adota o conceito de segurança hídrica focado na garantia do acesso da população a água em qualidade e quantidade, considerando que o acesso à água não está restrito apenas a questões técnicas, mas faz parte das relações entre ambiente e sociedade, onde a falta de acesso a água em qualidade e quantidade não está apenas relacionada à falta física da água, mas também é uma expressão da desigualdade política e econômica.

Quando se fala na segurança hídrica das áreas rurais, levar em conta essas questões é imprescindível. Como visto na seção anterior, a própria definição das áreas rurais que as considera como áreas residuais e periféricas acaba por fazer com que esses locais recebam uma menor atenção do poder público (WANDERLEY & FAVARETO, 2013). Na seção a seguir, as especificidades da segurança hídrica nas áreas rurais serão discutidas.

As áreas rurais e a segurança hídrica

No Brasil, o desenvolvimento do setor de saneamento (que inclui o acesso à água) esteve bastante relacionado ao interesse das elites econômicas, de modo a garantir a reprodução do modelo econômico dominante (REZENDE & HELLER, 2008). Tal postura fez com que as ações desse setor historicamente se concentrassem em áreas de interesse econômico, relegando as populações das periferias urbanas, pequenos municípios e

áreas rurais, uma posição marginal frente às ações de saneamento promovidas pelo Estado (REZENDE & HELLER, 2008; MURTHA et al., 2015).

O abastecimento de água nas áreas rurais ao longo dos anos apresentou uma carência de ações permanentes e sistemáticas promovidas pelo poder público brasileiro. Ainda que existam algumas ações, essas ocorrem de modo disperso entre vários órgãos e ministérios, atuando de forma separada e descoordenada e, além disso, essas ações em geral não possuem planejamento em longo prazo (ROLAND et al., 2020).

As áreas rurais possuem especificidades que não permitem que soluções pensadas no contexto urbano sejam aplicadas nessas áreas. Entre as dificuldades de se prover rede de abastecimento para comunidades rurais está o fato de essas estarem espalhadas por territórios extensos, fazendo com que o custo para tal seja extremamente alto e com um retorno de investimento baixo e incerto, o que contraria os princípios de mercado que regem historicamente grande parte das decisões do setor de saneamento no Brasil (SWYNGEDOUW, 2006; ROLAND et al., 2020; REZENDE & HELLER, 2008).

Além das dificuldades técnicas e econômicas de se implementar sistemas convencionais de saneamento nos moldes dos que se veem em áreas urbanas, a aplicação dessa concepção nas áreas rurais sem considerar suas especificidades acaba impondo uma lógica onde a maior aproximação ao urbano é associada ao desenvolvimento dessas áreas rurais, que são tradicionalmente consideradas como atrasadas e deficientes (ABRAMOVAY, 2000).

Como discutido anteriormente, a definição mais tradicional do rural, que o considera como oposição ao urbano, coloca a urbanização das áreas rurais como um processo natural e inevitável de modernização da sociedade (CARNEIRO, 2017). Parte dessa modernização se coloca pela via do acesso à infraestrutura e serviços básicos, entre elas as infraestruturas de abastecimento de água coletivas (ABRAMOVAY, 2000).

Portanto, quando se propõe a solução dos problemas de acesso à água em qualidade e quantidade nas áreas rurais por meio de projetos desse tipo, está se reafirmando que a solução para os problemas das áreas rurais reside num desenvolvimento que pressupõe a urbanização como único caminho. Cabe pontuar que a urbanização não trás uma maior segurança hídrica,

pelo contrário, impõe novas dinâmicas e contradições para o acesso a água a partir da sua mercantilização (SWYNGEDOUW, 2006).

Nesse sentido, o Programa Nacional de Saneamento Rural traz algumas diretrizes que reforçam a necessidade de se pensar o saneamento rural para além da imposição desses sistemas convencionais. Segundo o programa deve se dar preferência à tecnologia já utilizada e, se necessário, promover sua adequação ou melhoria. Além disso o programa recomenda a participação social em todas as etapas, desde a concepção dos sistemas até a sua operação e manutenção, visando que, mesmo no caso de necessidade de implementação de tecnologias diferentes, essas sejam adequados às condições locais, com alternativas que contemplem as especificidades das áreas rurais e suas características demográficas, ambientais e culturais das populações (FUNASA, 2019)

Ainda que se considerem as problemáticas associadas a essa visão desenvolvimentista do rural, que busca homogeneizar as formas de vida, essa questão não se contrapõe ao fato de que existe uma negação da responsabilidade sobre o saneamento nas áreas rurais. O que se argumenta não é a inação do Estado nas áreas rurais, mas uma ação que não considere o rural alvo da modernização inevitável, levando em conta as suas particularidades. O poder público precisa considerar essas particularidades, e ser capaz de conceber e implementar soluções compatíveis com a realidade de cada população rural. Deve-se levar em conta não só questões demográficas, mas também aspectos sociais, ambientais e culturais dessas populações rurais, que são também diferentes entre si (ROLAND et. al., 2020).

Metodologia

De modo a abrir uma discussão acerca do papel do poder público na garantia da segurança hídrica da população rural na Macrometrópole Paulista, se realizou um levantamento inicial acerca das ações do poder público municipal sobre o tema. Para tal, foram selecionados municípios da Macrometrópole Paulista, na região do Vale do Paraíba, que possuem uma população majoritariamente rural (Tabela 1). Esse recorte resultou na seleção de quatro municípios:

Tabela 1 Municípios selecionados.

Municípios	População urbana	População rural	Grau de urbanização (em %)
Paraibuna	5518	12786	30,15
Ibiúna	28507	48360	37,09
Natividade da Serra	2851	3852	42,53
Monteiro Lobato	2000	2491	44,53

Fonte: SEADE, 2021.

Nesses municípios, as formas de acesso à água nas áreas rurais se dividem entre domicílios ligados a redes gerais, captação de poços e nascentes na propriedade, e outras formas de abastecimento que incluem: carro pipa, cisterna de água de chuva, rio, açude, lago e igarapé (Tabela 2).

Tabela 2 Formas de abastecimento de água em domicílios rurais.

Municípios	Rede geral	Poço/ nascente na propriedade	Outras
Paraibuna	43%	37%	30%
Ibiúna	25%	69%	6%
Natividade da Serra	6%	54%	39%
Monteiro Lobato	48%	39%	13%

Fonte: Censo – IBGE/Rural – PNSR.

Foram analisados os Planos Municipais de Saneamento Básico de cada um dos municípios. A opção por realizar a análise desse documento se deve ao fato de este ser de elaboração obrigatória por parte dos municípios de acordo com a Lei n.º 11.445/2007[1], a Lei de Saneamento Básico, sendo uma

1. Alguns aspectos da Lei 11.445/2007 foram alterados pela redação da Lei nº 14.026/2020, conhecida como Novo Marco Legal do Saneamento. No que diz respeito aos Planos de saneamento básico estes continuam obrigatórios, entretanto o modo como devem ser apresentados foi flexibilizado, podendo ser regional em casos onde os serviços são prestados regionalmente, bem como podem ser substituídos por estudos estudos que embasam a concessão ou a privatização dos serviços. Além disso, os municípios com população inferior a 20.000 habitantes poderão apresentar planos simplificados, com menor nível de detalhamento. O prazo para revisão também foi estendido, de 4 para 10 anos (BRASIL, 2020).

condicionante para o repasse de recursos federais para projetos de saneamento do município (BRASIL, 2007). O Plano de Saneamento Rural, publicado em 2019, também traz como um das funções do município a elaboração dos plano municipais de saneamento básico, e que deve apresentar nesses planos as demandas de saneamento rural (FUNASA, 2019. p. 219)

Discussão dos resultados

A leitura dos Planos levou em conta dois aspectos: o reconhecimento das Áreas Rurais, ao menos abordando essas áreas na caracterização do abastecimento de água, e a proposição de alternativas ou ações em prol da segurança hídrica da população rural. A seguir é apresentado o que foi levantado em cada plano:

Paraibuna: O plano reconhece a existência de núcleos habitacionais isolados e considera vital o acesso à água por parte desses habitantes. Entretanto, o Plano também ressalta que apesar de vital, o fornecimento de água para esses núcleos isolados por meio de sistemas públicos convencionais é insustentável financeiramente, e a partir dessa constatação, propõe a tomada de soluções alternativas. São apresentadas duas alternativas: O fornecimento por meio de caminhões pipa, com a instalação de caixas de água coletivas ou individuais, sendo os materiais disponibilizados pelo poder público e a instalação feita pela própria comunidade com a orientação técnica da Operadora do Sistema de Abastecimento de Água Municipal; a segunda opção apresentada é a implementação de um minisistema de abastecimento de água comunitário em núcleos onde não for viável o abastecimento por caminhão Pipa. Este sistema comunitário pode ser implantado pela própria comunidade beneficiada, sob orientação técnica da Operadora e com materiais e equipamentos fornecidos pelo Poder Público. Apesar de dispor de soluções alternativas estas não são consideradas nas intervenções planejadas, pois de acordo com o Plano deverão ser tratadas futuramente caso a caso (PMSB – PARAIBUNA, 2011).

Ibiúna: O plano não faz menção às áreas rurais, o mesmo só trata sobre o sistema convencional de abastecimento de água que atende sua porção urbana, delimitando as áreas urbanas que ainda não são atendidas, mas que podem ser atendidas futuramente, classificadas como "áreas

atendíveis", e desconsiderando assim o restante do município como alvo de algum tipo de ação (PMSB –IBIUNA, 2019).

Natividade da Serra: O Plano faz referência a sistemas independentes de abastecimento de água de responsabilidade da prefeitura municipal e que atendem a seis núcleos habitacionais isolados. Tratam-se de sistemas bastante simples de captação, reservação e distribuição de água sem qualquer tipo de tratamento ou desinfecção. O plano propõe investimento de modo a incluir uma etapa de cloração e fluoretação da água nesses sistemas isolados. Não se faz nenhuma outra menção a ampliação do atendimento para outras áreas isoladas ou outras ações voltadas para a população rural (PMSB – NATIVIDADE DA SERRA, 2018).

Monteiro Lobato: Não existem menções no plano a áreas rurais. Os Projetos para melhoria do abastecimento de água na cidade vão em direção de aumentar a cobertura do sistema convencional nas áreas urbanas, sem qualquer menção a alternativas ou ações voltadas para áreas rurais (PMSB – MONTEIRO LOBATO, 2011).

Ao analisar as questões presentes no plano ficam claros alguns aspectos que nos permitem compreender as questões que permeiam a ação Estatal para com a segurança hídrica das populações rurais.

Nos Planos de Monteiro Lobato e Ibiúna não foram identificados qualquer menção às áreas rurais. Segundo Rezende (2019), a ausência das áreas rurais em Planos Municipais tem diversas razões. Primeiramente, o próprio planejamento municipal tem uma perspectiva urbanística, com enfoque para as áreas urbanas. Outro ponto, segundo a autora, é a falta de clareza por parte dos órgãos municipais sobre a quem cabe a competência das ações de saneamento nessas áreas, uma vez que as mesmas pagam impostos federais e não municipais (REZENDE, 2019). O Programa Nacional de Saneamento Rural, também pontua que muitas vezes, por falta de conhecimento técnico, as áreas rurais não são abrangidas nesses planos, e que essa ausência dificulta a criação de políticas e programas estratégicos (FUNASA, 2019).

Nos Planos de Paraibuna e Natividade da Serra, que trazem ações para as áreas rurais, essas se voltam para a implementação de soluções alternativas de abastecimento, trazendo duas opções: utilização de cami-

nhões pipa e mini-sistemas de abastecimento descentralizados. Ainda que seja importante ao menos a inclusão dessa possibilidade no plano, é importante observar que não existem propostas voltadas para a melhoria das formas de abastecimento individuais já utilizadas pela população rural dos municípios.

Em Natividade da Serra e Paraibuna, ainda que exista uma expressiva parte da população com abastecimento individual por meio de poços e nascentes na propriedade (respectivamente 54% e 37% da população rural), não existem propostas voltadas para a adequação ou melhoria desses sistemas, conforme preconiza, por exemplo, o mais recente Programa Nacional de Saneamento Rural (FUNASA, 2019).

Conclusão

Mesmo nos municípios considerados majoritariamente rurais, o rural é ainda tratado de forma residual no planejamento das ações de saneamento básico que incluem o abastecimento de água. Essa realidade está fortemente ligada ao modo como as áreas rurais são consideradas nos marcos legais. Dos quatro planos analisados, dois sequer tratam sobre as áreas rurais, e os outros dois que o fazem, desconsideram as particularidades dessas áreas.

Pensar a segurança hídrica das populações rurais deve ir além de propostas que buscam inserir essas populações na lógica dos sistemas convencionais, quer seja pela construção de sistemas convencionais em menor escala e descentralizados, ou pela proposição de diferentes formas de distribuição que impõe uma lógica moderna na forma de se relacionar com a água. Para isso, pressupõe-se a superação de definições antiquadas do rural, presentes nos marcos legais brasileiros que subjugam esses espaços a áreas residuais e atrasadas, o que se materializa e se reforça a partir de políticas públicas que incorporam essas definições.

É necessário manter o respeito à autonomia dessas populações no acesso à água, mas também garantir a sua segurança hídrica por meio de ações, no sentido de proteger e aprimorar os modos de acesso à água já utilizados de forma conjunta, respeitando o conhecimento tradicional das populações.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9. Também agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento das bolsas de mestrado código 001 fornecidas que permitiram a dedicação exclusiva à atividade de pesquisa.

Referências

ABRAMOVAY, R. Funções e Medidas da Ruralidade no Desenvolvimento Contemporâneo. **IPEA**, 2000.

BAKKER, K. Water security: Research challenges and opportunities. **Science**, v. 337, n. 6097, p. 914–915, 2012.

BORDAS, M. P.; SEMMELMAN, F. R. Elementos de Engenharia de Sedimentos. In: TUCCI, C. E. M. (Org) **Hidrologia Ciência e Aplicação**. 4.ed. Porto Alegre:Editora da UFRGS, 2007. Cap 24. p.915-943.

BRASIL. Decreto Lei 311, de 2 de março de 1938.

BRASIL. Lei 5.172, de 25 de outubro de 1966. Código Tributário Nacional

COOK, C.; BAKKER, K. Water security: Debating an emerging paradigm. **Global Environmental Change**, v. 22, n. 1, p. 94–102, 2012

FUNASA – Fundação Nacional de Saúde. Programa Nacional de Saneamento Rural (PNSR). Brasília, DF: Ministério da Saúde, 2019.

GLOBAL WATER PARTNERSHIP. **Towards Water Security**: A Framework for Action. Stockholm. 2000.

LOFTUS, A. Water (in)security: securing the right to water. **The Geographical Journal,** v. 181, n. 4, p. 350–356, 2015.

MEDEIROS, L. S.; QUINTANS, M. T. D.; ZIMMERMANN, S. A. Rural e urbano no Brasil: marcos legais e estratégias políticas. **Contemporânea – Revista de Sociologia da UFSCar**, v. 4, n. 1, p. 117, 2014.

MEDEIROS, L. S.; QUINTANS, M. T. D.; ZIMMERMANN, S. A. Rural e urbano no Brasil: marcos legais e estratégias políticas. **Contemporânea – Revista de Sociologia da UFSCar**, v. 4, n. 1, p. 117, 2014.

MÜLLER, N. L. **O Fato Urbano na Bacia do Rio Paraíba – Estado de São Paulo**. Rio de Janeiro: IBGE-Instituto Brasileiro de Geografia, 1969.

MURTHA, N. A.; CASTRO, J. E.; HELLER, L. et al. Uma Perspectiva Histórica das Primeiras Políticas Públicas de Saneamento e de Recursos Hídricos no Brasil. **Ambiente & Sociedade**, v. 18, n. 3, p. 193–210, 2015.

PADUA, V. L. Soluções Alternativas Desprovidas de Rede. In: HELLER, L.; PÁDUA, V. L. **Abastecimento de Água para Consumo Humano**. Belo Horizonte: Ed. UFMG. 2006. Cap.7 pag. 303-328.

PMSB IBIÚNA. Plano Municipal de Saneamento Básico. Prefeitura Municipal de Ibiúna: 2019.

PMSB MONTEIRO LOBATO. Plano Municipal de Saneamento Básico. Prefeitura Municipal de Monteiro Lobato: 2011.

PMSB NATIVIDADE DA SERRA. Plano Municipal de Saneamento Básico. Prefeitura Municipal de Natividade da Serra: 2018.

PMSB PARAIBUNA. Plano Municipal de Saneamento Básico. Prefeitura Municipal de Paraibuna: 2011.

REZENDE, S.C.; HELLER, L. **O saneamento no Brasil**: políticas e interfaces. 2.ed. Belo Horizonte: Editora UFMG, 2008

ROBBINS, P. **Political Ecology**: a critical introduction. 2. ed. Wiley/Blackwell, 2012.

ROLAND, N.; DE CASTRO, C.; TRIBST, L. et al. A ruralidade como condicionante da adoção de soluções de saneamento básico. **Revista DAE**, v. 67, n. 220, p. 15–35, 2019.

ROLAND, N.; HELLER, L.; REZENDE, S. A entrada na agenda brasileira do Projeto Nacional de Saneamento Rural (1985). **Brazilian Journal of Public Administration**, v. 54, n. 6, p. 1654–1671, 2020.

SEADE**. Território e População**. 2020

SILVA, A. M.; SCHULZ, H. E.; CAMARGO, P. B. **Erosão e Hidrossedimentologia em Bacia Hidrográficas**. São Carlos: RiMa 2007.

SWYNGEDOUW, E. Power, Water and Money: Exploring the Nexus. **Human Development Report,** 2006.

WANDERLEY, M. N. B.; FAVARETO, A. A singularidade do rural brasileiro: implicações para tipologias territoriais e elaboração de políticas públicas. In: Miranda, Carlos e SILVA, Heithel (orgs.). **Concepções da ruralidade contemporânea**: as singularidades brasileiras. Brasília, IICA, 2013, pp. 413-472

Capítulo 12

Desafios para a adaptação à variabilidade climática na Macrometrópole Paulista: Considerações sob a perspectiva da Justiça Climática

Gabriel Pires de Araújo, Letícia Stevanato Rodrigues, Beatriz Duarte Dunder, Bruno Avellar Alves de Lima e Rayssa Saidel Cortez

Introdução

A Macrometrópole Paulista (MMP) é um espaço que concentra regiões metropolitanas e aglomerações urbanas com expressivo dinamismo socioeconômico e áreas suburbanas com características urbano-rurais. Esses espaços compartilham desigualdades socioambientais que tendem a ser agravadas em face à variabilidade climática. Um dos principais efeitos das mudanças climáticas nesse espaço é a intensificação da ocorrência de eventos hidrometeorológicos extremos, tais como inundações e escorregamentos, cujos impactos são sentidos, em maior grau, pela população mais pobre.

Nesse sentido, questionar as condições estruturantes desses impactos e identificar os desafios para ações adaptativas a tais eventos na MMP que sejam capazes de romper o *status quo* e promover condições de vida mais justas e seguras é uma tarefa urgente e necessária. A agenda da Ecologia Política Urbana (EPU) contribui para essa tarefa porque possibilita desnudar a estrutura capitalista e seus metabolismos direcionados para a acumulação, tendo a questão ambiental como centro do debate sobre urbanização, desconfiando das soluções tecnológicas e dos discursos que margeiam as condições centrais para a mudança diante da crise climática (KEIL, 2020).

Este capítulo busca discutir, à luz da EPU, os desafios para o enfrentamento da lógica hegemônica de adaptação aos eventos hidrometeorológicos extremos nos diferentes espaços que conformam a MMP. O texto se organiza em três seções. A primeira discute as desigualdades do fenômeno macrometropolitano tendo como enfoque as relações centro e periferia, que estruturam a MMP. A segunda apresenta a agenda da Justiça Climática frente às desigualdades da produção capitalista do espaço urbano e o aprofundamento das injustiças que surgem dessa produção diante da variabilidade climática. A terceira seção discute as especificidades da dinâmica macrometropolitana face à variabilidade climática e tensiona como a lógica adaptativa hegemônica está relacionada às desigualdades que reproduzem um quadro de injustiça climática na MMP.

Produção do espaço e a reprodução de desigualdades na Macrometrópole Paulista

A produção do espaço metropolitano assume crescente importância para a garantia de continuidade e sobrevivência do capitalismo, sendo que "(...) o capitalismo só se manteve, estendendo-se ao espaço inteiro" (LEFEBVRE, 2008, p.117). Essa extensão do capitalismo "ao espaço inteiro" reconhecida por Lefebvre pode ser compreendida nos termos dos processos de metropolização, sendo que a totalidade do espaço é submetida à lógica capitalista.

A metropolização contemporânea para Olivier Mongin (2009) representa a imbricação entre os processos regionais e globais, no sentido de que constitui caminhos convergentes dentro de uma lógica capaz de justapor territórios intraurbanos e interurbanos. Edward Soja (2013) chega a defender que vivemos uma fase de superação da metrópole, ou pós-metropolitana, pois as lógicas convencionais, e mesmo a escala clássica de compreensão do processo urbano, não fazem mais sentido. A urbanização regional, como define o autor, adquire um novo conteúdo que se revela pela urbanização dos subúrbios e pela policentralidade da metrópole, incorporando espaços suburbanos ao espaço globalizado.

No Brasil, o processo de metropolização ocorre reproduzindo uma miríade de desigualdades, as quais se aprofundam pela crescente importância dos ganhos imobiliários na produção do espaço regional. Sandra

Lencioni (2014) destaca que as antigas divisões centro e periferia tornam-se cada vez mais complexas, e a diferenciação socioespacial ocorre sob grandes disparidades e com múltiplas manifestações de segregação socioespacial. Essa complexidade pode ser vista na configuração socioespacial da MMP.

A MMP é um espaço que concentra as principais regiões metropolitanas e aglomerações urbanas do Estado de São Paulo (NEGREIROS; SANTOS; MIRANDA, 2015), conformando o que alguns autores chamam de "uma nova forma de produção do espaço" urbano (PASTERNAK & BÓGUS, 2019, p. 447). Esse espaço concentra o maior polo produtivo e tecnológico do país, com importante dinâmica socioeconômica e competitiva (NEGREIROS et al., 2015).

Entretanto, sua robustez socioeconômica e tecnológica acompanha altas taxas de desigualdade social e de assimetrias no fornecimento e acesso aos serviços públicos e infraestrutura. A MMP possui localidades que convivem com: o risco de escassez hídrica e de chuvas intensas que podem vir a acarretar em inundações, escorregamentos e outros impactos negativos associados aos eventos hidrometeorológicos extremos (RICHTER & JACOBI, 2018; CANIL et al., 2020; TRAVASSOS et al., 2020); assimetrias na taxa de cobertura de abastecimento de água, coleta e tratamento de esgoto (CANIL et al., 2021); periferias caracterizadas por situações de risco, condições precárias de habitação e de acesso a serviços públicos, além da ocorrência frequente de impactos negativos associados aos eventos hidrometeorológicos extremos (CANIL et al., 2020).

Apesar da aparente homogeneidade, o território da MMP também se caracteriza pela presença de espaços rurais, urbano-rurais e de áreas de interesse e proteção ambiental que, em sua maioria, são relegados a um espaço de menor importância nos estudos técnico-científicos e nas estratégias de planejamento para a região (TRAVASSOS et al., 2020).

Com essa complexidade territorial, o planejamento da MMP torna-se igualmente complexo. Tavares (2018) explicita que, ao longo das últimas décadas, a empresa paulista de planejamento metropolitano (EMPLASA) lançou estudos que contribuíram para as discussões institucionais da MMP, com recomendações intersetoriais, mas que, na prática, falharam. Momm-Schult et al. (2015) apontam que as falhas no planejamento dessa região surgem a partir das sobreposições administrativas com lógicas divergen-

tes de divisão e gestão político-administrativa do território, como as relacionadas aos Comitês de Bacia e aos Municípios. Ainda assim, além de avançar nas abordagens intersetoriais, as autoras propõem que a elaboração de políticas públicas territoriais considere dinâmicas de poder local-global, que estão além das atuais condições de escassez ou excesso de água (MOMM-SCHULT et al., 2015).

O fluxo intenso de relações urbano-rurais na MMP atinge desde níveis regionais até transações internacionais, mas não se configura como um fenômeno de urbanização absoluta. Ainda que, de acordo com Tavares (2018) em citação de Lencioni (2003), a fluidez das fronteiras municipais seja perceptível graças às conurbações presentes na área, há uma permanência da demanda por funções estritamente rurais e urbanas, tanto para relações econômico-políticas quanto para os "modos-de-vida".

Este último conceito, como coloca Tacoli (2013), traduz características de territórios do Sul Global a partir das práticas culturais e econômicas que acompanharam os processos de formação histórica destes países, ou seja, "modos-de-vida" são aspectos que passam tanto pelas necessidades de busca pela "vida urbana", quanto por características da "ruralidade". A autora também coloca que a legislação e o mercado imobiliário são dois atores essenciais para a compreensão do uso do solo nos países onde a forte desigualdade é produto das relações sociais, como é o caso do Brasil (TACOLI, 2013).

Frente a essa complexidade já existente e intensamente discutida, as condições impostas pela variabilidade climática têm o potencial de aprofundar as desigualdades resultantes do processo produção do espaço da MMP e demandam ações adaptativas que considerem o enfrentamento das desigualdades. Neste contexto, a seção a seguir discute o conceito e a aplicação das ações adaptativas às mudanças climáticas e as contribuições que a agenda da Justiça Climática traz ao debate.

A Justiça no centro do debate da Variabilidade Climática: para além da modernização ecológica

Na escala dos países, onde é feita a discussão sobre o enfrentamento às mudanças climáticas em grandes conferências internacionais, a concepção que se aproxima da ideia de promoção de justiça na resposta às mudanças climáticas é a do princípio das responsabilidades comuns,

porém diferenciadas. O foco desse princípio é a argumentação de que, embora todo o globo deva enfrentar as mudanças climáticas, são os países tidos como industrializados – ou desenvolvidos – os que possuem a responsabilidade de serem os primeiros a reduzir drasticamente a emissão de Gases de Efeito Estufa. Além disso, o princípio também evidencia a importância de que os países desenvolvidos forneçam suporte técnico e financeiro para o empreendimento de medidas adaptativas nos países em desenvolvimento (LINDOSO & MARIA, 2013; MOREIRA & RIBEIRO, 2017).

Fundado no seio do movimento por Justiça Ambiental, a Justiça Climática é uma vertente que busca ir além desse debate, uma vez que reconhece as limitações das conferências internacionais e, por conta disso, propõe uma agenda alternativa comprometida com valores não capitalistas (MARTINEZ-ALIER et al., 2016; ROUTLEDGE et al., 2018).

Formado majoritariamente por movimentos sociais que buscam representar as camadas mais vulneráveis da população, o movimento por Justiça Climática possui na escala populacional sua atuação mais contundente, buscando dar suporte para os principais atingidos pela materialização dos efeitos negativos das mudanças climáticas, com destaque para os mais pobres, as comunidades tradicionais de pequenos agricultores e pescadores e os povos indígenas (RAMMÊ, 2012; MARTINEZ-ALIER et al., 2016). O movimento possui diversas alianças entre grupos sociais organizados, dentre eles destacam-se a Plataforma Boliviana frente às Mudanças Climáticas, a Plataforma Latinoamericana e do Caribe para a Justiça Climática, Aliança Pan-africana para a Justiça Climática e a Aliança para a Justiça Climática.

A constatação trazida pelos movimentos de Justiça Climática é de que aqueles que menos contribuíram historicamente para a crise climática global são os mais atingidos pelos impactos associados às mudanças climáticas (LINDOSO & MARIA, 2013; BATHIANY et al., 2018). Este fato evidencia a necessidade de que a adaptação aos efeitos negativos desse processo tenha como mote o enfrentamento a uma injustiça histórica associada à emergência climática que se materializa de forma multiescalar, como será abordado neste capítulo.

O conceito de adaptação é definido pelo Painel Intergovernamental sobre Alterações Climáticas (IPCC) como um "processo de adaptação ao clima real ou esperado e os seus efeitos" que tem como objetivo "mode-

rar ou evitar danos ou explorar oportunidades benéficas" (IPCC, 2014, p. 5). Nesse sentido, a adaptação se coloca como um ajuste socioambiental em resposta aos eventos climáticos e seus efeitos (MARENGO, 2019). No espaço urbano, a ação adaptativa materializa-se em arranjos institucionais e intervenções de infraestrutura para mobilizar respostas aos impactos da variabilidade climática (SOVACOOL, 2017).

No que concerne à adoção de medidas adaptativas aos efeitos das mudanças climáticas em um contexto de injustiça e desigualdade, Travassos, Momm e Torres (2019) afirmam que

> As ações de adaptação às mudanças climáticas, nas cidades de países em desenvolvimento, devem estar relacionadas às vulnerabilidades resultantes da produção extremamente desigual do espaço. Nessas cidades, em termos de investimento do Estado e da qualidade da infraestrutura, a desigualdade se configura na expressiva colocalização da população mais pobre e das áreas com maior suscetibilidade à inundação, movimentos de massa, bem como piores condições de atendimento de equipamentos sociais, redes de infraestrutura, ou seja, mais desprovidas de proteção institucional, como é o caso da atuação da Defesa Civil (TRAVASSOS & MOMM; TORRES, 2019 p. 120).

Dessa forma, é possível notar que a vulnerabilidade nas cidades, principalmente dos países do Sul Global, resulta diretamente do processo de produção desigual do espaço, sendo esse um fator que deve ser considerado quando se propõe a adoção de medidas de adaptação às mudanças climáticas.

Portanto, as políticas de combate às desigualdades sociais devem ser consideradas como ações prioritárias e interligadas às ações adaptativas (DI GIULIO, 2019; NOBRE, 2019; TRAVASSOS et al., 2019), considerando não somente o enfrentamento dos efeitos da variabilidade climática, mas a reprodução e intensificação das injustiças ambientais existentes nas cidades, principalmente, nos países periféricos marcados pelo acesso e distribuição desigual aos serviços públicos e a maior vulnerabilidade dos grupos marginalizados aos eventos hidrometeorológicos extremos (TRAVASSOS et al., 2019).

Além do aspecto da vulnerabilidade, a adaptação está intimamente associada com a capacidade adaptativa contexto-específica da espacialidade onde a adaptação é posta em prática (SMIT & WANDEL, 2006). Por conta disso, uma menor capacidade no provimento de infraestrutura básica e de equipamentos públicos para a prevenção de situações de riscos e de ocorrência desastres por parte do Estado, como a falta de sistemas de infraestrutura de água, esgoto, moradia, energia e transporte adequados (MARTINS; FERREIRA, 2011; TRAVASSOS et al, 2019), interfere diretamente na capacidade adaptativa e na vulnerabilidade das localidades.

Em um contexto de incerteza climática, inserido em uma sociedade extremamente excludente e desigual, não há surpresas de que os efeitos da variabilidade climática se convertam em injustiças climáticas. Sendo assim, é imperativo que a adaptação seja direcionada por uma perspectiva de justiça. Entretanto, o que se percebe é uma sinergia entre as políticas de adaptação que vêm sendo discutidas nas cidades e a agenda neoliberal (WHITEHEAD, 2014; KEIL, 2020). Essa política surge em resposta aos limites que as mudanças climáticas impõem ao neoliberalismo, que passa a buscar novas formas de acumulação de capital (WHITEHEAD, 2014), por meio de soluções de modernização ecológica (tecnologias de infraestrutura) acompanhadas do discurso de que a urbanização neoliberal "sustentável" é a única forma racional de salvar o mundo (KEIL, 2020).

O discurso hegemônico sobre a adaptação carrega a bagagem de modernização ecológica intervencionista, que concentra suas soluções em respostas técnicas controladas por países do Norte Global para redução de riscos em eventos extremos, como secas e inundações (GOLDMAN et al, 2018; SOVACOOL, 2017). A literatura crítica, com destaque à Ecologia Política das Mudanças Climáticas, reivindica uma perspectiva de adaptação transformadora que mobiliza mudanças estruturais, opondo-se aos ajustes particulares que não atuam na causa dos problemas socioambientais de nosso tempo (GOLDMAN et al., 2018). Essa perspectiva adaptativa não desconsidera a importância das medidas de intervenção local, como obras de infraestrutura, mas traz ao debate que somente essas intervenções técnicas e localizadas não são suficientes para o enfrentamento das injustiças climáticas.

A construção de uma agenda crítica ao discurso adaptativo hegemônico é particularmente importante para o Brasil, haja vista que as es-

tratégias de adaptação são vistas "mais como gerenciamento de desastres do que como gerenciamento de riscos de mudanças climáticas" (BARBI, 2019, p. 79) e, portanto, não se enquadram como ações preventivas de preparo às ameaças, mas como intervenções reativas para gerenciar desastres (CANIL et al., 2020). Além disso, nas cidades brasileiras as ações adaptativas são institucionalizadas em políticas climáticas e planos de adaptação implementados por governos locais (BARBI, 2019; DI GIULIO, 2019) que atendem a determinados setores econômicos e excluem grande parte da população da rota de intervenções do Estado, o que acaba por reproduzir e exacerbar as injustiças ambientais e climáticas (LAMPIS et al., 2020; TRAVASSOS et al., 2019).

Ademais, o desenvolvimento de projetos de adaptação associados às mudanças climáticas revelam contradições associadas às dinâmicas de apropriação e gestão privada, de exclusão social e de intervenção e degradação ambiental, gerando efeitos negativos aos grupos marginalizados (SOVACOOL, 2017). Dessa forma, os esforços adaptativos que não atuam nas causas profundas e estruturais da crise climática têm aumentado a vulnerabilidade dos grupos marginalizados aos efeitos da variabilidade climática (SOVACOOL, 2017).

Com isso, cabe analisar como as propostas e ações adaptativas frente à variabilidade climática se colocam para a MMP em sua principal estratégia de planejamento macrometropolitano e quais são os desafios para a Justiça Climática macrometropolitana, considerando as desigualdades e heterogeneidades que conformam esse espaço. Tais questões serão abordadas na próxima seção.

Adaptação e (in)iustiça climática na Macrometrópole Paulista

A principal estratégia de planejamento para a MMP foi desenvolvida em parceria público-privada por meio do Plano de Ação da Macrometrópole Paulista (PAM), previsto para o período de 2013-2040, com o intuito de desenvolver ações de competência urbana macrometropolitana (NEGREIROS et al., 2015). O Quadro 1 apresenta os eixos estratégicos do planejamento macrometropolitano e as ações previstas para investimento nos espaços denominados como "vetores de desenvolvimento", que se delimitam por espaços territoriais e temáticos (vetores territoriais e

sistêmicos, respectivamente) considerados estratégicos para o desenvolvimento da MMP.

Embora o PAM considere ações para diminuição da desigualdade social e para preservação de serviços ecossistêmicos (ARAÚJO et al., 2020), o modelo de investimento público em grandes projetos de infraestrutura tende a privilegiar o setor privado e gerar injustiças e conflitos ambientais no território. Como observado nos projetos do Porto da cidade de São Sebastião e do centro logístico em Paranapiacaba, em Santo André, grandes projetos de infraestrutura que possuem o intuito de ampliar a capacidade logística da MMP desconsideram a importância ecossistêmica dessas localidades, que abrigam importantes remanescentes da mata atlântica (TORRES et al., 2019). Além disso, observa-se que as ações previstas tendem a reforçar a atratividade econômica, com incentivo aos investimentos privados nos vetores de desenvolvimento da MMP.

Como expõe o Quadro 1, os investimentos para o planejamento da MMP estão direcionados para os denominados vetores de desenvolvimento, definidos como "espaços de articulação de atividades [...] infraestruturais, naturais e funcionais" da MMP (NEGREIROS et al., 2015, p. 129) e desconsideram para a agenda do desenvolvimento macrometropolitano os espaços periféricos para além desses vetores, caracterizados por dinâmicas urbano-rurais e de interesse ambiental (CANIL et al., 2021; ARAÚJO et al., 2020; TRAVASSOS et al., 2020). Com isso, reforçam-se as injustiças climáticas na periferia da MMP, haja vista que esses espaços são mais suscetíveis a eventos extremos em função das dinâmicas de uso e ocupação do solo e das características físicas locais (CANIL et al., 2021).

É também nesses espaços que se observa uma menor capacidade em oferecer a infraestrutura necessária para a adaptação aos cenários de maior frequência e intensidade de eventos hidrometeorológicos extremos associados às mudanças climáticas. Nos espaços excluídos dos vetores de desenvolvimento da MMP, estão localizados os espaços urbano-rurais, dentre eles os pequenos municípios que, no contexto brasileiro, apresentam não só uma capacidade de resposta menor do que os grandes centros urbanos, que em geral possuem uma capacidade institucional, técnica e financeira maior, como também recebem uma menor atenção dos entes federativos estaduais e federal (ARAÚJO et al., 2019; ZANIRATO, 2019).

Quadro 1 Os eixos e ações previstos no PAM .

Eixos estratégicos	Objetivo	Ações previstas para investimento	Espaços para investimento: vetores de desenvolvimento
Conectividade Territorial e Competitividade Econômica	"manter a atratividade econômica da MMP, especialmente no que se refere às condições de logística e transporte e de infraestrutura de suporte ao desenvolvimento" (EMPLASA, 2015, p. 37).	● Conexão rodoferroviária e de transporte de carga e passageiros; ● Logística e transporte; ● Energia, telecomunicações, recursos hídricos e saneamento.	"territórios definidos, que, uma vez estruturados, podem organizar o desenvolvimento futuro da MMP" (EMPLASA, 2015, p. 28). Há dois tipos de vetores para as intervenções previstas: ● Vetores territoriais: Região Metropolitana de São Paulo; Bandeirantes; Vale do Paraíba; Caminho do Mar; Sorocaba, e Perimetral da MMP (EMPLASA, 2014). **Definição**: "conexões que desempenham funções específicas em nível intermetropolitano [...] que resultam na conformação e/ou reforço das novas centralidades" (EMPLASA, 2015, p. 31). ● Vetores sistêmicos: Recursos Hídricos e Saneamento; Desenvolvimento Ambiental; Sistema de Energia; Inovação Tecnológica, Qualificação da Mão de Obra e Gestão Fiscal, e Desenvolvimento Habitacional (EMPLASA, 2014). **Definição**: "presença de conjuntos naturais ou técnicos [...] de modo a garantir a sustentabilidade e competitividade do território" (EMPLASA, 2014, p. 22).
Coesão Territorial e Urbanização Inclusiva	"combinar desenvolvimento territorial, qualidade de vida e urbanização inclusiva, garantindo um processo de desenvolvimento sustentável com equidade social." (EMPLASA, 2015, p. 215-216). Considerando que "existe parcela importante do território desprovida de condições de atração de investimentos produtivos" (EMPLASA, 2015, p. 215).	● Empreendimentos habitacionais; ● Urbanização de assentamos informais; ● Preservação ambiental (turismo sustentável, pagamento por serviços ambientais, certificação, etc.).	
Governança Metropolitana	"formulação, gestão e financiamento de políticas, planos, projetos e ações destinados ao desenvolvimento do território da MMP. Envolve não apenas a ação do setor público, mas, também, a participação do setor privado e da sociedade organizada" (EMPLASA, 2015, p. 283).	● Parcerias Público-Privadas; ● Projetos privados e concessões; ● Projetos públicos.	

Fonte: elaboração dos autores (2021).

O que se nota no caso dos espaços excluídos do planejamento macrometropolitano é uma dinâmica de injustiça climática que se expressa em três principais aspectos: 1) no fato de ser uma região que se localiza em um país do Sul Global que contribuiu menos para a problemática das mudanças climáticas do que os países desenvolvidos, e que a despeito disso, tende a arcar com efeitos mais fortes por conta da maior variabilidade climática que irá ocorrer nos trópicos do planeta (BATHIANY et al., 2018); 2) possuir espaços com alta vulnerabilidade social, com uma população suscetível a sofrer grandes impactos decorrentes das mudanças climáticas, e 3) possuir espaços com menor capacidade de resposta político institucional e técnico financeira para adotar medidas adaptativas do que outras localidades.

A injustiça climática na MMP é, portanto, uma dinâmica multiescalar que se expressa na escala global, entre países, na escala regional e local, entre as localidades da região da macrometrópole, e, localmente, entre as condições de vida extremamente desiguais da população. A estratégia de planejamento para a MMP, pactuada principalmente com o setor privado, define os espaços que apresentam dinamismo e rentabilidade econômica como receptáculo dos investimentos e projetos, reforçando as centralidades já existentes na MMP, excluindo a periferia macrometropolitana e reforçando as desigualdades territoriais. Nesse sentido, vale salientar que as propostas e ações neoliberais não são suficientes para enfrentar o quadro de injustiça climática na MMP e podem, inclusive, aprofundar ainda mais o quadro de injustiça ambiental e climática, como já evidencia a literatura (SOVACOOL, 2017).

Parte do argumento sobre a adaptação urbana neoliberal se apoia na ideia de que o desenvolvimento econômico, por si só, resolveria a desigualdade e, portanto, possibilitaria que a população de forma individual se adaptasse às mudanças climáticas. Essa forma de adaptação individualizada criaria um mercado para medidas de adaptação urbana, onde o planejamento urbano tem importante papel para criar as bases para esse novo mercado, de forma a proteger os interesses do capital (WHITEHEAD, 2014). Pode-se observar no PAM, por exemplo, que os investimentos se voltam para ações que buscam atrair capital e que incentivam o empreendedorismo urbano (ARAÚJO et al., 2020), de forma a proteger o interesse do capital e do investimento internacional, conduzindo para esse tipo de adaptação urbana neoliberal (WHITEHEAD, 2014).

O que se vê, entretanto, é que historicamente as políticas neoliberais não só foram incapazes de superar a desigualdade como as reforçaram. Isso se dá porque a desigualdade é parte estruturante do neoliberalismo, que tem como real objetivo a restauração e a perpetuação do poder das classes dominantes (HARVEY, 2008). Essas políticas não só aprofundaram a desigualdade, como foram também responsáveis pelo aprofundamento da própria crise climática (FIELDMAN, 2011).

Além do exposto, o planejamento para ações adaptativas às mudanças climáticas na MMP pode não ser "capaz de responder ao agravamento dos riscos" que se espera no longo prazo (ARAÚJO et al., 2020, p. 108), já que as propostas para redução de áreas de risco previstas no PAM não estão associadas ao cenário de variabilidade climática. A pouca consideração e/ou exclusão dos espaços periféricos urbano-rurais na agenda de planejamento urbano e a consequente tendência de agravamento das desigualdades territoriais já existentes na MMP, em conjunto com o cenário de variabilidade climática, são questões urgentes para o debate do quadro de injustiça climática nessa região.

A sinergia entre as políticas de adaptação climática que vêm sendo discutidas nas cidades e a agenda neoliberal é o principal desafio para a Justiça Climática. Portanto, torna-se um desafio pensar a adaptação às mudanças climáticas globais nas diferentes conformações da MMP, levando em consideração que o principal instrumento de planejamento pensado para essa região, o PAM, está voltado para uma agenda neoliberal, com ações que não enfrentam as desigualdades do território da MMP e ainda podem reforçá-las. Essa característica se opõe às problemáticas visualizadas na MMP, uma vez que a vulnerabilidade nas cidades, principalmente dos países do Sul Global, resulta diretamente do processo de produção desigual do espaço.

Nesse sentido, o referencial teórico atrelado à EPU permite concluir que a adoção de políticas de adaptação radicalmente transformadoras para a MMP são fundamentais para que as intervenções possam atuar na causa estrutural das injustiças ambientais e climáticas. O planejamento deve ser capaz de dar espaço às mudanças estruturais necessárias para que as intervenções sejam capazes de reverter e enfrentar o quadro de injustiças que caracteriza a sociedade capitalista e seus instrumentos de planejamento urbano, de modo que se enfrentem os desafios colocados

para a adaptação aos efeitos negativos das mudanças climáticas (como os relacionados aos eventos hidrometeorológicos extremos) nas diferentes conformações territoriais do espaço da MMP. O movimento por Justiça Climática é um importante mobilizador para transformações estruturais do *status quo* em direção à Justiça Ambiental e Climática com base na construção de alternativas emancipatórias à hegemonia cultural, econômica e política da sociedade capitalista.

Pesquisas futuras que sejam norteadas pela discussão da Justiça Climática no território podem vir a contribuir para a superação dos desafios relacionados à adaptação à variabilidade climática em um contexto de emergência, posto que compreender a espacialização do problema à luz da EPU permite a construção de um embate crítico que ainda precisa ser efetivado no âmbito da discussão acadêmica da ciência da mudança do clima.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9. Também agradecemos a Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) pelo financiamento das bolsas de mestrado e doutorado código 001 fornecidas que permitiram a dedicação exclusiva à atividade de pesquisa.

Referências

ARAÚJO, G. P.; DUNDER, B. D.; ZANIRATO, S. H. Medidas Adaptativas para Pequenos Municípios num Cenário de Variabilidade Climática: Desafios da Gestão Local. In: XIII ENANPEGE, 2019, São Paulo – SP. **Anais...** 2019, p. 1-13.

ARAÚJO, G. P. et al. Planejamento e sustentabilidade urbana: uma análise do Plano de Ação da Macrometrópole Paulista. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 1, 2020. Disponível em: https://revistabrasileirademeioambiente.com/index.php/RVBMA/article/view/244/219. Acesso em: 18 mar. 2021.

BARBI, F. Adaptação, governos locais e Redes Transnacionais de Municípios. In: TORRES, P.; JACOBI, P. R.; BARBI, F.; GONÇALVES, L. (Orgs.). **Governança e Planejamento Ambiental: adaptação e políticas públicas na Macrometrópole Paulista**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2019. p. 76-81.

BATHIANY, S. et al. Climate models predict increasing temperature variability in poor countries. **Science Advances**, v. 4, n. 5, 2018.

CANIL, K. et al. Vulnerabilities, Risks and Environmental Justice in a Macro Metropolitan Scale. **Mercator**, Fortaleza, v. 20, 2021. DOI: https://doi.org/10.4215/rm2021.e20003. Available in: http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/e20003. Access in: 18 mar. 2021.

CANIL, K.; LAMPIS, A.; SANTOS, K. L. Vulnerabilidade e a construção social do risco: uma contribuição para o planejamento na macrometrópole paulista. **Cadernos Metrópole**, v. 22, n. 48, p. 397-416, 2020. DOI: http://dx.doi.org/10.1590/2236-9996.2020-4803. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/cm/v22n48/2236-9996-cm-22-48-0397.pdf. Acesso em: 18 mar. 2021.

DI GIULIO, G. M. Como impulsionar ações que alinhem adaptação e sustentabilidade urbana nas cidades paulistas? In: TORRES, P H.C.; JACOBI, P. R.; BARBI, F.; GONÇALVES, L. (Orgs.). **Governança e Planejamento Ambiental: adaptação e políticas públicas na Macrometrópole Paulista**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2019. p. 69-75.

EMPLASA – Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano. **Plano de Ação da Macrometrópole Paulista 2013-2040 – Volume 4: Carteira de Projetos do PAM**. 1. ed. São Paulo: Secretaria da Casa Civil, 2014.

EMPLASA – Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano. **Plano de Ação da Macrometrópole Paulista 2013-2040 – Volume 2: uma visão da Macrometrópole**. 1. ed. São Paulo: Secretaria da Casa Civil, 2015.

FIELDMAN, G. Neoliberalism, the production of vulnerability and the hobbled state: Systemic barriers to climate adaptation. **Climate and Development,** v. 3, n. 2, p. 159–174, 2011.

GOLDMAN, M. J.; TURNER, M. D.; DALY, M. A critical political ecology of human dimensions of climate change: Epistemology, ontology, and ethics. **WIREs Climate Change**, v. 9, n. 4, p. e526, 2018. DOI: https://doi.org/10.1002/wcc.526. Available in: https://onlinelibrary.wiley.com/doi/epdf/10.1002/wcc.526. Access in: 18 mar. 2021.

HARVEY, D. **O Neoliberalismo: história e implicações**. São Paulo: Loyola, 2008.

KEIL, R. An urban political ecology for a world of cities. **Urban Studies**, v. 57, n. 11, p. 2357-2370, 2020.

LAMPIS, A.; TORRES, P. H. C.; JACOBI, P. R.; LEONEL, A. L. A produção de riscos e desastres na América Latina em um contexto de emergência climática. **Revista O Social em Questão**, n. 48, p. 75-96, 2020. Disponível em: http://osocialemquestao.ser.puc-rio.br/media/OSQ_48_Art_3.pdf. Acesso em: 18 mar. 2021.

LEFEBVRE, H. **Espaço e política** (tradução de Margarida Maria de Andrade e Sérgio Martins). **UFMG**, 2008.

LENCIONI, S. Reestruturação imobiliária: uma análise dos processos de concentração e centralização do capital no setor imobiliário. **EURE (Santiago)**, v. 40, n. 120, p. 29-47, 2014.

LINDOSO, D.; MARIA, J. A. Evolução da adaptação à mudança climática na agenda da ONU: vinte anos de avanços e descaminhos. **Cuadernos de Geografía-Revista Colombiana de Geografía**, v. 22, n. 2, p. 107-123, 2013.

MARENGO, J. A. Panorama brasileiro sobre adaptação às mudanças climáticas no contexto de áreas urbanas. In: TORRES, P. H.C.; JACOBI, P. R.; BARBI, F.; GONÇALVES, L. (Orgs.). **Governança e Planejamento Ambiental: adaptação e políticas públicas na Macrometrópole Paulista**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2019. p. 219-225.

MARTINEZ-ALIER, J. et al. Is there a global environmental justice movement?. **The Journal of Peasant Studies**, v. 43, n. 3, p. 731-755, 2016.

MARTINS, R. D.; FERREIRA, L. C. Uma revisão crítica sobre cidades e mudança climática: vinho velho em garrafa nova ou um novo paradigma de ação para a governança local?. **Revista de Administração Pública**, Rio de Janeiro, v. 45, n. 3, p. 611-641, Maio./Jun. 2011.

MOMM-SCHULT, S.; EMPINOTTI, V.; ZIONI, S.; TRAVASSOS, L. The relation between the water resources management and territorial planning in São Paulo macro metropolis (Brazil), Anais do 51º ISOCARP Congress, 2015.

MONGIN, O. O arquipélago megalopolitano mundial e a explosão da metrópole. In: **A condição urbana: A cidade na era da globalização**. São Paulo, Editora Estação Liberdade, 2009.

MOREIRA, H. M.; RIBEIRO, W. C. A atuação da China no G77, BASIC e BRICS nas negociações internacionais do clima. In: FERREIRA, L. C. (Org.). **O Desafio das Mudanças Climáticas**: Os Casos Brasil e China. 1 ed. Jundiaí, SP: Paco Editorial, 2017. Cap. 2. E-Book Kindle.

NEGREIROS, R.; SANTOS, S. M. M.; MIRANDA, Z. A. I. Nova escala de planejamento, investimento e governança: na macrometrópole paulista. **Revista Iberoamericana de urbanismo**, n. 12, p. 121-135, 2015. Disponível em: https://upcommons.upc.edu/bitstream/handle/2117/85698/12_06_Negreiros.pdf?sequence=1&isAllowed=y. Acesso em: 18 mar. 2021.

NOBRE, C. A. Aproximando ciência e política para a tomada de decisão em adaptação às mudanças climáticas. In: TORRES, P. H.C.; JACOBI, P. R.; BARBI, F.; GONÇALVES, L. (Orgs.). **Governança e Planejamento Ambiental: adaptação e políticas públicas na Macrometrópole Paulista.** Rio de Janeiro: Letra Capital, 2019. p. 7-11.

PAINEL INTERGOVERNAMENTAL SOBRE ALTERAÇÕES CLIMÁTICAS. **Alterações Climáticas 2014: Impactos, Adaptação e Vulnerabilidades**. Geneva: IPCC, 2014. Disponível em: https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/03/ar5_wg2_spmport-1.pdf. Acesso em: 18 mar. 2021.

PASTERNAK, S.; BOGUS, L. M. Macrometrópole paulista: estrutura sócio-ocupacional e tipologia dos municípios-Mudanças na primeira década dos anos 2000. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 21, n. 2, p. 431-450, 2019. DOI: DOI: https://doi.org/10.22296/2317-1529.2019v21n2p431. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/rbeur/v21n2/2317-1529-rbeur-21-02-431.pdf. Acesso em: 18 mar. 2021.

RAMMÊ, R. S. A política da justiça climática: conjugando riscos, vulnerabilidades e injustiças decorrentes das mudanças climáticas. **Revista de Direito Ambiental**, v. 17, n. 65, p. 367-389, 2012.

RICHTER, R. M.; JACOBI, P. R. Conflitos na macrometrópole Paulista pela perspectiva da crise hídrica. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 20, n. 3, p. 556-569, 2018. DOI: DOI: https://doi.org/10.22296/2317-1529.2018v20n3p556. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/rbeur/v20n3/2317-1529-rbeur-20-03-556.pdf. Acesso em: 18 mar. 2021.

ROUTLEDGE, P.; CUMBERS, A.; DERICKSON, K. D. States of just transition: Realising climate justice through and against the state. **Geoforum**, v. 88, p. 78-86, 2018.

SMIT, B.; WANDEL, J. Adaptation, adaptive capacity and vulnerability. **Global environmental change**, v. 16, n. 3, p. 282-292, 2006.

SOJA, E. Para além da post-metropolis. In: **Revista UFMG**. Belo Horizonte. V.20, nº1, p.136-167. 2013.

SOVACOOL, B. K. Bamboo beating bandits: Conflict, inequality, and vulnerability in the political ecology of climate change adaptation in Bangladesh. **World Development**, v. 102, p. 183-194, 2018. DOI: https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2017.10.014. Available in: https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0305750X17303285. Access in: 18 mar. 2021.

TACOLI, C. The links between urban and rural development, **Environment&Urbanization**, Vol. 15, n. 1, p.3-12, Abr/2013.

TAVARES, J. Formação da macrometrópole no Brasil: Construção teórica e conceitual de uma região de planejamento, **EURE – Revista Latinoamericana de Estudios Urbano Regionales**, Vol. 44, n. 133, 2018.

TORRES, P. H. C.; RAMOS, R. F.; GONÇALVES, L. R. Conflitos ambientais na macrometrópole paulista: Paranapiacaba e São Sebastião. **Ambiente & Sociedade**, v. 22, 2019. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2019000100316&script=sci_arttext&tlng=pt. Acesso em: 18 mar. 2021.

TRAVASSOS, L. R. F. C. et al. Heterogeneidade e fragmentação espacial na Macrometrópole paulista: a produção de fronteiras e buracos. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, p. 1-22, 2020. Disponível em: https://www.scielo.br/pdf/asoc/v23/pt_1809-4422-asoc-23-e01801.pdf. Acesso em: 18 mar. 2021.

TRAVASSOS, L.; MOMM, S.; TORRES, P. Apontamentos sobre urbanização, adaptação e vulnerabilidades na MMP. In: TORRES, PH.C..; JACOBI, P. R.; BARBI, F.; GONÇALVES, L. (Orgs.). **Governança e Planejamento Ambiental: adaptação e políticas públicas na Macrometrópole Paulista**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2019. p. 120-126.

WHITEHEAD, M. Ambientalismo Urbano Neoliberal e a Cidade Adaptável: por uma teoria Urbana Crítica e Alterações Climáticas. **Emetropolis**, v.5, n.18, p. 20-35, 2014.

ZANIRATO, S. H. O papel das pequenas cidades da Macrometrópole Paulista no cenário de variabilidade climática. **Diálogos socioambientais na Macrometròpole Paulista**, v. 4, n. 4, p. 16-18, 2019.

Parte IV

Evolução da Urbanização da Cidade de São Paulo e seu Impacto nos Padrões Atmosféricos da Região: Simulações Numéricas do Clima Presente e Futuro

Capítulo 13

Relações entre urbanização e precipitação na Macrometrópole Paulista

Mariana Fadigatti Picolo, Thamiris Luisa de Oliveira Brandão Campos e Edmilson Dias de Freitas

Introdução

Áreas urbanas ocupam apenas aproximadamente 1 % do globo, no entanto mais da metade da população mundial vive nessas regiões e existe uma estimativa de que esse número cresça para 68 % até 2050 (UN/DESA, 2018). O processo de urbanização se dá através da substituição do ambiente natural por materiais impermeáveis e de diferentes propriedades radiativas, como asfalto, tijolos e concreto, o que ocasiona mudanças no balanço de energia, definido pelas trocas de radiação, calor e umidade entre a superfície e atmosfera. As extensas áreas impermeáveis na região urbana aumentam o escoamento superficial, que em casos de chuvas intensas, sobrecarrega o sistema de drenagem. Somado às alterações de cursos d'água e canalização de rios, a população urbana se torna vulnerável a ocorrências de enchentes, alagamentos, enxurradas e deslizamento de terra. Estas ocorrências causam impactos sociais e econômicos, como perdas de vidas, danos a construções, perda de imóveis gerando grande número de desabrigados e interrupção de transportes públicos. A expansão desordenada de áreas urbanas faz com que pessoas ocupem áreas de risco, tornando-as mais vulneráveis. De acordo com Jha; Bloch & Lamond (2012), o número de pessoas afetadas por estes impactos cresceram nas últimas décadas e representa, atualmente, 1% da população global. No Brasil, entre 1990 e 2012, enxurradas foram responsáveis por 20% dos afetados por desastres naturais, sendo a principal causa de mortes, seguida por deslizamentos de terra (CEPED, 2013a). Em 2010, mais de 8 milhões de pessoas estavam em áreas de risco para enchentes, enxurradas e deslizamento de terra no Brasil (ALVALÁ et al., 2019).

O processo de urbanização propicia um ambiente suscetível à ocorrência de desastres naturais, o que não é muito comum em regiões rurais. Uma maneira de mostrar como as regiões rurais e urbanas são diferentes é através do balanço de energia (Figura 1). Considerando a mesma quantidade de radiação solar incidente, observa-se diminuição da radiação solar refletida (Q_R) na região urbana (menor albedo), quando comparada com região rural, aumentando a absorção de radiação. A quantidade de radiação solar refletida depende das propriedades radiativas das superfícies, pois os materiais mais escuros refletem menos radiação. A falta de água disponível para evaporar relacionada com a baixa cobertura de vegetação, a substituição por materiais impermeáveis e o rápido escoamento da chuva pelo sistema de drenagem faz com que a radiação absorvida seja utilizada no aquecimento das superfícies urbanas. Com isso, o termo do calor sensível (Q_H) se torna maior e o termo de calor latente menor (Q_E). O fluxo de calor sensível está relacionado com as trocas de calor entre a superfície e atmosfera e é dependente da temperatura, já o termo de calor latente está relacionado com a umidade, ou seja, com evaporação de água disponível e transpiração da vegetação.

A presença de prédios e o adensamento de construções na área urbana gera um aprisionamento da radiação solar através de múltiplas reflexões, e da radiação infravermelha (Q_L para cima). A radiação solar absorvida pelos poluentes na atmosfera e pelas superfícies é emitida proporcionalmente à sua temperatura no comprimento de onda infravermelho. O resfriamento devido à maior perda de radiação infravermelha emitida (maior temperatura) na região urbana é compensado pelo aprisionamento e pela liberação de calor antropogênico (Q_F).

A radiação infravermelha emitida pela atmosfera (Q_L para baixo) pode ser ainda maior na área urbana pela presença de poluentes, alterando os valores apresentados na Figura 1. Além disso, mais dois termos contribuem para o aquecimento da região, o termo de armazenamento (Q_S), que é maior na área urbanizada devido ao calor específico maior dos materiais presentes, e o calor antropogênico (Q_F), relacionado com fontes como automóveis, gastos com energia elétrica, ar-condicionado, aquecedores internos, etc. Todas estas alterações no balanço de energia fazem com que o ambiente urbano seja relativamente mais quente que suas vizinhanças, dando origem ao fenômeno da ilha de calor, um dos principais efeitos dos grandes centros urbanos.

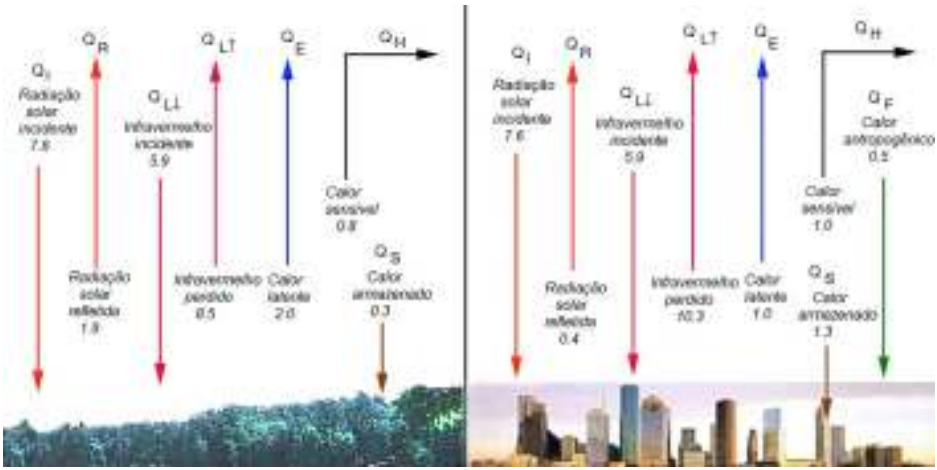


Figura 1 Balanço de energia para uma região rural (esquerda) e urbana (direita), valores típicos para cada termo. As unidades estão em kW h m^2 dia^{-1}. Adaptado de http://www.ruf.rice.edu/~sass/UHI.html.

A ilha de calor (Figura 2) é uma circulação em que o ar mais frio ao redor flui para os centros urbanos, gerando uma região de convergência em baixos níveis na região urbanizada, esta convergência, combinada com o ar quente, gera movimentos ascendentes. Em geral, a ilha de calor é mais intensa à noite, em períodos de vento calmo e céu claro. A intensidade tem relação com o tamanho da cidade e com a densidade de construções (ZHOU et al., 2017).

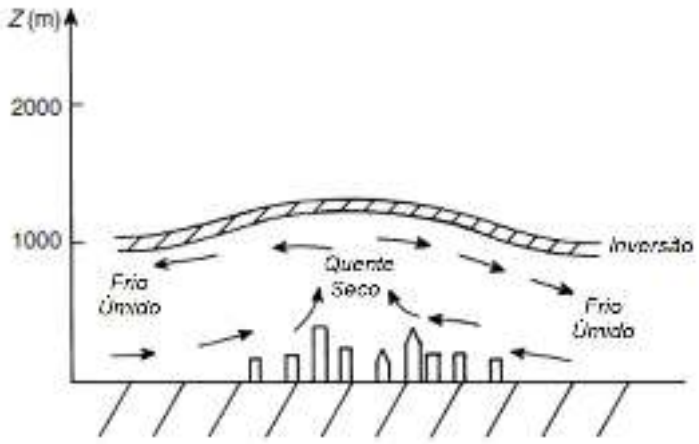


Figura 2 Esquema de uma ilha de calor. Adaptado de Cotton & Pielke (2007).

O processo de urbanização pode impactar eventos de tempestades, ocasionando mudanças na quantidade, localização e movimentação da precipitação (CHANGNON et al., 1981, LIU & NIYOGI, 2019). Esses efeitos estão relacionados com a ilha de calor, mas também com o aumento da rugosidade da superfície, devido à presença de construções, e com a poluição (SHEPHERD, 2005).

O objetivo deste artigo é fazer uma revisão bibliográfica dos impactos do processo de urbanização na precipitação, destacando as causas e consequências. O primeiro tópico propõe o tema e a área de estudo, o segundo tópico traz uma revisão explicitando os efeitos da ilha de calor, rugosidade da superfície e poluição urbana. O terceiro foca nos impactos já estudados na Macrometrópole Paulista. Por último, uma conclusão é feita, incluindo uma discussão sobre temas que ainda precisam ser abordados em futuros estudos.

Macrometrópole Paulista

A Macrometrópole Paulista (MMP) é uma região composta por cinco regiões metropolitanas (Regiões Metropolitanas de São Paulo, RMSP, da Baixada Santista, RMBS, de Campinas, RMC, do Vale do Paraíba e Litoral Norte, RMVPLN, e de Sorocaba, RMS), pelas Aglomerações Urbanas de Jundiaí e de Piracicaba e a Unidade Regional Bragantina. Localizada na região leste do Estado de São Paulo, é composta por 174 municípios, ocupando uma área de 53.000 km^2 com uma população estimada de 33 milhões de pessoas; possui 11.000 km^2 de área urbana, além de responder por 82,5 % do PIB do Estado (TRAVASSOS et al., 2020).

O clima no Estado de São Paulo é bastante variável espacialmente, e na MMP é dominado por um regime de monção, com o começo da estação chuvosa na primavera e término no começo de outono, e estação seca no inverno (MARENGO et al., 2020). Por ser uma região de transição climática (TARIFA & ARMANI, 2001) é afetada por sistemas tropicais provenientes das regiões norte e centro-oeste, como a Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) (CARVALHO et al., 2004), e de latitudes médias vindos da região sul do país, como as frentes frias (SILVA DIAS, 1987). A ZCAS pode ser definida como uma banda de intensa convecção, se estendendo da região Amazônica para a região sudeste do país.

A região sudeste da América do Sul foi identificada como uma das regiões mais favoráveis a ocorrências de tempestades (ZIPSER et al., 2006; ALBRECHT et al., 2016) e, principalmente no verão, os eventos são frequentes, inclusive com a formação de tempestades organizadas na forma de linhas de instabilidade (BENDER, 2012). A distribuição de chuva no Estado de SP é fortemente influenciada pela ZCAS durante o verão (CARVALHO et al., 2002), no entanto, a passagem de frentes frias na região também pode levar a grandes acumulados de precipitação. Lima, Satyamurty & Fernández (2010) mostraram que durante a estação chuvosa (outubro a março do ano seguinte), 53 % dos eventos extremos de chuva entre 1960-2005 estavam relacionados com frentes frias, enquanto que 47 % estavam relacionados com episódios de ZCAS na região sudeste do Brasil. Além de circulações de larga escala que podem atuar na região, como a ZCAS e frentes já mencionadas, fenômenos de mesoescala também são importantes nas ocorrências de precipitação, como circulação de vale-montanha e brisa marítima. A brisa marítima atua na porção leste da Macrometrópole, na região da Baixada Santista, Vale do Paraíba e RMSP, e pode interagir com a circulação de vale-montanha (FREITAS, 2003). Assim, tempestades podem estar relacionadas com eventos que se desenvolvem com a ausência de uma forçante sinótica, que podem ser caracterizados como tempestades pulsantes (MILLER & MOTE, 2017). Ainda, a precipitação apresenta uma variabilidade interanual e interdecadal relacionada à variabilidade climática (MACHADO et al., 2021).

Urbanização e seus impactos na precipitação

Impactos urbanos em ocorrências de tempo severo vêm sendo estudado nos últimos anos, um dos estudos pioneiros no tema foi o METROMEX (CHANGNON et al., 1981), que avaliou esses impactos na região de St. Louis, Missouri, EUA, na década de 70. Os resultados mais relevantes foram o aumento de precipitação nos centros urbanos e em torno de 50 – 75 km corrente abaixo da cidade. Liu & Niyogi (2019) realizaram uma meta-análise de vários estudos sobre impactos urbanos e também encontraram que o aumento de precipitação é mais intenso na região corrente abaixo (18 %) e no centro urbano (16 %). No entanto, aumento nas laterais (4 e 2 %) e corrente acima (1 %) também são observados.

Estudos recentes corroboram os resultados do aumento de precipitação nos centros urbanos e corrente abaixo da cidade do METROMEX (SHEPHERD et al., 2002; GANESHAN et al., 2013; NIYOGI et al., 2017); assim como também mostraram aumento de extremos na região urbana e tendência de crescimento da precipitação ao longo de décadas devido ao processo de urbanização (BURIAN & SHEPHERD, 2005; KISHTAWAL et al., 2010). Por outro lado, Zhang et al. (2009) e Song et al. (2014) mostraram uma tendência de queda na precipitação na região de Pequim, China, ao longo de décadas, com o rápido processo de urbanização, o que tem ocasionado problemas de abastecimento de água. De acordo com Zhang et al. (2009) isso pode estar relacionado com a diminuição de vapor d'água na região urbana. Esses resultados evidenciam que centros urbanos em diferentes regiões podem apresentar impactos distintos em longo prazo.

Geometria urbana e ilha de calor

Os impactos em diferentes regiões com relação ao centro urbano podem estar relacionados com a propagação corrente abaixo da convergência em baixos níveis, associada à ilha de calor. Utilizando modelagem numérica, Rozoff; Cotton & Adegoke (2003) e Han & Baik (2008) mostraram a formação e a advecção corrente abaixo da circulação de ilha de calor, evidenciando que a convergência relacionada pode iniciar convecção. Ainda de acordo com Han & Baik (2008), quanto mais intensa a fonte de calor e mais fraca a velocidade do vento, mais próxima da fonte é a convecção e, por consequência, a precipitação observada. O aumento da rugosidade da superfície relacionado com a presença de prédios também gera padrões de convergência na área urbana. No entanto, de acordo com Rozoff; Cotton & Adegoke (2003) este padrão é observado corrente acima e não é suficiente para iniciar convecção, mas pode interagir com a circulação de ilha de calor e impactar na iniciação da convecção.

Outro ponto que também pode evidenciar as diferentes regiões impactadas são as mudanças na estrutura de tempestades e efeitos de barreira pela presença de prédios (BORNSTEIN & LEROY, 1990; NIYOGI et al., 2011; DOU et al., 2015). Dou et al. (2015), corroborando os resultados anteriormente mostrados por Bornstein & Leroy (1990) para a região da cidade de Nova York, discutiram que os impactos urbanos em diferentes áreas, na região de Pequim na China, estão relacionados com a intensi-

dade da ilha de calor. Em condições intensas de ilha de calor, os máximos ocorrem na região urbana, enquanto que em situações mais fracas existe um efeito de barreira (devido à presença de prédios), ocasionando máximos de precipitação na região lateral e na região corrente abaixo.

Os impactos urbanos podem ser observados em eventos com a ausência de forçantes sinóticas mais significativas (MOTE et al., 2007; ASHLEY et al., 2012), em que a ilha de calor é mais intensa, mas também em ocorrências relacionadas a uma forçante sinótica (GANESHAN et al., 2013; ZHONG; YANG, 2015). Outro ponto importante com relação à circulação de ilha de calor é a possível interação com outras circulações de mesoescala, como brisa marítima/lacustre e vale-montanha, amplificando a convecção. Vários estudos já identificaram essa interação para vários lugares do mundo (FREITAS et al., 2007; SHEPHERD et al., 2010; LIN et al., 2011).

Aerossóis

Os efeitos da concentração de aerossóis na precipitação são diversos, Rosenfeld (2000) e Givati & Rosenfeld (2004) identificaram uma diminuição da chuva relacionada à concentração de núcleos de condensação de nuvens (CCN). Segundo Givati & Rosenfeld (2004), o impacto é maior em nuvens rasas. Outros estudos mostraram aumento da precipitação (BELL et al., 2008; LACKE et al., 2009). Rosenfeld et al. (2008) discute dois distintos efeitos da presença de poluição na atmosfera, com relação ao impacto na radiação e na microfísica. Poluentes na atmosfera diminuem a quantidade de radiação solar que chega à superfície, gerando resfriamento. Uma parte da radiação é refletida de volta para o espaço e outra absorvida pelos poluentes, aquecendo a baixa troposfera. Isto estabiliza a atmosfera, ou seja, o perfil vertical de temperatura apresenta um aumento com altura em baixos níveis, suprimindo convecção. Na parte de microfísica, uma maior concentração de CCN diminui a conversão de gotas de nuvem em gotas de chuva, devido à uma maior concentração de gotas menores. Este processo pode diminuir a precipitação em nuvens rasas, mas intensificar nuvens convectivas. A desaceleração na conversão de gota de nuvem em chuva, atrasa a precipitação, e portanto, maior conteúdo de água líquida pode ser carregada à alturas com baixas temperaturas (abaixo de 0 ºC) em nuvens profundas. O aumento da condensação e

do congelamento em altos níveis, libera mais calor latente, intensificando a convecção. Utilizando modelagem numérica Carrió; Cotton & Cheng (2010) e Han; Baik & Khain (2012) descrevem este processo e o consequente aumento da precipitação com o aumento da concentração de CCN. No entanto, de acordo com Rosenfeld et al. (2008) e Carrió; Cotton & Cheng (2010) o aumento da concentração acima de um limite pode ser prejudicial, suprimindo a precipitação, esta concentração pode depender da distância da base da nuvem até o nível de congelamento e da instabilidade atmosférica. Van Den Heever & Cotton (2007) também mostraram que a presença de aerossóis de diferentes tamanhos (GCCN e CCN) produzem impactos na microfísica e dinâmica das tempestades e que estes impactos são não lineares, dificultando conclusões diretas dos efeitos do aumento da concentração.

A utilização de sensoriamento remoto é uma importante ferramenta nos estudos deste tópico, por exemplo, utilizando satélites é possível obter dados de precipitação, nuvens, aerossóis, radiação, cobrindo uma extensa área. Muitos estudos utilizaram dados de precipitação de radar ou satélite para identificar os impactos urbanos corrente abaixo (ou em diferentes regiões), assim como para verificar efeitos da presença de aerossóis (SHEPHERD et al., 2002, FAN et al., 2016). A utilização de satélites para estas análises é particularmente importante em regiões com redes observacionais esparsas, possibilitando o estudo em várias regiões do mundo.

Ainda, a sua utilização é uma possibilidade na melhoria da compreensão de processos envolvendo a interação de aerossóis e nuvens, inclusive auxiliando no desenvolvimento de parametrizações e validação de modelos (ROSENFELD et al., 2014a, FAN et al., 2016). Com novas ferramentas de alta resolução é possível, por exemplo, obter concentrações de CCN na atmosfera (ROSENFELD et al., 2014b; ROSENFELD et al., 2016).

Sistemas precipitantes e o processo de urbanização na Macrometrópole Paulista

Na estação chuvosa da RMSP durante as últimas duas décadas foi observado um aumento significativo no volume total sazonal de chuva (MARENGO et al., 2020), o que pode ser explicado pelo deslocamento mais a sudoeste da ZCAS nas décadas recentes (ZILLI et al., 2017) e pelo aumento na frequência de eventos extremos de precipitação diária. Marengo et

al. (2020) analisaram duas estações meteorológicas pontuais sobre a RMSP e encontraram que na década de 1950 não houve chuva acima de 50 mm/dia, enquanto na última década esse limiar tem ocorrido entre 2 a 5 vezes por ano. No entanto, ocorrências de chuva fraca (entre 0.1 e 5 mm/dia) apresentam uma tendência de queda, enquanto o número de dias consecutivos sem chuva tem aumentado, assim como a duração da estação seca. Os autores ainda indicam aumento na intensidade e frequência de chuvas intensas na RMSP no período de 2040 e 2100. Silva Dias et al. (2013) mostraram tendência de aumento da precipitação na cidade de São Paulo entre 1933 e 2010, que, durante o verão, pode ter relação com o processo de urbanização. Na MMP, Machado et al. (2021) também identificaram aumento da precipitação anual e de extremos entre 1940 e 2016. O aumento dos extremos tem uma correlação com índices climáticos. No entanto, ainda de acordo com os autores existe evidência de que o aumento na ocorrência e frequência de extremos seja maior em áreas urbanizadas.

Naccarato; Pinto & Pinto (2003) identificaram uma densidade de raio maior nas regiões metropolitanas de São Paulo, Campinas e São José do Rio Preto com relação às áreas ao redor. Ainda, mostraram uma correlação positiva entre número de flashes e concentração de PM_{10}. Estes resultados podem estar relacionados com a ilha de calor intensificando a convecção em áreas urbanas, assim como com a poluição.

A formação da ilha de calor na cidade de São Paulo e RMSP é estudada há alguns anos (LOMBARDO, 1984; FREITAS, 2003). Freitas et al. (2007) mostraram aceleração da brisa devido ao aumento do gradiente de temperatura pela presença da ilha de calor. Esta aceleração ocorre até o centro da área urbana, sendo então observada uma desaceleração a partir do centro da RMSP. A interação entre a ilha de calor e a brisa marítima pode amplificar a convecção na região, dando origem às fortes tempestades observadas na cidade de São Paulo e RMSP (PEREIRA FILHO et al., 2004; FREITAS et al., 2009; VEMADO & PEREIRA FILHO, 2016). Durante eventos de brisa marítima entre 2005 e 2008, Vemado e Pereira Filho (2016) mostraram que a precipitação acumulada é 4 vezes maior nas áreas urbanas da RMSP do que ao redor, com acumulados de até 600 mm. Os maiores valores ocorrem na região central com máximos ligeiramente deslocados para leste. A presença de áreas urbanas em simulações numé-

ricas de um evento de tempo severo na RSMP aumentou a precipitação em até 100 % no estudo de Freitas et al. (2009), o aumento foi maior na região leste.

Os eventos severos observados com tanta frequência atualmente na MMP ocorreram devido à variabilidade climática natural, ao aquecimento global e/ou efeitos da urbanização. A combinação de eventos severos de precipitação com áreas urbanizadas gera diversos danos econômicos e até perda de vidas.

Devido ao processo de urbanização da região, nos últimos anos, rios foram canalizados e cursos d'água sofreram alterações, além da substituição de áreas permeáveis por materiais impermeáveis, o que faz com que a região sofre com enchentes, inundações, enxurradas e alagamentos, sendo evidente a deficiência de drenagem urbana em episódios de chuva forte. Deslizamentos de terra também são observados na região, principalmente afetando regiões de ocupação desordenada com habitações precárias. De acordo com a Atlas de Desastres Naturais (CEPED, 2013b), inundações, enxurradas, alagamentos e deslizamentos de terra afetaram em torno de 3,6 milhões de pessoas entre 1991 e 2012 no Estado de São Paulo; entre desabrigados e desalojados foram mais de 200 mil. A RMSP foi a mais afetada do Estado por essas ocorrências. Com relação a impactos econômicos, Santos (2013) mostrou que os efeitos dos frequentes eventos de alagamento na cidade de São Paulo não são apenas observados na cidade. Em 2008 estas ocorrências tiveram um impacto em torno de 170 milhões de reais no PIB do Brasil. Durante a estação chuvosa de 2016 a 2019 (outubro a março do ano seguinte), Travassos et al. (2020) identificaram 47 mortes relacionadas à eventos de chuva na MMP (38 na RSMP), destas a maioria foi por afogamento, seguido por deslizamento de terra. Mortes também ocorreram por raios, desabamentos e queda de árvores. Do total de mortes por afogamento, a maior parte (15 das 20) foi em regiões identificadas como não vulneráveis, enquanto todas por deslizamento de terra ocorreram em áreas vulneráveis. De acordo com os autores, as mortes por afogamento indicam problemas de infraestrutura urbana, com áreas impermeabilizadas próximas a córregos, intensificando escoamento superficial. Também indicam falta de conhecimento por parte da população com relação aos riscos de permanência em áreas inundadas, assim como a ausência de estrutura de resgate para responder rapidamente às ocorrências. Em áreas vulneráveis,

as mortes por deslizamento de terra ocorreram devido à presença de habitações precárias em áreas suscetíveis.

Conclusões

O processo de urbanização altera as propriedades térmicas, radiativas e aerodinâmicas de uma região, modificando as trocas de calor e umidade entre a superfície e a atmosfera e dando origem ao fenômeno de ilha de calor. Muitos estudos apresentam evidências de impactos urbanos em ocorrências de tempestades, alterando a estrutura, a localização e a intensidade da precipitação, como foi mostrado ao longo deste artigo. O aumento da precipitação é maior maior na região corrente abaixo e no centro, mas também pode ser observado nas laterais e corrente acima de centros urbanos. Além disso, várias regiões observaram tendência de aumento da precipitação e de eventos extremos ao longo de décadas devido ao processo de urbanização. No entanto, tendência de queda também foi identificada, levando a prejuízos no abastecimento de água na região de Pequim. Os impactos estão relacionados à ilha de calor, aumento da rugosidade da superfície e poluentes atmosféricos.

Dentro da MMP, na RMSP, a formação da ilha de calor, assim como aumento da intensidade da precipitação com a presença da cidade em simulações numéricas, tendência de crescimento e aumento na frequência de eventos extremos foi observada, sendo possível concluir que o processo de urbanização impacta ocorrências de tempestades e precipitação nesta região. Aumento da frequência de eventos extremos e tendência de crescimento da precipitação também foram identificados dentro da MMP como um todo, estando correlacionadas com índices climáticos. No entanto, também existem evidências de que estes aumentos sejam mais intensos em áreas urbanizadas. A maior densidade de raios na RMC, assim como na RMSP, do que em áreas ao redor, indica que o processo de urbanização também impacta tempestades na RMC. Como a ilha de calor é proporcional ao tamanho da cidade, espera-se que cidades menores dentro da MMP tenham impactos menores, ou não apresentem impactos que possam ser observados. No entanto, a MMP possui várias áreas urbanizadas próximas e, principalmente em um cenário de crescimento urbano, as ilhas de calor de cada região podem interagir e impactar a área

de uma forma mais ampla, como em um conceito de arquipélago urbano discuto por Shepherd et al. (2013).

Muitos dos impactos urbanos na precipitação na MMP ainda necessitam de mais estudo, utilizando, por exemplo, radar e satélite para avaliar a precipitação relacionada a centros urbanos, na tentativa de identificar efeitos corrente abaixo ou lateral em diferentes padrões sinóticos. Assim como compreender o impacto da ilha de calor, rugosidade e aerossóis nestas ocorrências.

Os diversos eventos severos que causam impactos sociais e econômicos na região podem ainda ser agravados em uma perspectiva futura de expansão urbana, somado aos cenários de mudanças climáticas. Desta forma, projeções de cenários de expansão urbana para o futuro precisam ser estudadas. Ainda, mudanças no padrão de localização das chuvas podem ocorrer, fazendo com que o abastecimento de água, que hoje compromete 1 milhão de pessoas (RAMOS et al., 2020), possa ser agravado dentro da MMP.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9 e bolsa 2019/12015-9, bem como apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (processo nº 88887.369618/2019-00).

Referências

ALBRECHT, R. I. et al. Where Are the Lightning Hotspots on Earth? **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 97, n. 11, p. 2051–2068, 1 nov. 2016. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/BAMS-D-14-00193.1>.

ASHLEY, W. S.; BENTLEY, M. L.; STALLINS, J. A. Urban-induced thunderstorm modification in the Southeast United States. **Climatic Change**, v. 113, n. 2, p. 481–498, 10 jul. 2012. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10584-011-0324-1>.

ALVALÁ, R. et al. Mapping characteristics of at-risk population to disasters in the context of Brazilian early warning system. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 41, p. 101326, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ijdrr.2019.101326>.

BELL, T. L. et al. Midweek increase in U.S. summer rain and storm heights suggests air pollution invigorates rainstorms. **Journal of Geophysical Research**, v. 113, n. D2, p. D02209, 31 jan. 2008. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1029/2007JD008623>.

BENDER, A. **Eventos de tempo severo associados às linhas de instabilidade sobre o estado de São Paulo**. 2012. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/14/14133/tde-24062013-113838/>.

BORNSTEIN, R.; LEROY, M. Urban barrier effects on convective and frontal thunderstorms. In: Fourth AMS Conference on Mesoscale Processes, Bolder, CO. **Anais**... Bolder, CO: American Meteorological Society, 1990.

BURIAN, S. J.; SHEPHERD, J. M. Effect of urbanization on the diurnal rainfall pattern in Houston. **Hydrological Processes**, v. 19, n. 5, p. 1089–1103, 30 mar. 2005. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/hyp.5647>.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. Extreme Precipitation Events in Southeastern South America and Large-Scale Convective Patterns in the South Atlantic Convergence Zone. **Journal of Climate**, v. 15, n. 17, p. 2377–2394, set. 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1175/1520-0442(2002)015<2377:EPEISS>2.0.CO;2>.

CARVALHO, L. M. V.; JONES, C.; LIEBMANN, B. The South Atlantic Convergence Zone: Intensity, Form, Persistence, and Relationships with Intraseasonal to Interannual Activity and Extreme Rainfall. **Journal of Climate**, v. 17, n. 1, p. 88–108, jan. 2004. Disponível em: <https://doi.org/10.1175/1520-0442(2004)017%3C0088:TSACZI%3E2.0.CO;2>.

CEPED, UFSC. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012: volume Brasil**. 2013a. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/>.

CEPED, UFSC. **Atlas brasileiro de desastres naturais 1991 a 2012: volume São Paulo**. 2013b. Disponível em: <https://s2id.mi.gov.br/paginas/atlas/>.

CARRIÓ, G. G.; COTTON, W. R.; CHENG, W. Y. Y. Urban growth and aerosol effects on convection over Houston: Part I: The August 2000 case. **Atmospheric Research**, v. 96, n. 4, p. 560-574, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.atmosres.2010.01.005>.

CHANGNON, S. A. et al. Metromex: A Review and Summary. In: CHANGNON, S. A. (Ed.). **Meteor. Monogr. No. 40**. 1. ed. Boston, MA: American Meteorological Society, 1981. p. 181.

COTTON, W. R.; PIELKE, R. A. Sr. **Human Impacts on Weather and Climate**. Cambridge: Cambridge University Press, 2007. 308 p.

DOU, J. et al. Observed Spatial Characteristics of Beijing Urban Climate Impacts on Summer Thunderstorms. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 54, n. 1, p. 94–105, 1 jan. 2015. Disponível em: <http://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/JAMC-D-13-0355.1>.

FAN, J. et al. Review of aerosol–cloud interactions: Mechanisms, significance, and challenges. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 73, n. 11, p. 4221-4252, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1175/JAS-D-16-0037.1>.

FREITAS, E. D. **Circulações locais em São Paulo e sua influência sobre a dispersão de poluentes**. 2003. PhD University of São Paulo, Institute of Astronomy, Geophysics and Atmospheric Sciences, 2003.

FREITAS, E. D. et al. Interactions of an urban heat island and sea-breeze circulations during winter over the metropolitan area of São Paulo, Brazil. **Boundary-Layer Meteorology**, v. 122, n. 1, 2007.

FREITAS, E. D. et al. **Factors involved in the formation and development of severe weather conditions over the Megacity of São Paulo. 89th American Meteorological Society Meeting.** Phoenix, AZ, AMS, 2009.

GANESHAN, M.; MURTUGUDDE, R.; IMHOFF, M. L. A multi-city analysis of the UHI-influence on warm season rainfall. **Urban Climate**, v. 6, p. 1–23, dez. 2013. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212095513000485>.

GIVATI, A.; ROSENFELD, D. Quantifying Precipitation Suppression Due to Air Pollution. **Journal of Applied Meteorology**, v. 43, n. 7, p. 1038–1056, jul. 2004. Disponível em: https://doi.org/10.1175/1520-0450(2004)043<1038:QPSDTA>2.0.CO;2.

HAN, J. Y.; BAIK, J. J. A Theoretical and Numerical Study of Urban Heat Island–Induced Circulation and Convection. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 65, n. 6, p. 1859–1877, 1 jun. 2008. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/2007JAS2326.1>.

HAN, J. Y.; BAIK, J. J.; KHAIN, A. P. A numerical study of urban aerosol impacts on clouds and precipitation. **Journal of the Atmospheric Sciences**, v. 69, n. 2, p. 504-520, 2012. Disponível em: < https://doi.org/10.1175/JAS-D-11-071.1>.

JHA, A. K.; BLOCH, R.; LAMOND, J. **Cities and flooding: a guide to integrated urban flood risk management for the 21st century**. World Bank Publications, 2012. 631 p.

KISHTAWAL, C. M. et al. Urbanization signature in the observed heavy rainfall climatology over India. **International Journal of Climatology**, v. 30, n. 13, p. 1908–1916, 15 nov. 2010. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/joc.2044>.

LACKE, M. C.; MOTE, T. L.; SHEPHERD, J. M. Aerosols and associated precipitation patterns in Atlanta. **Atmospheric Environment**, v. 43, n. 28, p. 4359–4373, set. 2009. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S1352231009003550>.

LIMA, K. C.; SATYAMURTY, P.; FERNÁNDEZ, J. P. R. Large-scale atmospheric conditions associated with heavy rainfall episodes in Southeast Brazil. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 101, n. 1–2, p. 121–135, 12 jul. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00704-009-0207-9>.

LIN, C. Y. et al. Impact of the Urban Heat Island Effect on Precipitation over a Complex Geographic Environment in Northern Taiwan. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 50, n. 2, p. 339–353, 1 fev. 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1175/2010JAMC2504.1>.

LIU, J.; NIYOGI, D. Meta-analysis of urbanization impact on rainfall modification. **Scientific Reports**, v. 9, n. 1, p. 7301, 13 dez. 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41598-019-42494-2>.

LOMBARDO, M. A. **Ilha de calor da metrópole paulistana**. São Paulo, 1984. Tese de Doutorado, FFLCH, Universidade de São Paulo, São Paulo, 1984.

MACHADO, C. B. et al. Extreme Rainfall Events in the Macrometropolis of São Paulo: Trends and Connection with Climate Oscillations. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 60, n. 5, p. 661-675, 2021. Disponível em: < https://doi.org/10.1175/JAMC-D-20-0173.1>.

MARENGO, J. A. et al. Trends in extreme rainfall and hydrogeometeorological disasters in the Metropolitan Area of São Paulo: a review. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1472, n. 1, p. 5–20, 2020.

MILLER, P. W.; MOTE, T. L. Standardizing the Definition of a "Pulse" Thunderstorm. **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 98, n. 5, p. 905–913, 1 maio 2017. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/BAMS-D-16-0064.1>.

MOTE, T. L.; LACKE, M. C.; SHEPHERD, J. M. Radar signatures of the urban effect on precipitation distribution: A case study for Atlanta, Georgia. **Geophysical Research Letters**, v. 34, n. 20, 1 out. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2007GL031903>.

NACCARATO, K. P.; PINTO JR, O.; PINTO, I. R. C. A. Evidence of thermal and aerosol effects on the cloud to ground lightning density and polarity over large urban areas of

Southeastern Brazil. **Geophysical Research Letters**, v. 30, n. 13, 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2003GL017496>.

NIYOGI, D. et al. Urban Modification of Thunderstorms: An Observational Storm Climatology and Model Case Study for the Indianapolis Urban Region*. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 50, n. 5, p. 1129–1144, 1 maio 2011. Disponível em: <http://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/2010JAMC1836.1>.

NIYOGI, D. et al. Urbanization Impacts on the Summer Heavy Rainfall Climatology over the Eastern United States. **Earth Interactions**, v. 21, n. 5, p. 1–17, 1 jun. 2017. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/EI-D-15-0045.1>.

PEREIRA FILHO, A. J. et al. **Enchentes na Região Metropolitana de São Paulo** (S. B. de Meteorologia, Ed.)**XIII Congresso Brasileiro de Meteorologia**Fortaleza, CE, 2004. .

RAMOS, R. F. et al. Environmental sanitation in São Paulo Macrometropolis: perspectives for a multi-level governance. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, 2020. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2020000100350& tlng=en>.

ROSENFELD, D. Suppression of Rain and Snow by Urban and Industrial Air Pollution. **Science**, v. 287, n. 5459, p. 1793, 2000. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.287.5459.1793>.

ROSENFELD, D. et al. Flood or drought: How do aerosols affect precipitation? **Science**, v. 321, n. 5894, p. 1309-1313, 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/science.1160606>.

ROSENFELD, D. et al. Combined satellite and radar retrievals of drop concentration and CCN at convective cloud base. **Geophysical Research Letters**, v. 41, n. 9, p. 3259-3265, 2014a. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/2014GL059453>

ROSENFELD, D. et al. Global observations of aerosol cloud precipitation climate interactions. **Reviews of Geophysics**, v. 52, n. 4, p. 750-808, 2014b. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/2013RG000441>.

ROSENFELD, D. et al. Satellite retrieval of cloud condensation nuclei concentrations by using clouds as CCN chambers. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 113, n. 21, p. 5828-5834, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.1514044113>.

ROZOFF, C. M.; COTTON, W. R.; ADEGOKE, J. O. Simulation of St. Louis, Missouri, Land Use Impacts on Thunderstorms. **Journal of Applied Meteorology**, v. 42, n. 6, p. 716–738, 13 fev. 2003. Disponível em: <https://doi.org/10.1175/1520-0450(2003)042%3C0716:SOSLML%3E2.0.CO;2>.

SANTOS, E. T. **Impactos econômicos de desastres naturais em megacidades: o caso dos alagamentos em São Paulo**. 2013. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/12/12138/tde-17022014-143009/>.

SHEPHERD, J. M. A Review of Current Investigations of Urban-Induced Rainfall and Recommendations for the Future. **Earth Interactions**, v. 9, n. 12, p. 1–27, 1 jul. 2005. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/EI156.1>.

SHEPHERD, J. M. et al. The Impact of Urbanization on Current and Future Coastal Precipitation: A Case Study for Houston. **Environment and Planning B: Planning and Design**, v. 37, n. 2, p. 284–304, 1 abr. 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1068/b34102t>.

SHEPHERD, J. M.; PIERCE, H.; NEGRI, A. J. Rainfall Modification by Major Urban Areas: Observations from Spaceborne Rain Radar on the TRMM Satellite. **Journal of Applied Meteorology**, v. 41, n. 7, p. 689–701, jul. 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1175/1520-0450(2002)041%3C0689:RMBMUA%3E2.0.CO;2>.

SHEPHERD, J. M. et al. Urban climate archipelagos: A new framework for urban impacts on climate. **Earthzine**, 2013.

SILVA DIAS, M. A. F. Sistemas de mesoescala e previsão de tempo a curto prazo. **Revista Brasileira de Meteorologia**, v. 2, n. 1, p. 133–150, 1987.

SILVA DIAS, M. A. F. et al. Changes in Extreme Daily Rainfall for São Paulo, Brazil. **Climatic Change**, p. 1–18, 2013. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1007/s10584-012-0504-7>.

SONG, X. et al. Rapid urbanization and changes in spatiotemporal characteristics of precipitation in Beijing metropolitan area. **Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 119, n. 19, p. 11,250-11,271, 16 out. 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/2014JD022084>.

TARIFA, J. R.; ARMANI, J. Os climas urbanos. In: TARIFA T. R., J. R. E A. (Ed.). **Os climas na cidade de São Paulo: Teoria e prática.** Coleção Novos Caminhos. São Paulo: Pró-Reitoria de Cultura e Extensão, Universidade de São Paulo, Laboratório de Climatologia – FFLCH, Cap 4, p. 47–70.

TRAVASSOS, L. et al. Why do extreme events still kill in the São Paulo Macro Metropolis Region? Chronicle of a death foretold in the global south. **International Journal of Urban Sustainable Development**, v. 13, n. 1, p. 1-16, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/19463138.2020.1762197>.

UN/DESA. **World Urbanization Prospects: The 2018 Revision, Highlights**. Disponível em: <https://population.un.org/wup/Publications/>.

VAN DEN HEEVER, S. C.; COTTON, W. R. Urban Aerosol Impacts on Downwind Convective Storms. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 46, n. 6, p. 828–850, 1 jun. 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1175/JAM2492.1>.

VEMADO, F.; PEREIRA FILHO, A. J. Severe Weather Caused by Heat Island and Sea Breeze Effects in the Metropolitan Area of São Paulo, Brazil. **Advances in Meteorology**, v. 2016, p. 13, 2016. Disponível em: <http://dx.doi.org/10.1155/2016/8364134>.

ZHANG, C. L. et al. Impacts of urban expansion and future green planting on summer precipitation in the Beijing metropolitan area. **Journal of Geophysical Research**, v. 114, n. D2, p. D02116, 30 jan. 2009. Disponível em: https://doi.org/10.1029/2008JD010328.

ZHONG, S.; YANG, X. Ensemble simulations of the urban effect on a summer rainfall event in the Great Beijing Metropolitan Area. **Atmospheric Research**, v. 153, p. 318–334, 2015. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0169809514003627>.

ZHOU, B.; RYBSKI, D.; KROPP, J. P. The role of city size and urban form in the surface urban heat island. **Scientific Reports**, v. 7, n. 1, p. 4791, 6 dez. 2017. Disponível em: <http://www.nature.com/articles/s41598-017-04242-2>.

ZILLI, M. T. et al. A comprehensive analysis of trends in extreme precipitation over southeastern coast of Brazil. **International Journal of Climatology**, v. 37, n. 5, p. 2269–2279, abr. 2017. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/joc.4840>.

ZIPSER, E. J. et al. WHERE ARE THE MOST INTENSE THUNDERSTORMS ON EARTH? **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 87, n. 8, p. 1057–1072, ago. 2006. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/doi/10.1175/BAMS-87-8-1057>.

Capítulo 14

Contribuição dos modelos do CMIP na formulação de políticas públicas adaptativas

Thamiris Luisa de Oliveira Brandão Campos,
Thais Fujita e Edmilson Dias de Freitas

Contextualização

A mudança climática é uma condição da atualidade e interage simultaneamente com a multiplicidade de interesses e disputas das sociedades contemporâneas (BARNETT & ADGER, 2007). Enquanto os atores locais desempenham um papel central na concepção das instituições, infraestruturas e comportamentos, suas opções e incentivos estão inextricavelmente enredados em outros processos políticos e econômicos que nem sempre impulsionam a descarbonização e a adaptação às mudanças climáticas (HUGHES et al. 2020). E assim, a reflexão das questões ambientais, econômicas, políticas, sociais e culturais são necessárias para lidar com a complexidade da questão climática e a criação de novas perspectivas de políticas e ações de enfrentamento (DI GIULIO et al., 2019). Para isso, a interação entre a ciência e a política deve ser firmada nos processos de produção/narrativa de conhecimento técnico-científico e a capacidade de orientação e assimilação nas políticas públicas (BUSHELL et al., 2015). É nesse contexto que o *Coupled Model Intercomparison Project* (CMIP, Projeto de Inter-comparação de Modelos Acoplados), a partir de metodologias robustas e padronizadas sob diferentes abrangências locais, regionais e globais em uma abordagem interdisciplinar para a predição de sistemas climáticos e terrestres (EYRING et al., 2016a), se fundamenta. E se mostra como ferramenta de experimentos, ideias e práticas inovadoras capazes de integrar a governança multinível da mudança climática urbana. A partir desta percepção, este capítulo apresenta por meio de uma revisão bibliográfica discussões sobre como as projeções do CMIP podem promover estratégias de adaptação à mudança climática no nível global e regional com foco sobre São Paulo.

Investigando o CMIP e suas projeções em cenários otimistas e pessimistas de mudança climática no nível global

O objetivo do CMIP é o entendimento do clima passado, presente e futuro, decorrentes da variabilidade natural ou em resposta às forçantes radiativas em um contexto coparticipativo envolvendo no CMIP3 17 grupos de modelagem ao redor do mundo, no CMIP5 esse valor aumentou para 29 e no CMIP6 está acima de 30 (EYRING et al., 2016b). O CMIP organiza as intercomparações entre projetos, especificando protocolos experimentais, para que os cientistas compartilhem e comparem seus modelos (MEEHL et al., 2000). Para esse entendimento, incluem avaliações de desempenho do modelo durante o período histórico e as quantificações de causas da propagação da variabilidade natural e respostas às mudanças no forçamento radiativo nas projeções futuras (EYRING et al., 2016b). E assim, investigam a previsibilidade a partir de estados climáticos observados. Um objetivo importante do CMIP é tornar as saídas dos modelos publicamente disponível em um formato padronizado para serem analisadas coletivamente (EYRING et al., 2016a).

O CMIP começou em 1995 e, desde então, seus experimentos continuam integrando forçantes idealizadas para o futuro que são fundamentais para estudos internacionais como os relatórios do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas) (MEEHL et al., 2000). Tais forçantes, como o volume de emissões de gases do efeito estufa, recebem diferentes modulações compondo cenários de desenvolvimento socioeconômicos otimistas (RCP 2.6, em que RCP é a sigla em inglês de Caminhos Representativos de Concentração, *Representative Concentration Pathway*), intermediários (RCP 4.5 e 6) e pessimistas (RCP 8.5). Os valores de RCP referem-se à forçante radiativa no ano de 2100 (2.6, 4.5, 6 e 8.5 W/m^2, respectivamente) e estão sujeitos ao tipo de combustível, uso de renováveis e a cooperação internacional (VAN VUUREN et al., 2011). Tais cenários são usados para entender os impactos das mudanças climáticas como por exemplo os padrões de precipitação, vazão, evapotranspiração, temperatura, assim como mudanças biogeoquímicas nos oceanos.

O CMIP já promoveu diversas fases de experimentos, os dados da fase 5 (CMIP5) servem como ferramenta para responder às questões que foram levantadas durante o preparo do Relatório 4 do IPCC, desde 2013 (TAYLOR et al., 2012). A fase mais atual é a 6 (CMIP6) (EYRING et al., 2016a). Frente a diversidade metodológica dos resultados do CMIP5 e o suporte de suas informações climáticas, inúmeras narrativas científicas em abordagens interdisciplinares absorvem seus resultados e abarcam pesquisas em análises ambientais, econômicas, políticas, sociais e culturais tão necessárias à transição em contextos mais sustentáveis (TAYLOR et al., 2012).

Frente a transversalidade de suas aplicações, os modelos do CMIP5 já auxiliaram no longo percurso de suporte de informações e pesquisas para atender a demanda de informações aos tomadores de decisões (TANGNEY, 2019). Tal abordagem pode ser ilustrada em diversos contextos em que as interações entre acadêmicos e tomadores de decisões se complementam no processo decisório. Ao testar os modelos do CMIP5 correspondentes às concentrações de RCP4.5 e RCP8.5 nas cidades dos Estados Unidos, Krayenhoff et al. (2018) identificaram que as interações dinâmicas das mudanças climáticas com o desenvolvimento urbano, fatores impulsionadores das ilhas de calor, podem intensificar o seu padrão de aquecimento. No intuito de testar estratégias de adaptação, os autores avaliaram a eficácia de medidas de resfriamento incluindo corredores de árvores, telhados verdes ou com coberturas refletivas, assim como o uso de materiais adaptados que exibem admitância térmica reduzida e, apesar das medidas não responderem a estratégias econômicas e políticas vigentes, serviram de informação para o desenvolvimento de planos de redução de temperatura através de intervenções biofísicas.

Na investigação de estimativas globais de estresse hídrico sob os cenários de RCP4.5 e RCP8.5, Luck; Landis e Gassert (2015) avaliaram o desvio padrão da vazão e abstrações para atendimento agrícola, industrial e doméstico. As abstrações industriais e domésticas são maiores no cenário intermediário por influências externas como a demanda energética. Por outro lado, no cenário pessimista a maior abstração ocorre na agricultura, resultado das maiores demandas por alimento face à maior população. O predomínio nos padrões de demandas, relativo ao cenário, levanta vários pontos de ênfase e, assim, os gestores de recursos hídricos têm a oportunidade de intervir na disponibilidade, zelando pelos setores

que lideram a demanda em seu respectivo contexto e aumentando o investimento em eficiência e conservação adaptativa, bem como buscar esquemas de alocação de água mais conservadores.

Para entender melhor os níveis de defesa contra inundações, Lim et al. (2018) buscaram quantificar essas incertezas usando os modelos do CMIP5 na escala global em diversos cenários (RCP4.5 e RCP8.5). Se as atuais infraestruturas de defesa e a capacidade de resposta de emergência permanecerem inalteradas, no futuro, a maioria das regiões, particularmente onde os países em desenvolvimento estão concentrados, experimentariam um aumento da exposição socioeconômica e redução do produto interno bruto. Esse aumento é especialmente óbvio quando a lacuna da força climática entre RCP8.5 e RCP4.5 aumenta até o final do século 21. Pela abrangência desses efeitos esperados a nível global, os autores acreditam no esforço de mitigação das mudanças climáticas em um contexto internacional.

Contribuição das projeções do CMIP em propor governança em níveis regionais, com foco sobre São Paulo

Estudos mostram como as políticas que se preocupam com o risco climático podem ser construídas com auxílio de projeções climáticas obtidas com modelagem numérica. As projeções climáticas têm indicado que o clima do Brasil continuará mudando e, considerando que uma grande parcela da população está em situação de vulnerabilidade social e que a produção de alimentos, energia e commodities é altamente dependente do clima, é esperado que as mudanças climáticas tenham um forte impacto negativo em vários níveis.

Para entender a relação de vulnerabilidade social com as mudanças climáticas, Torres et al. (2012) desenvolveram um índice de vulnerabilidade socio-climática, associando projeções climáticas globais obtidas do CMIP3 com um mapa de densidade populacional e o índice de desenvolvimento humano do Brasil no nível municipal (IDHM), com base no censo de 2000. Este índice identificou que as principais cidades brasileiras, com alta densidade populacional, apresentaram os maiores níveis de vulnerabilidade às mudanças climáticas. O termo vulnerabilidade tratado por

Torres et al. (2012) seguiu a definição geral do IPCC, que combina exposição, sensibilidade e capacidade adaptativa. Atualizando a base de dados do estudo de Torres et al. (2012), com projeções climáticas globais do CMIP5, mapa de densidade populacional do Brasil e dados mais recentes do IDHM, Filho et al. (2016) encontraram áreas vulneráveis diferentes de Torres et al. (2012). Foi encontrado que nas áreas metropolitanas de alta densidade populacional (Belo Horizonte, Brasília, Salvador, Manaus, Rio de Janeiro e São Paulo) e em uma grande faixa de terra entre os Estados de São Paulo, Minas Gerais e Bahia há um dos maiores valores do índice e a população dessas áreas serão uma das mais vulneráveis às mudanças climáticas no Brasil. Os autores atribuem essa diferença à atualização da base de dados das projeções climáticas, e apesar de medidas agressivas de combate à pobreza também terem sido implementadas desde o estudo de Torres et al. (2012) a vulnerabilidade não diminuiu ainda que os indicadores sociais tenham melhorado, revelando que a reforma social sozinha não é suficiente para tratar da vulnerabilidade das pessoas às mudanças climáticas. Os autores destacam que a formulação simplista desse índice pode limitar o seu uso para a tomada de decisão no nível local, contudo, podem ser úteis em políticas de grande escala como a Política Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas do Brasil.

Encontrar áreas de vulnerabilidade socio-climática é importante para tratar questões como exposição, sensibilidade e adaptação. Dentro do contexto de capacidade adaptativa, Barata et al. (2020) utilizaram projeções climáticas de temperatura e precipitação para apoiar a incorporação de riscos climáticos no planejamento urbano do Rio de Janeiro e melhorar a governança urbana das mudanças climáticas. Os autores avaliaram projeções do modelo ETA alimentado com HadCM3 e com HadCM2-ES e de 33 modelos provenientes do CMIP5. As três abordagens projetaram aumento na magnitude de temperatura e na frequência de dias e noites mais quentes e uma diminuição na frequência de dias e noites frias até o final do século no Rio de Janeiro. A abordagem que utilizou os modelos do CMIP5 apresentou uma variação no campo de precipitação, os modelos do CMIP5 projetaram neste campo uma diminuição de 13% na chuva do 10º percentil e um aumento de 12% na chuva do 90º percentil no período de 2070-2099, comparando com 1979-2000. Tais percentis referem-se à frequência de ocorrência da precipitação e, em outras palavras,

os resultados indicam a redução das chuvas de menor intensidade e o aumento de dias de tormentas. Enquanto o método ETA-HadCM2-ES apresentou diminuição de precipitação de 0,4% e de 0,5% no cenário otimista e pessimista, respectivamente, no período de 2071-2100, comparando com 1961-1990. As projeções de temperatura obtidas por modelos numéricos no estudo de Barata et al. (2020) são úteis para o planejamento habitacional, restauração e ampliação de áreas verdes e outras estratégias para alcançar uma cidade mais saudável. Apesar das projeções de precipitação serem mais incertas do que as de temperatura, elas indicam que os planejadores devem evitar realocar pessoas de baixa renda para áreas sujeitas a inundações, conforme designado pelo programa do governo Federal, Minha Casa Minha Vida. Uma avaliação de custo-benefício de intervenções para reduzir áreas de inundação e aumentar a resiliência antes de construir novas casas deve ser estruturada.

No contexto da vulnerabilidade socio-climática, o clima tem maior relevância do que a densidade populacional e o IDHM (FILHO et al., 2016) e isto é de extrema importância dadas as projeções climáticas pouco otimistas para o final do século XXI. Como as observadas por Vera et al. (2006) de aumento de precipitação no sudeste da América do Sul durante o verão de 2070 – 2099, obtida por meio de uma análise consensual entre as projeções dos modelos *do 4th Assessment Report* (AR4) do IPCC. Também, regiões dominadas por um regime de monção, como a Região Metropolitana de São Paulo (RMSP), devem observar aumento na área e intensidade da precipitação e uma redistribuição da chuva do início ao fim da estação chuvosa, à medida que o sistema climático responde à forçante antropogênica (SETH et al., 2013). As projeções de precipitação e temperatura do experimento RCP8.5 de 35 modelos do CMIP5, mostradas no trabalho de Marengo et al. (2020), indicam que a temperatura na cidade de São Paulo será mais quente entre +1.7 ºC e +3.6 ºC (+2.1 ºC e +6 ºC) e a precipitação vai variar de -32 % a +58 % (-38 % a +81 %) em 2040 (2080). Além dessas projeções, Marengo et al. (2020) discutiram sobre as projeções regionais dos eventos extremos, destacando que as projeções climáticas obtidas com o ETA-HadCM3 indicam aumento na intensidade e frequência das chuvas intensas na RMSP entre 2040 e 2100.

As projeções climáticas têm extrema importância para o planejamento das cidades, contudo é importante conhecer as incertezas contidas no

processo de modelagem numérica. Entre as formas de reduzir as incertezas, atualmente, é pela aplicação de métodos como downscaling, que podem ser empregados em escalas locais a partir dos modelos de circulação geral. Mesmo assim, apesar desse recurso não estar disponível para a época, Giorgi e Francisco (2000) publicaram um estudo coerente com as projeções mais atuais que estão sendo produzidas com os modelos do CMIP5 para a temperatura do ar. Os autores analisaram o campo médio de precipitação e temperatura do ar em superfície no inverno e verão de 5 modelos que hoje compõem os modelos do CMIP, comparando o período futuro (2070-2099) com o período de 1960-1990. Na América do Sul, observaram um aquecimento de 2 ºC a 3 ºC no inverno e de 2 ºC a 4 ºC no verão e que a intensidade da precipitação vai aumentar entre 5 % e 10 % no inverno e diminuir entre 5 % e 10% no verão. Apesar do cenário de diminuição de precipitação no verão da América do Sul no período de 2070-2099 não corroborar com as projeções de precipitação no verão do sudeste da América do Sul de Vera et al. (2006), o resultado de Giorgi & Francisco (2000) pode estar associado à redistribuição da chuva do início da estação chuvosa no sudeste da América do Sul (SETH et al., 2013).

Os modelos do CMIP desde 1995 vêm sendo usados para entender os impactos das mudanças climáticas. As projeções de aumento de temperatura do ar no inverno e verão da América do Sul no período de 2070 – 2099 (GIORGI & FRANCISCO, 2000) e da RMSP durante a década de 2040, seguida por um aquecimento ainda mais intenso na década de 2080 (MARENGO et al., 2020) mostram a necessidade de um planejamento habitacional para alcançar condições de temperatura compatíveis a salubridade humana. Além disso, as projeções de precipitação indicam aumento de intensidade no inverno da América do Sul (GIORGI & FRANCISCO, 2000) e no verão do sudeste no período de 2070 – 2099 (VERA et al., 2006), redistribuição da chuva durante a estação chuvosa (SETH et al., 2013) e aumento na intensidade e frequência das chuvas intensas na RMSP entre 2040 e 2100 (MARENGO et al., 2020). Tais projeções mostram que os cenários são preocupantes e as políticas públicas devem estar atentas principalmente em relação às áreas de ocupação inadequadas e ao atraso da estação chuvosa, que impacta diretamente os reservatórios de água dedicados à geração de energia e abastecimento urbano. É esperado que as mudanças climáticas afetem não somente a intensidade e frequência dos

eventos, mas também amplifiquem a existência de riscos socioambientais em áreas urbanas. Esses riscos afetam principalmente pessoas de baixa renda e, por esta razão, a "*Sendai Framework for Disaster Risk Reduction (SFDRR)*", organização da ONU, enfatiza a urgência de implantação de planos nacionais que protejam efetivamente a população.

Em 2018, o IBGE apresentou o número de pessoas em risco devido a desastres naturais (por exemplo, inundações, enxurradas e movimento de massa) e o Estado de São Paulo liderou as estatísticas de enchentes com 33,36% dos casos. Com relação a quantidade de pessoas que vivem em áreas com risco potencial de enchentes e deslizamento de terra, a cidade de São Paulo levou o segundo lugar, perdendo para Salvador, com 674 mil pessoas vivendo nessas áreas de risco em 2010. A população estimada que vive na Macrometrópole Paulista é de 34 milhões de habitantes, dentre esses, cerca de 10,9% não são atendidos com o serviço de coleta de esgoto e, eventualmente, também são expostos ao maior potencial de alagamento decorrente da condição e localização de suas moradias. Apesar desses números, São Paulo foi a primeira cidade brasileira a instituir uma lei municipal de mudança do clima em 2009 (Lei Nº 14.933), com o objetivo de assegurar o cumprimento dos propósitos da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, buscando alcançar concentrações estáveis dos gases de efeito estufa na atmosfera. Embora a cidade tenha tido o esforço inicial para o enfrentamento dos impactos das mudanças climáticas, ainda precisa percorrer um longo caminho para se preparar de forma mais sustentável e tornar-se mais resiliente aos desastres associados ao clima, o que vem sendo direcionado com o recente lançamento do Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050[1] (SARAIVA, 2018; MARENGO et al., 2020; RAMOS et al., 2020).

Considerações finais

Em meio as projeções do aumento de temperatura e precipitação, as cidades devem estar preparadas para lidar com as mudanças na distribuição, frequência e intensidade dos riscos relacionados aos eventos climá-

1. https://www.prefeitura.sp.gov.br/cidade/secretarias/upload/meio_ambiente/arquivos/PlanClimaSP_BaixaResolucao.pdf

ticos. Para que as cidades possam estar preparadas para esse clima futuro, Rosenzweig e Solecki (2018) sugerem preparar as cidades por meio de cinco caminhos de ação: integrar mitigação e adaptação, coordenar a redução de riscos e adaptação climática, cogerar informações de riscos, focar na população menos favorecida e melhorar a governança e as redes de conhecimento. Esses caminhos ainda precisam ser pensados para a cidade de São Paulo, que apesar de ter sido a primeira cidade brasileira a instituir uma Lei Municipal de Mudança do Clima, em 2009, e implementar um Plano Diretor Estratégico, em 2014, com políticas urbanas inovadoras, em ambos a megacidade perdeu a oportunidade de progredir em capacidade adaptativa (DI GIULIO et al., 2018). Contudo, a cidade, agora, recebe uma nova oportunidade de progresso com o lançamento do Plano de Ação Climática do Município de São Paulo 2020-2050. Em meio à grande dificuldade institucional, política e econômica, a adaptação climática deve ser integradora de políticas já existentes de gestão de recursos, planejamento urbano e saúde pública. Nesse sentido, o desenho dessas iniciativas, em arranjos de governança climática, deveria buscar sinergias entre políticas e recursos existentes e o conhecimento técnico-científico.

O grande desafio, então, é a contribuição das ciências políticas, sociais e humanas em endereçar de forma robusta a integração com os campos de conhecimento científico do clima. E em conjunto, o desenho de governança adaptativa se coloca possível de ser explorado em caráter teórico, analítico e metodológico. É exatamente para esse contexto que os modelos do CMIP e a estrutura de suporte de suas informações climáticas, padronizadas e disponíveis publicamente, sustentam os quadros das iniciativas teóricas. No entanto, a mitigação e adaptação aplicada, sem abordagem bilateral com os multiatores de organizações, jurisdições e sistemas urbanos, não é possível. Dessa forma, mecanismos de coprodução de conhecimento, tomadas de decisões e melhor comunicação encorajam o aprendizado social e a pesquisa ativa (LEMOS et al., 2012). O esforço de institucionalizar a mudança climática em discursos coletivos dos modelos do CMIP, reverberam que a produção e implantação de novas racionalidades climáticas já podem estruturar os discursos de governança em Planos Diretores, leis, projetos, etc., e que, enquanto não se encontram soluções que possam ser alcançadas com as capacidades e recursos exis-

tentes, as experiências de governo nas cidades devem reconfigurar seus discursos em direção a uma ênfase crescente na experimentação como um meio de lidar com os processos abertos de governar áreas urbanas (CASTÁN BROTO, 2017).

A comunidade cientifica baseada nos resultados obtidos com modelagem de sistemas climáticos e terrestres pode estabelecer diálogos com atores políticos e com a sociedade, essa integração ciência-política-sociedade serve de experimento de governança e laboratórios de políticas para testar e estabelecer as melhores práticas de implantação de medidas eficazes, sustentáveis e justas na busca do desenvolvimento urbano. Assim, o uso desse experimento científico para significar as intervenções intencionais em tentativa explícita de inovar, aprender ou ganhar experiência devem compor a agenda de governança climática urbana (RAMOS et al., 2021; BULKELEY & CASTÁN BROTO, 2013).

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9 e bolsa 2019/12015-9, bem como apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (processo nº 140033/2020-3).

Referências

BARATA, M. M. L. et al. **Use of Climate Change Projections for Resilience Planning in Rio de Janeiro, BrazilFrontiers in Sustainable Cities**, 2020. Disponível em: <https://www.frontiersin.org/article/10.3389/frsc.2020.00028>.

BARNETT, J.; ADGER, W. N. Climate change, human security and violent conflict. **Political Geography**, v. 26, n. 6, p. 639–655, 2007. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S096262980700039X>.

BULKELEY, H.; CASTÁN BROTO, V. Government by experiment? Global cities and the governing of climate change. **Transactions of the Institute of British Geographers**, v. 38, n. 3, p. 361–375, jul. 2013. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1475-5661.2012.00535.x>.

BUSHELL, S.; COLLEY, T.; WORKMAN, M. A unified narrative for climate change. **Nature Climate Change**, v. 5, n. 11, p. 971–973, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nclimate2726>.

CASTÁN BROTO, V. Urban Governance and the Politics of Climate change. **World Development**, v. 93, p. 1–15, maio 2017. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0305750X16305770>.

DI GIULIO, G. M. et al. Mainstreaming climate adaptation in the megacity of São Paulo, Brazil. **Cities**, v. 72, p. 237–244, 2018. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0264275117300471>.

DI GIULIO, G. M. et al. Bridging the gap between will and action on climate change adaptation in large cities in Brazil. **Regional Environmental Change**, v. 19, n. 8, p. 2491–2502, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10113-019-01570-z>.

EYRING, V. et al. Overview of the Coupled Model Intercomparison Project Phase 6 (CMIP6) experimental design and organization. **Geosci. Model Dev.**, v. 9, n. 5, p. 1937–1958, 26 maio 2016a. Disponível em: <https://gmd.copernicus.org/articles/9/1937/2016/>.

EYRING, V. et al. Towards improved and more routine Earth system model evaluation in CMIP. **Earth System Dynamics**, v. 7, n. 4, p. 813–830, 1 nov. 2016b. Disponível em: <https://esd.copernicus.org/articles/7/813/2016/>.

FILHO, J. P. D. et al. Socio-climatic hotspots in Brazil: how do changes driven by the new set of IPCC climatic projections affect their relevance for policy? **Climatic Change**, v. 136, n. 3, p. 413–425, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10584-016-1635-z>.

GIORGI, F.; FRANCISCO, R. Evaluating uncertainties in the prediction of regional climate change. **Geophysical Research Letters**, v. 27, n. 9, p. 1295–1298, 1 maio 2000. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1029/1999GL011016>.

HUGHES, Sara; CHU, Eric K.; MASON, Susan G. Climate change and cities. **Oxford University Press**, 2020

KRAYENHOFF, E. S. et al. Diurnal interaction between urban expansion, climate change and adaptation in US cities. **Nature Climate Change**, v. 8, n. 12, p. 1097–1103, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41558-018-0320-9>.

LEMOS, M. C.; KIRCHHOFF, C. J.; RAMPRASAD, V. Narrowing the climate information usability gap. **Nature Climate Change**, v. 2, n. 11, p. 789–794, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/nclimate1614>.

LIM, W. H. et al. Long-Term Changes in Global Socioeconomic Benefits of Flood Defenses and Residual Risk Based on CMIP5 Climate Models. **Earth's Future**, v. 6, n. 7, p. 938–954, 1 jul. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/2017EF000671>.

LUCK, M.; LANDIS, M.; GASSERT, F. **Aqueduct Water Stress Projections: Decadal projections of water supply and demand using CMIP5 GCMs.**Washington, DC.World Resources Institute., , 2015. Disponível em: <https://www.wri.org/resources/data-sets/aqueduct-water-stress-projections-data>.

MARENGO, J. A. et al. Trends in extreme rainfall and hydrogeometeorological disasters in the Metropolitan Area of São Paulo: a review. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1472, n. 1, p. 5–20, 2020.

MEEHL, G. A. et al. The Coupled Model Intercomparison Project (CMIP). **Bulletin of the American Meteorological Society**, v. 81, n. 2, p. 313–318, fev. 2000. Disponível em: <http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0477%282000%29081%3C0313%3ATCMIPC%3E2.3.CO%3B2>.

RAMOS, R. F. et al. Environmental sanitation in São Paulo Macrometropolis: perspectives for a multi-level governance. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, 2020. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1414-753X2020000100350&tlng=en>.

RAMOS, R. F; FREY, K; CAMPOS, T. L. O. B. Subnational Water and Climate Governance: Challenges for Adaptation Policies in the SaÞo Paulo Macrometropolis of Brazil. In: **IPSA World Congress of Political Science**, XXVI, 2021.

ROSENZWEIG, C.; SOLECKI, W. Action pathways for transforming cities. **Nature Climate Change**, v. 8, n. 9, p. 756–759, 30 set. 2018. Disponível em: <http://www.nature.com/articles/s41558-018-0267-x>.

SARAIVA, A. **Estudo inédito mostra moradores sujeitos a enchentes e deslizamentos**. Disponível em: <https://agenciadenoticias.ibge.gov.br/agencia-noticias/2012-agencia-de-noticias/noticias/21566-estudo-inedito-mostra-moradores-sujeitos-a-enchentes-e-deslizamentos>. Acesso em: 7 dez. 2020.

SETH, A. et al. CMIP5 Projected Changes in the Annual Cycle of Precipitation in Monsoon Regions. **Journal of Climate**, v. 26, n. 19, p. 7328–7351, 1 out. 2013. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/jcli/article/26/19/7328/34176/CMIP5-Projected-Changes-in-the-Annual-Cycle-of>.

TANGNEY, P. Understanding climate change as risk: a review of IPCC guidance for decision-making. **Journal of Risk Research**, p. 1–16, 7 out. 2019. Disponível em: <https://www.tandfonline.com/doi/full/10.1080/13669877.2019.1673801>.

TAYLOR, K. E. et al. **CMIP5 Data Reference Syntax (DRS) and Controlled Vocabularies**, 2012. . Disponível em: <http://cmip-pcmdi.llnl.gov/cmip5/docs/cmip5_data_reference_syntax.pdf>.

TORRES, R. R. et al. Socio-climatic hotspots in Brazil. **Climatic Change**, v. 115, n. 3–4, p. 597–609, 3 dez. 2012. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10584-012-0461-1>.

VAN VUUREN, D. P. et al. The representative concentration pathways: an overview. **Climatic Change**, v. 109, n. 1–2, p. 5–31, 5 nov. 2011. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s10584-011-0148-z>.

VERA, C. et al. Climate change scenarios for seasonal precipitation in South America from IPCC-AR4 models. **Geophysical Research Letters**, v. 33, n. 13, p. L13707, 2006. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1029/2006GL025759>.

Capítulo 15

Modelagem hidrológica de bacias urbanizadas

Thais Fujita, Caluan Rodrigues Capozzoli,
Sameh Adib Abou Rafee e Edmilson Dias de Freitas

Introdução

A modelagem urbana e os estudos de processos hidrológicos em bacias urbanizadas são vertentes da ciência hidrológica que ganharam grande importância nas últimas décadas (SALVADORE et al., 2015). Os impulsores dessa tendência são a proteção da saúde humana e a crescente consciência de sustentabilidade hídrica consequentes de fatores como a expansão urbana e o adensamento da população nas cidades (HESARKAZZAZI et al., 2020).

As áreas urbanas exibem elevada interferência humana nos recursos naturais, de forma que seus processos hidrológicos devem ser considerados em menores escalas temporais e espaciais (CRISTIANO et al., 2017). Portanto, teoria, coleta de dados e equações descritivas, devem ser tratadas com diferenças fundamentais e estão entre os sistemas mais vulneráveis às chuvas intensas. Somado a isso, os complexos sistemas hidráulicos da superfície, para a drenagem das chuvas e coleta de esgoto, interagem com um solo impermeabilizado e revolvido (FLETCHER et al., 2013) e estes sistemas são dependentes de constantes investimentos econômicos para se manterem funcionais (NIEMCZYNOWICZ, 1999).

Com o objetivo de acompanhar a dinâmica das infraestruturas urbanas, os cálculos hidráulicos dependem de métodos e técnicas de modelagens complementares para a determinação da distribuição da precipitação na superfície, a topologia da complexa rede de drenagem, criação de hidrogramas baseados em características físicas e conceituais, áreas de risco e estimativas probabilísticas para determinação de riscos (PAQUIER & MIGNOT, 2015). Nesse sentido, uma grande variedade de modelos matemáticos hidrológicos foi desenvolvida para tais tarefas, desde os modelos conceituais mais simples até os sistemas mais complexos com detalha-

mento físico (TUCCI, 2005). Mais recentemente, esses modelos se tornaram parte de sistemas de suporte às decisões em tempo real (SHARIOR et al., 2019). Tais ferramentas se mostram importantes na gestão dos recursos nas cidades e nas regiões adjacentes.

Portanto, a modelagem ambiental em áreas urbanas, na escala de bacia hidrográfica, é uma tarefa desafiadora, pois diversos processos que relacionam o movimento da água não são completamente compreendidos e são subordinados às condições climáticas e superficiais (FLETCHER et al., 2013). Dessa forma, soluções e tecnologias acabam se tornando localizadas, com características físicas que nem sempre são generalistas, e se somam às condições sociais, econômicas e culturais da área de estudo.

Processos hidrológicos urbanos

A superfície de bacias urbanas possui cobertura heterogênea, constituída por feições naturais e majoritariamente artificiais. Seus processos interagem uns com os outros em múltiplas formas e em diferentes escalas de tempo e espaço (SALVADOREet al., 2015). Nesse tópico serão abordados os componentes do ciclo hidrológico urbano em escala de bacia e os impactos que a urbanização produz nas componentes do balanço hídrico em um panorama geral.

Os padrões da urbanização afetam a intensidade e a distribuição da precipitação (CRISTIANOet al., 2017), sejam pelas mudanças do equilíbrio energético das atividades humanas, assim como a criação do efeito das ilhas de calor moduladas pelas condições de mesoescala e sinóticas (HAN et al., 2014). A heterogeneidade do terreno, que cria padrões de geometria urbana, produz impactos na circulação dos ventos que podem mudar o clima local (LIN et al., 2017).

O escoamento superficial urbano é rápido pela baixa permeabilidade do solo e superfícies lisas. Tais padrões favorecem picos de vazão que reduzem a estabilidade da encosta, aumentam as taxas de erosão e reduzem a capacidade de escoamento decorrente de assoreamento de dutos e canais (TUCCI & COLLISCHONN, 1998). Somam-se também, que essas superfícies impermeáveis, impactam na dinâmica de conectividade da vazão (ROY & SHUSTER, 2009) e são determinantes na velocidade e volume de água produzidos. Em condições naturais, os canais se ajustariam à

essa situação, mas nas bacias urbanas as estruturas existentes limitam a adaptabilidade do curso d'água (SALVADORE et al., 2015). Por consequência, os riscos de inundação e severidade dos eventos aumentam.

A evapotranspiração, crucial para a determinação das componentes do balanço hídrico, é drasticamente alterada em bacias urbanas (CRISTIANO et al., 2017) podendo ser pela redução das taxas decorrente das respostas à remoção de áreas vegetadas, aumento de áreas impermeáveis e redução da capacidade do solo em reter umidade, como também o aumento por meio de disponibilidade de água por fontes urbanas, como piscinas, fontes, quintais irrigados e inclusão de vegetação exótica (MAZROOEI et al., 2021). A elevada temperatura aumenta as taxas evaporativas diretas em porções restritas da paisagem, como por exemplo, a água armazenada nos solos expostos, nas plantas, depressões da superfície e reservatórios naturais e artificiais (SALVADORE et al., 2015). Mais ainda, a menor disponibilidade de água no solo, decorrente da impermeabilização, impacta no particionamento entre escoamento e a infiltração (LEACH & COULIBALY, 2020). Assim, a recarga dos sistemas subterrâneos urbanos é reduzida por essa menor parcela de infiltração, então, a recarga direta dos aquíferos é limitada. No entanto, vazamentos das infraestruturas de abastecimento são capazes de alimentar os sistemas subterrâneos de forma indireta e podem até superar a recarga natural. O índice médio de perdas na distribuição do Brasil, no ano de 2018 foi de aproximadamente 38% (BRASIL, 2019). Dentre outras formas disponíveis de recarga estão as áreas irrigadas, as transferências entre bacias e a infiltração de esgoto através de tanques, latrinas e canais de drenagem (LERNER, 2002). Ademais, estes escapes de esgotos estão entre os maiores focos de poluição difusa da água subterrânea. Destacam-se também a extração de água subterrânea para o consumo urbano que, em meio a essas eminentes possibilidades de contaminação, também se qualificam na extração insustentável desse recurso. Entre os efeitos da degradação da fonte subterrânea estão a redução da vazão de base dos corpos hídricos e a acomodação de terrenos colocando em risco a integridade das infraestruturas (SALVADORE et al., 2015).

As cidades no futuro serão ainda mais representativas na alocação da população humana. Nesse contexto, o crescimento das populações, desenvolvimento das atividades socioeconômicas e as mudanças nos padrões de consumo, demandarão mais água e serão mais vulneráveis aos

eventos do clima (UNESCO, 2019). Também, os elementos do ciclo da água são perturbados e afetarão a disponibilidade da água e sua distribuição nas cidades. Dessa forma, endereçar a segurança hídrica urbana requer o conhecimento das alterações das variáveis hidroclimáticas e como elas afetam a seguridade hídrica urbana, pela identificação dos limiares de operação das infraestruturas atuais e ampliando as capacidades de resiliência urbana (JARAMILLO & NAZEMI, 2018).

Dentre os grandes desafios que as cidades irão suportar, parte deles podem ser amortecidos pelas soluções baseadas na natureza (SbN), ou seja, retornar os benefícios e funcionalidades ambientais e culturais dos serviços ecossistêmicos às áreas urbanas. Para isso, infraestruturas verdes, como parques, corredores e hortas, são capazes de amenizar altas temperaturas, regular os fluxos da água (i.e., aumento da umidade relativa do ar e amortecimento dos picos de tormentas) e garantir a qualidade da água. Redução dos eventos de alagamentos e enchentes por meio de jardins de chuva e restauração de riachos estão entre as potencialidades das SbN. Tais benefícios auxiliarão nas medidas de adaptação e um crescente número de projetos vem sendo implementado. No entanto, a análise sistêmica de seus efeitos e os benefícios comuns de longo prazo ainda estão em etapas iniciais (KABISCH et al., 2017).

Modelagem hidrológica urbana

A modelagem hidrológica é uma ferramenta de representação e compreensão dos processos hidrológicos que ocorrem em bacias urbanizadas. A modelagem consiste na utilização de equações de transporte de massa e energia e a equação de estado, e assim, o comportamento do sistema hidrológico é composto por reservatórios e equações de fluxo que quantificam os transportes entre esses compartimentos hidrológicos (TUCCI, 2005). A escolha de um determinado modelo depende fundamentalmente do objetivo do estudo e dos principais processos hidrológicos que devem ser representados (SALVADORE et al, 2015).

Entre os principais objetivos de estudo encontrados na literatura destacam-se a avaliação dos impactos de mudanças de uso e cobertura do solo e mudanças do clima na resposta hidrológica. De modo geral, essa abordagem considera que áreas urbanizadas são impermeáveis ou com permeabilidade menor do que outros tipos de cobertura da bacia e en-

tão é avaliado como o aumento do percentual de área urbana se reflete na vazão (CUO et al., 2008; DIXON & EARLS, 2012).

Modelos hidrológicos também possuem aplicações consolidadas para delimitação de manchas de inundação utilizando desde modelos conceituais simplificados até modelos hidrodinâmicos tridimensionais (TENG et al., 2017). Os modelos simplificados, em geral, não possuem rotina de propagação do escoamento e utilizam como principal fonte de informação os modelos digitais de elevação da área de interesse. As depressões do terreno são preenchidas, permitindo a visualização bidimensional das áreas impactadas de acordo com o nível da água ou com o volume de água definido (NOBRE et al., 2011; TENG et al., 2015, 2017). A abordagem utilizando modelos hidrodinâmicos carecem de mais informações hidrológicas e de características físicas da bacia para ser aplicada. Além disso, o tempo de processamento também pode ser consideravelmente maior. Contudo, os resultados produzidos por este tipo de modelo tendem a ser mais robustos e precisos, uma vez que estes modelos empregam equações físicas para representação dos processos hidrológicos e, consequentemente, da área inundada (TENG et al., 2017).

A previsão em sistemas de alertas para eventos críticos utiliza modelos hidrológicos que permitem antecipar a ocorrência de eventos extremos. Especificamente para previsão de inundações, cuja principal forçante é a precipitação, modelos conceituais podem ser alimentados com diferentes fontes de informações tais como dados de telemetria, radar e/ou satélite (ROCHA FILHO, 2010; SALVIANO, 2019) ou ainda utilizar previsões numéricas de precipitação, que se mostram estratégicas em ampliar o horizonte de previsão (CALVETTI, 2011; MELLER, 2012; FAN, 2015). Em sistemas de previsão sazonal, o uso de modelos hidrológicos alimentados com previsões numéricas pode melhorar a destreza da previsão, e contribuir nas estimativas de disponibilidade hídrica, orientar operações de reservatórios e realizar previsões de secas e cheias (CROCHEMORE et al., 2016).

A qualidade das previsões dos modelos depende da calibração e a validação que são determinantes em reproduzir eventos reais, mas que podem compor padrões específicos que ainda não foram analisados e se tornar ferramenta de referência (COSTABILE et al., 2020). No entanto, a previsão hidrológica é fundamentalmente complexa devido à natureza dinâ-

mica das condições climáticas. Portanto, os principais modelos de previsão de enchentes de hoje são principalmente de dados específicos e envolvem várias suposições simplificadas (MOSAVI et al., 2018).Modelos integrados de balanço hídrico necessitam de dados detalhados de usos da água, tanto para o abastecimento urbano quanto para uso industrial, irrigação e regras de operação de reservatórios. Os modelos integrados de balanço, são uma importante ferramenta de suporte para a gestão de recursos hídricos e são úteis na avaliação de critérios de uso da água e cumprimento das regras existentes (SALVADORE et al., 2015).

Contudo, é importante compreender que todos os modelos possuem limitações de aplicação de acordo com as simplificações que foram adotadas na concepção do modelo. É fundamental que sejam escolhidos modelos adequados para cada tipo de aplicação. Além da sua escolha, algumas orientações gerais podem ser elencadas para avaliação da capacidade de representação dos modelos hidrológicos (SALVADORE et al., 2015):

1) A análise de sensibilidade mostra os parâmetros com maior influência na saída do modelo e permite reduzir o número de parâmetros de calibração;
2) Parâmetros mensuráveis possuem significado físico mais direto, permitindo assim a comparação dos valores calibrados com medidas realizadas *in situ* ou com valores encontrados na literatura. A função de parâmetros com significado físico direto nos processos hidrológicos é em geral bem compreendida e favorece o processo de calibração manual. Ainda que não haja medidas *in situ* ou literatura indicando valores esperados para aplicação de um parâmetro mensurável, seus valores máximo e mínimo possuem limites físicos.
3) A calibração e validação são etapas importantes do processo de modelagem hidrológica, nos quais as saídas do modelo são comparadas com medidas observacionais das variáveis de interesse.
4) De acordo com o propósito do estudo, analisar a saída de outras variáveis e comparar com medidas observadas também se mostra um processo complementar. Por exemplo, comparar as saídas de evapotranspiração, umidade do solo, volume de água com produtos de sensoriamento remoto (SIQUEIRA et al., 2018).

Frente à grande evolução tecnológica, que favoreceu o desenvolvimento de modelos hidrológicos robustos e inclusive de acesso livre, diversos modelos continuam sendo aperfeiçoados e coexistem com os avanços de outras áreas correlatas. Com a ampliação de dados descritivos, fundamentais para endereçar os impactos da urbanização na hidrologia, a aplicação da modelagem ganhou notoriedade na gestão integrada da água urbana. Reconhecido por sua flexibilidade para representação de diferentes escalas espaciais e temporais, o modelo *Soil Water Assessment Tool* (SWAT) está entre os mais difundidos no mundo para desenvolvimento de estudos hidrológicos (GASSMAN et al., 2014). Em bacias urbanas o modelo SWAT é utilizado para o mapeamento de áreas suscetíveis à inundação (BUSICO et al., 2020), para avaliação do impacto de mudanças do clima no ciclo hidrológico (MAKHTOUMI et al., 2020), avaliar o impacto da urbanização nos componentes do ciclo hidrológico e na disponibilidade hídrica (YANG et al., 2020). Em uma aplicação do SWAT no Alto Tietê, Taffarello et al. (2018) investigaram os efeitos das alterações de uso do solo na qualidade da água do sistema Cantareira para o abastecimento da população. Análises como estas podem se tornar ferramentas de grande potencial para avaliação do impacto no sistema hídrico de diferentes estratégias de planejamento urbano (SALVADORE et al., 2015).

O modelo SWMM (acrônimo em inglês para *Storm Water Management Model*), desenvolvido pela *U.S. Environmental Protection Agency*, é amplamente utilizado para avaliação do impacto de chuvas intensas em áreas urbanas, considerando dois módulos que representam o processo de transformação de chuva em vazão e o sistema de drenagem da área (ROSSMAN, 2004). Na literatura são encontradas diversas aplicações do SWMM para simulação do efeito das mudanças do clima, do uso de infraestruturas de baixo impacto e de alterações da cobertura da bacia na resposta hidrológica de diversas bacias do mundo (STEFFEN et al., 2013), inclusive para zoneamento de áreas de inundação para planejamento e controle de vazão na cidade de São Paulo (BRITES et al., 2019).

Em um estudo com 92 bacias dos Estados Unidos foram simulados cenários de uso e cobertura da terra utilizando o modelo GR4J (OUDIN et al., 2018). Nesse trabalho, a metodologia utilizada para modelagem distinguiu a influência da variabilidade climática e da cobertura da superfície no regime de vazão e permitiu concluir que aumentos no pico de

vazão estavam associados com o aumento da impermeabilização da superfície causado pela urbanização (OUDIN et al., 2018).

Direções futuras

A modelagem hidrológica urbana tem ganhado grande importância pela sua característica multidisciplinar. Certos processos ainda são negligenciados pelo desconhecimento de fenômenos ou por falta de informações que auxiliam na conceituação dos problemas. No entanto, não há questões no ambiente urbano que já não estejam sendo tratadas (SALVADORE et al., 2015). Nesse sentido, a gama de possibilidades que surgem na aplicação dos modelos hidrológicos para promover conhecimento e soluções para o desenvolvimento hídrico urbano já está à disposição. Informações derivadas dos modelos são essenciais para formulações das políticas públicas que façam sentido, especialmente nos Planos de Recursos Hídricos que fundamentam e orientam a implementação da Política de Recursos Hídricos. Tais planos são de longo prazo com horizonte de planejamento compatível com a implementação de programas e projetos, como por exemplo, o diagnósticos da situação dos recursos hídricos, crescimento demográfico, evolução das atividades produtivas e modificações dos padrões de ocupação do solo, além das outorgas de usos e concessão de abastecimentos e geração de energia, criação de áreas de proteção, entre outros.

Independente do direcionamento, a hidrologia urbana é um tema integrador entre as engenharias, planejamento urbano, hidrólogos e cientistas ambientais. A reabilitação da infraestrutura urbana de sistemas de drenagem, transporte e sistemas de tratamento no interior das cidades desaceleram o espalhamento urbano sobre áreas inadequadas. Por exemplo, o entendimento do impacto de diretrizes de ordenamento do território no sistema hídrico pode ser avaliado utilizando projeções de cenários de uso e cobertura do solo. Modelos hidrológicos podem também ser utilizados para o mapeamento de áreas e na operação de alertas para eventos críticos, sendo assim potencialmente interessantes para mitigação do impacto de desastres como inundação, alagamentos, enxurradas e deslizamentos de encostas na presença de chuva. E, para as situações de escassez, na antecipação de deficiências no abastecimento de água potável e antecipação das medidas de racionalização de uso. Os modelos

também são capazes de incluir em suas análises as atividades de poluição pontual e difusa. E assim, estabelecer medidas corretivas, e até mesmo punitivas, como as atividades repetitivas e concentradas do descarte de esgotos domésticos e industriais, de característica mais local, e as originadas em áreas mais extensas, em que ambas impactam na deterioração da qualidade da água.

Ainda sobre a amplitude de possibilidades que a modelagem hidrológica pode oferecer, destacam as habilidades de identificação de vulnerabilidade existentes para um planejamento futuro em que o clima e o modelo urbano serão diferentes. E assim, auxiliar em medidas adaptativas para remodelar e planejar as cidades de acordo com as prioridades regionais e globais, as tornando resistentes às mudanças climáticas (RIBEIRO; SANTOS, 2016).

A noção de metabolismo urbano baseada na analogia dos organismos indica aspectos paralelos quanto ao consumo de recursos (KENNEDY et al., 2011). Nesse sentido, os fluxos de materiais e energia nas cidades como indicadores de um bom metabolismo em termos de saúde, empregos, receitas, educação, moradia, lazer, desenvolvimento agropecuário e atividades comunitárias dependem da qualidade da gestão dos seus recursos. E assim, a água se torna um indicador representativo, válido e responsivo à criação de políticas urbanas. O grande desafio é a parceria entre o uso das informações científicas nas necessidades dos formuladores de políticas e outros usuários (WADA et al., 2017).

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9, bem como o apoio do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) (processo 140033/2020-3).

Referências

BRASIL. **Sistema Nacional de Informações sobre Saneamento: 24º Diagnóstico dos Serviços de Água e Esgotos.** 2019. Disponível em: <http://www.snis.gov.br/diagnostico-anual-agua-e-esgotos/diagnostico-dos-servicos-de-agua-e-esgotos-2018>.

BRITES, A. P. Z. et al. Flood Zoning in Urban Planning and Runoff Control. In: World Environmental and Water Resources Congress 2019, Reston, VA. **Anais**... Reston, VA: American Society of Civil Engineers, 16 maio 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1061/9780784482339.022>.

BUSICO, G. et al. Evaluating SWAT model performance, considering different soils data input, to quantify actual and future runoff susceptibility in a highly urbanized basin. **Journal of Environmental Management**, v. 266, p. 110625, 2020. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0301479720305570>.

CALVETTI, L. **Previsão hidrometeorológica probabilística na Bacia do Alto Iguaçu-PR com os modelos WRF e TopModel**. 2011. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/14/14133/tde-06012012-170541/>.

COSTABILE, Pierfranco et al. Is local flood hazard assessment in urban areas significantly influenced by the physical complexity of the hydrodynamic inundation model?. **Journal of Hydrology**, v. 580, p. 124231, 2020. Disponível em: < https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2019.124231>

CRISTIANO, E.; TEN VELDHUIS, M.-C.; VAN DE GIESEN, N. Spatial and temporal variability of rainfall and their effects on hydrological response in urban areas – a review. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, v. 21, n. 7, p. 3859–3878, 28 jul. 2017. Disponível em: <https://hess.copernicus.org/articles/21/3859/2017/>.

CROCHEMORE, L.; RAMOS, M.-H.; PAPPENBERGER, F. Bias correcting precipitation forecasts to improve the skill of seasonal streamflow forecasts. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, v. 20, n. 9, p. 3601–3618, 6 set. 2016. Disponível em: <https://hess.copernicus.org/articles/20/3601/2016/>.

CUO, L. et al. Hydrologic prediction for urban watersheds with the Distributed Hydrology-Soil-Vegetation Model. **Hydrological Processes**, v. 22, n. 21, p. 4205–4213, 15 out. 2008. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/hyp.7023>.

DIXON, B.; EARLS, J. Effects of urbanization on streamflow using SWAT with real and simulated meteorological data. **Applied Geography**, v. 35, n. 1, p. 174–190, 2012. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0143622812000665>.

FAN, F. M. **Previsão por conjunto de vazões afluentes a reservatórios em grandes bacias hidrográficas brasileiras**. 2015. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 2015. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/127309>.

FLETCHER, T. D.; ANDRIEU, H.; HAMEL, P. Understanding, management and modelling of urban hydrology and its consequences for receiving waters: A state of the art. **Advances in Water Resources**, v. 51, p. 261–279, 2013. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0309170812002412>.

GASSMAN, P. W.; SADEGHI, A. M.; SRINIVASAN, R. Applications of the SWAT Model Special Section: Overview and Insights. **Journal of Environmental Quality**, v. 43, n. 1, p. 1–8, jan. 2014. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.2134/jeq2013.11.0466>.

HAN, J. Y.; BAIK, J. J.; LEE, H. Urban impacts on precipitation. **Asia-Pacific Journal of Atmospheric Sciences**, v. 50, n. 1, p. 17–30, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13143-014-0016-7>.

HESARKAZZAZI, S. et al. **Assessing Redundancy in Stormwater Structures Under Hydraulic DesignWater**, 2020.

JARAMILLO, P.; NAZEMI, A. Assessing urban water security under changing climate: Challenges and ways forward. **Sustainable Cities and Society**, v. 41, p. 907–918, 2018. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2210670717303967>.

KABISCH, N. et al. **Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas: Linkages between Science, Policy and Practice**. Springer, Cham, 2017.

KENNEDY, C.; PINCETL, S.; BUNJE, P. The study of urban metabolism and its applications to urban planning and design. **Environmental Pollution**, v. 159, n. 8, p. 1965–1973, 2011. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0269749110004781>.

LEACH, J. M.; COULIBALY, P. Soil moisture assimilation in urban watersheds: A method to identify the limiting imperviousness threshold based on watershed characteristics. **Journal of Hydrology**, v. 587, p. 124958, 2020. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169420304182>.

LERNER, D. N. Identifying and quantifying urban recharge: a review. **Hydrogeology Journal**, v. 10, n. 1, p. 143–152, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10040-001-0177-1>.

LIN, P. et al. **The Impact of Urban Design Descriptors on Outdoor Thermal Environment: A Literature ReviewEnergies**, 2017.

MAKHTOUMI, Y. et al. **Evaluating Water Balance Variables under Land Use and Climate Projections in the Upper Choctawhatchee River Watershed, in Southeast USWater**, 2020.

MAZROOEI, A. et al. Urbanization Impacts on Evapotranspiration Across Various Spatio temporal Scales. **Earth's Future**, v. 9, 2021. Disponível em < https://doi.org/10.1029/2021EF002045>

MELLER, A. **Previsão de cheias por conjunto em curto prazo**. 2012. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul., 2012. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10183/70057>.

MOSAVI, A.; OZTURK, P.; CHAU, K. Flood prediction using machine learning models: Literature review. **Water**, v. 10, n. 11, p. 1536, 2018. Disponível em: < https://doi.org/10.3390/w10111536>

NIEMCZYNOWICZ, J. Urban hydrology and water management – present and future challenges. **Urban Water**, v. 1, n. 1, p. 1–14, 1999. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1462075899000096>.

NOBRE, A. D. et al. Height Above the Nearest Drainage – a hydrologically relevant new terrain model. **Journal of Hydrology**, v. 404, n. 1, p. 13–29, 2011. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169411002599>.

OUDIN, L. et al. Hydrological impacts of urbanization at the catchment scale. **Journal of Hydrology**, v. 559, p. 774–786, 2018. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S002216941830146X>.

PAQUIER, A.; MIGNOT, E.; BAZIN, P. From hydraulic modelling to urban flood risk. **Procedia Engineering**, v. 115, p. 37-44, 2015.

RIBEIRO, S. K.; SANTOS, A. S. **Mudanças climáticas e cidades: relatório especial do painel brasileiro de mudanças climáticas**. Rio de Janeiro: PBMC, 2016. Disponível em < http://www.pbmc.coppe.ufrj.br/documentos/Relatorio_UM_v9_sumario-2017-1.pdf>ROCHA FILHO, K. L. **Modelagem Hidrológica da Bacia do Rio Pirajuçara com TOPMODEL, Telemetria e Radar Meteorológico.** 2010. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/14/14133/tde-21062013-124917/>.

ROSSMAN, L. A. **Storm water management model user's manual, version 5.0**., 2004. Disponível em: <https://cfpub.epa.gov/si/si_public_record_report.cfm?Lab=NRMRL&dirEntryId=114231>.

ROY, A. H.; SHUSTER, W. D. Assessing Impervious Surface Connectivity and Applications for Watershed Management1. **JAWRA Journal of the American Water Resources**

Association, v. 45, n. 1, p. 198–209, 1 fev. 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1752-1688.2008.00271.x>.

SALVADORE, E.; BRONDERS, J.; BATELAAN, O. Hydrological modelling of urbanized catchments: A review and future directions. **Journal of Hydrology**, v. 529, p. 62–81, 2015. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169415004412>.

SALVIANO, M. F. **Modelagem hidrológica da bacia do rio Muriaé com TOPMODEL, telemetria e sensoriamento remoto**. 2019. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/14/14133/tde-30082019-133658/>.

SHARIOR, S.; MCDONALD, W.; PAROLARI, A. J. Improved reliability of stormwater detention basin performance through water quality data-informed real-time control. **Journal of Hydrology**, v. 573, p. 422–431, 2019. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0022169419302598>.

SIQUEIRA, V. A. et al. Toward continental hydrologic–hydrodynamic modeling in South America. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, v. 22, n. 9, p. 4815–4842, 18 set. 2018. Disponível em: <https://hess.copernicus.org/articles/22/4815/2018/>.

STEFFEN, J. et al. Water Supply and Stormwater Management Benefits of Residential Rainwater Harvesting in U.S. Cities. **JAWRA Journal of the American Water Resources Association**, v. 49, n. 4, p. 810–824, 1 ago. 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/jawr.12038>.

TAFFARELLO, D. et al. Modeling freshwater quality scenarios with ecosystem-based adaptation in the headwaters of the Cantareira system, Brazil. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, v. 22, n. 9, p. 4699–4723, 7 set. 2018. Disponível em: <https://hess.copernicus.org/articles/22/4699/2018/>.

TENG, J. et al. Rapid Inundation Modelling in Large Floodplains Using LiDAR DEM. **Water Resources Management**, v. 29, n. 8, p. 2619–2636, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11269-015-0960-8>.

TENG, J. et al. Flood inundation modelling: A review of methods, recent advances and uncertainty analysis. **Environmental Modelling & Software**, v. 90, p. 201–216, 2017. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1364815216310040>.

TUCCI, C. E. M. **Modelos Hidrológicos**. 2. ed. 2005.

TUCCI, C. E. M.; COLLISCHONN, W. Drenagem urbana e controle de erosão. In: VI Simpósio Nacional de Controle da Erosão, Presidente Prudente-SP. **Anais**... Presidente Prudente - SP: 1998. Disponível em: <http://rhama.com.br/blog/wp-content/uploads/2016/12/drenagem-urbana-e-controle-de-erosao.pdf>.

UNESCO. **The United Nations world water development report 2019: Leaving no one behind**. 2019. Disponível em: <https://reliefweb.int/sites/reliefweb.int/files/resources/367306eng.pdf>.

WADA, Y. et al. Human–water interface in hydrological modelling: current status and future directions. **Hydrol. Earth Syst. Sci.**, v. 21, n. 8, p. 4169–4193, 23 ago. 2017. Disponível em: <https://hess.copernicus.org/articles/21/4169/2017/>.

YANG, D. et al. Hydrologic responses to rapid urbanization for small and medium sized cities: a case study of Yiwu, China. **Environmental Earth Sciences**, v. 79, n. 22, p. 511, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12665-020-09225-7>.

Capítulo 16

Mudanças de uso e cobertura da terra na Macrometrópole Paulista

Carolyne Bueno Machado e Edmilson Dias de Freitas

Introdução

A Macrometrópole Paulista (MMP) é composta por 174 municípios em uma área de 53,4 mil km², sendo um dos maiores aglomerados urbanos mundiais. Sua divisão política abrange a Região Metropolitana (RM) de São Paulo (RMSP), as RMs da Baixada Santista, de Campinas, de Sorocaba, Vale do Paraíba e Litoral Norte, e as aglomerações urbanas de Jundiaí e Piracicaba. As atividades econômicas desenvolvidas em sua região incluem indústrias de alta tecnologia, comércio, serviços e agroindústria. Em relação ao Produto Interno Bruto (PIB) sua contribuição é superior a 27% para o país e a 80% para o Estado de São Paulo (IBGE, 2010). Portanto, a MMP não é caracterizada apenas por grandes áreas urbanas residenciais, mas trata-se de um importante polo industrial, de logística, produtor/consumidor de alimentos, energia e demanda hídrica, o que traduz sua importância socioeconômica para todo o país.

De acordo com o censo do IBGE, em 2010 a região apresentava uma população superior a 30,7 milhões de habitantes, mais de 16% do total brasileiro, porém, em 1872, na área delimitada atualmente pela MMP, existia a divisão política de apenas 63 municípios, que juntos abrigavam aproximadamente 614 mil habitantes (IBGE, 2010). Os dados do IBGE mostram ainda que em 1950, 74% da população dos municípios da MMP residiam nas áreas urbanas, já em 2010 esse percentual foi superior a 97% (MACHADO et al., 2021).

Todos esses números demonstram o quanto a região passou por transformações econômicas e demográficas históricas, necessitando cada vez mais de recursos naturais para seu desenvolvimento. A partir do início do século XX a agropecuária se expandiu no país, principalmente, da

região Sudeste em direção às regiões Sul, Centro-Oeste e Nordeste. Assim, dentro do contexto de desenvolvimento nacional, o intenso crescimento populacional e migratório gerou uma alteração abrupta da paisagem natural de grande parte do país, visando a produção de alimentos, transporte, geração de energia, moradia, entre outros. Essa necessidade crescente de ocupação do solo impulsionou um processo histórico de substituição da vegetação natural por outros usos.

Neste contexto, monitorar as alterações no uso e cobertura da terra (UCT), em regiões de tão grande importância socioeconômica, é essencial para a tomada de decisão de gestores e proporciona a estimativa dos impactos socioambientais associados, por exemplo: no clima local e regional (FEDDEMA et al., 2005; FREITAS et al., 2007); na emissão de gases de efeito estufa (HOUGHTON et al., 2012; SOUSA-NETO et al., 2018; BRANDO et al., 2020); no processo de urbanização (YOUNG, 2013; MACHADO et al., 2021); na manutenção dos ecossistemas e biodiversidade (ZIMMERMANN et al., 2010; SÁNCHEZ-CUERVO et al., 2020); na gestão de recursos hídricos (MARHAENTO et al., 2018; MELLO et al., 2020); na produção de alimentos (YAN et al., 2009; MUSTARD et al., 2012); entre outros.

Em um contexto global, o controle das mudanças de UCT tem sido abordado como um importante passo para a gestão dos recursos naturais, onde práticas de desaceleração e reversão da degradação têm sido encorajadas, de forma a garantir maior resiliência às mudanças climáticas e a segurança alimentar da população (IPCC, 2019). O relatório especial do Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas (do inglês *Intergovernmental Panel on Climate Change* – IPCC) de 2019 destaca ainda evidências importantes que relacionam as mudanças climáticas com a supressão da vegetação natural, o aumento da demanda por alimentos e processos de desertificação, desde o período pré-industrial.

A Vegetação original da MMP

De acordo com o novo mapa de Biomas Brasileiros do IBGE de 2019, na escala 1:250.000 (IBGE, 2019), a MMP tem 95,7% de sua área pertencente ao bioma da Mata Atlântica. Os 4,3% restantes pertencem ao bioma Cerrado, que se distribui principalmente nos municípios do extremo noroeste, na aglomeração urbana de Piracicaba, e no extremo sudoeste, nos municípios de Itapetininga e Sarapuí. Além de serem importantes para a

MMP e para o estado de São Paulo, esses dois biomas são importantes para o Brasil, ocupando juntos cerca de 37% do território brasileiro e sendo os biomas mais antropizados.

A Figura 1 apresenta a delimitação delimitação das Regiões Metropolitanas da MMP e a distribuição das fitofisionomias da vegetação teórica original da região, extraída do dado de vegetação do IBGE, versão 2019. Esse dado é uma compatibilização do projeto RADAMBRASIL, que foi o primeiro esforço nacional para mapear a realidade física e biótica, nas décadas de 70 e 80 (IBGE, 2018).

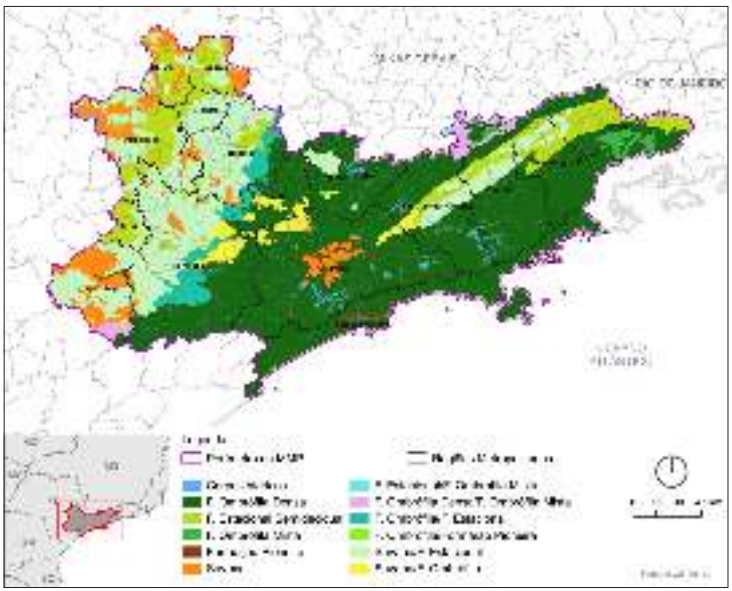


Figura 1 Vegetação original da Macrometrópole Paulista. *Fonte:* Vegetação 1:250.000, versão 2019 (IBGE, 2018).

Antes do processo de ocupação do solo atual, a MMP era majoritariamente coberta pela Floresta Ombrófila Densa (50,5%), áreas de contato entre Savana e Floresta Estacional Semidecídua (20,5%) e Floresta Estacional Semidecídua (12%). Nota-se a transição entre as fitofisionomias na direção oeste, onde ocorre o contato entre os dois biomas da região, partindo de uma influência marítima do Oceano Atlântico, caracterizada por florestas mais densas, até o interior do continente, onde predomina a vegetação savânica. As contribuições da topografia também são observadas, na Serra da Mantiqueira (entre Minas Gerais, São Paulo e Rio de

Janeiro) e na Serra do Mar, onde ocorre a Floresta Ombrófila Mista, conhecida como Mata de Araucárias, sendo uma vegetação de maior altitude. A região do Vale do Paraíba também se destaca pela predominância de vegetação menos densa, ocorrendo vegetação de contato entre a savana e as florestas da Mata Atlântica.

Ocupação do solo atual na Macrometrópole Paulista

A Fundação SOS Mata Atlântica, em parceria com o Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (INPE), fornece o monitoramento dos remanescentes do bioma Mata Atlântica em todo o território nacional, desde 1985, sendo um dado importante para o monitoramento da vegetação natural do país. De acordo com o Atlas de 2019, considera-se que 69% do território do Estado de São Paulo pertence à Mata Atlântica, seguindo o estabelecido na Lei 11.428/06. Dentro dessa área foram mapeados 2.344.276 hectares de matas nativas em 2019. Somando este valor com as áreas naturais de Apicum, Mangue, Restinga, Várzea e Refúgio, o total foi de 2.774.833 hectares, então apenas 16,3% desse bioma é remanescente no Estado de São Paulo, de acordo com esse dado (FUNDAÇÃO_SOS_MATA_ATLÂNTICA, 2020).

Segundo o Inventário Florestal do Estado de São Paulo de 2020, realizado pela Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente (SIMA) e o Instituto Florestal (IF), o Estado possui atualmente 5.670.532 hectares de vegetação nativa em vários estágios de recomposição, uma área equivalente a 22,9% de todo o território paulista. O mapeamento ainda indica que a vegetação nativa corresponde a 3% do bioma original do Cerrado e 32,6% da Mata Atlântica (INSTITUTO_FLORESTAL, 2020). O Inventário Florestal do IF de 2020, além de ter mapeado todo o Estado de São Paulo, contou com uma nova metodologia e sensores de alta resolução espacial, identificando fragmentos de vegetação não mapeados anteriormente, ambos os fatores são responsáveis pela diferença entre esse produto e o Atlas da Fundação SOS Mata Atlântica de 2019. Dentre os resultados, destaca-se também o fato de que a vegetação nativa se distribui de forma bastante heterogênea no Estado de São Paulo. Dos 645 municípios paulistas, apenas 48 possuem mais de 50% do seu território coberto por vegetação nativa, e 446 possuem menos de 20% de cobertura vegetal. Em termos de Unidades de Gerenciamento de Recursos Hídricos (UGRHI) na MMP, as Unidades da Baixada

Santista, Litoral Norte e Mantiqueira possuem mais de 50% de ocupação por vegetação nativa, enquanto as Unidades Paraíba do Sul, Alto Tietê, Piracicaba/Capivari/Jundiaí e Tietê/Sorocaba estão entre 20 e 50% (IF, 2020). A Tabela 1 apresenta o percentual de cada tipo de fitofisionomia mapeado no Inventário Florestal de 2020 no Estado de São Paulo. A Floresta Ombrófila Densa e a Estacional Semidecidual se destacam novamente sendo os tipos de vegetação nativa com maior ocupação remanescente.

Tabela 1 Mapeamento da cobertura vegetal nativa no Estado de São Paulo em 2020.

Fitofisionomia	**Área (hectares)**	**% do Estado**
Floresta Ombrófila Densa (estágio médio e avançado)	2.512.662	10,1
Floresta Ombrófila Densa de Terras Baixas	320.353	1,3
Floresta Ombrófila Mista (estágio médio e avançado)	203.997	0,8
Floresta Estacional Semidecidual (estágio médio e avançado)	1.744.701	7,0
Formação Pioneira com Influência Fluvial	603.953	2,4
Formação Pioneira com Influência Fluviomarinha	24.574	0,1
Floresta Estacional Decidual	4.987	0,0
Savana Arborizada	87.349	0,4
Savana Florestada	147.797	0,6
Savana Gramíneo-lenhosa	4.166	0,0
Refúgio Ecológico	15.993	0,1
Total	**5.670.532**	**22,9**

Fonte: Instituto Florestal (2020).

A Figura 2 apresenta o mapeamento UCT do MapBiomas para o ano de 2019 (coleção 5, lançada em 2020) e a Tabela 2 os percentuais de ocupação de cada classe na área da MMP. O MapBiomas (mapbiomas.org) foi uma iniciativa do SEEG (*Greenhouse Gas Emissions Estimation System*), promovida pela rede de ONGs Observatório do Clima, em parceria com Universidades e companhias privadas, com o objetivo de desenvolver mapeamentos livres e anuais do uso e cobertura da terra no Brasil. Os mapeamentos são realizados por biomas, utilizando imagens dos satélites Landsat (30 metros de resolução espacial) e técnicas de *machine learning* para a classificação. Por se tratar de um produto em constante aprimoramento e consistência na metodologia em cada coleção lançada, fornece um importante paradigma da evolução da ocupação do solo no país.

É possível verificar na Figura 2 que a vegetação natural existente atualmente na MMP, representada principalmente pela Formação Florestal (34,3%), se distribui predominantemente nas regiões costeiras e serranas. De acordo com a Tabela 2, verifica-se que cerca de 35% da área da MMP é coberta atualmente por vegetação natural, mas que se distribui de forma bastante heterogênea, como mencionado anteriormente.

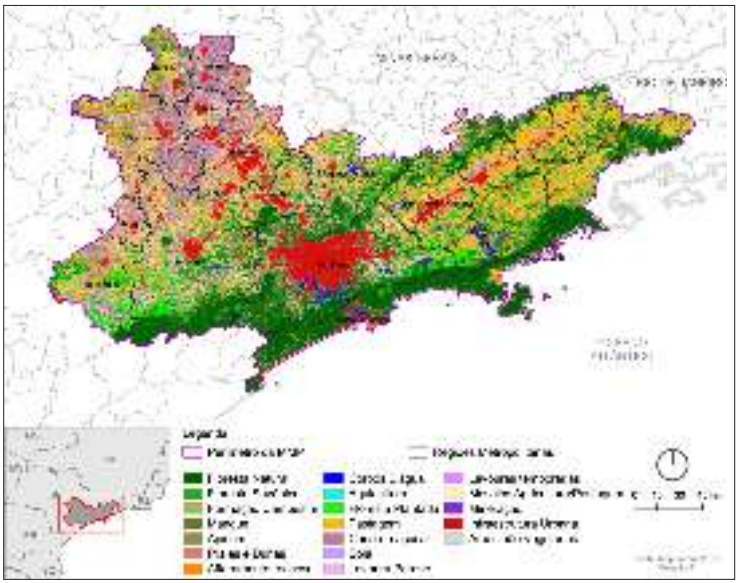


Figura 2 Uso e Cobertura da terra de 2019 na Macrometrópole Paulista. *Fonte:* Projeto MapBiomas coleção 5.

Além disso, com base nos dados de Unidades de Conservação (UC) do Ministério do Meio Ambiente, de todas as esferas na MMP (Municipal, Estadual e Federal), aproximadamente 23% da classe de Floresta Natural, mapeadas pelo MapBiomas, estão dentro de UCs de Proteção Integral (Parques, Estação Ecológica, Refúgio de Vida Silvestre, Monumento Natural) e 29% em UCs de Uso sustentável (Áreas de Proteção Ambiental, Florestas, Reserva Particular de Patrimônio Natural, Áreas de Relevante Interesse Ecológico). Isso evidencia a importância da UC para a manutenção dos ecossistemas e controle do desmatamento. Cerca de 95% (43%) da área das UCs de Proteção Integral (Uso Sustentável) está coberta com classes de UCT naturais.

Na Figura 2 também é possível observar que na região central e noroeste da Macrometrópole Paulista predominam as atividades antrópicas, principalmente voltadas à agropecuária e infraestrutura urbana. Próximo à aglomeração urbana de Piracicaba predomina o uso da terra com cultivo de cana-de-açúcar, que ocupa aproximadamente 7,4% de toda a MMP. Por sua vez, no Vale do Paraíba, Litoral Norte e Sorocaba destaca-se também o uso do solo para pastagem, com total de 18,8% da MMP. As grandes manchas urbanas também são evidentes, principalmente na RMSP e na RM de Campinas, que ocupam 9,3% da MMP. A ocupação por Floresta Plantada também tem destaque, com 4,8% da MMP, distribuída principalmente na RM de Sorocaba e em áreas adjacentes à cobertura de Floresta Natural. As áreas totais de cultivos agrícolas e pecuária somam 54% da MMP.

Tabela 2 Uso e Cobertura da terra de 2019 na Macrometrópole Paulista.

Classe de UCT (2019)	% de Área
Floresta Natural	34,28
Floresta Savânica	0,18
Mangue	0,17
Formação Campestre	0,17
Praias e dunas	0,01
Apicum	3,51E-03
Afloramento rochoso	0,14
Floresta Plantada	4,76
Mosaico de Agricultura e Pastagem	19,29
Pastagem	18,81
Culturas Perenes	0,07
Culturas temporárias	2,58
Soja	1,14
Cana-de-açúcar	7,40
Infraestrutura Urbana	9,25
Áreas não vegetadas	0,16
Mineração	0,04
Aquicultura	0,03
Corpos hídricos	1,53
Total	**100**

Fonte: MapBiomas coleção 5.

Mudanças históricas no uso e cobertura da terra

De acordo com o IBGE, atualmente o Brasil ainda está passando por mudanças de uso e cobertura da terra, por meio da supressão de vegetação natural, que ocorre espacialmente de forma heterogênea. Entre os anos 2000 e 2018 o país perdeu cerca de 7,6% da sua vegetação florestal e 10% da vegetação campestre nativa, sendo em sua maior parte consequência da expansão de pastagens com manejo (IBGE, 2020).

Em relação ao Estado de São Paulo, segundo o monitoramento do projeto PRODES Cerrado do INPE, entre 2001 e 2020 ocorreu a supressão de 1.673,75 km² da vegetação nativa do Cerrado (INPE, 2021). Já em relação ao bioma Mata Atlântica, entre 2000 e 2019 ocorreu o desmatamento de 91,6 km² apenas de mata nativa em São Paulo, sem considerar o desmatamento dos outros ecossistemas inseridos no bioma (FUNDAÇÃO_SOS_MATA_ATLÂNTICA, 2020).

Contudo, o Inventário Florestal de 2020 aponta um crescimento líquido de 4,9% de 2010 a 2020, das áreas de vegetação nativa no Estado. Assim, de forma geral, houve um balanço positivo em São Paulo, em relação à restauração e conservação da vegetação natural na última década. No entanto, parte do Vale do Paraíba, Baixada Santista e Litoral Norte apresentaram balanço negativo, evidenciando maior pressão sobre a vegetação nativa remanescente. É importante destacar ainda que essa alteração líquida considera as diferenças metodológicas entre os mapeamentos realizados pelo Instituto Florestal em 2010 e 2020. Como a metodologia mais recente utilizou sensores com resolução espacial mais alta, novos fragmentos de vegetação foram identificados, porém, a alteração líquida desconta as diferenças resultantes da escala de trabalho (IF, 2020).

De acordo com Farinaci e Batistella (2012) os mapeamentos do IF sugerem que esteja ocorrendo no Estado de São Paulo a transição florestal a partir da década de 90, que ocorre quando as taxas de desmatamento diminuem e o processo de recuperação da vegetação natural se torna mais expressivo, seja por incentivos governamentais, ou por abandono de áreas que não são mais produtivas. Em contrapartida, as altas taxas de supressão do Cerrado neste período sugerem que a menor pressão sobre as florestas também foi resultado do avanço da agropecuária nas áreas de vegetação nativa do Cerrado (FARINACI & BATISTELLA, 2012).

Quanto à MMP, é possível visualizar toda a alteração histórica que ocorreu na paisagem ao comparar as Figuras 1 e 2. Assim, uma grande área, principalmente com florestas densas e fechadas da Mata Atlântica, foi suprimida para que existissem as atividades econômicas atuais. No entanto, sabe-se o quanto a ocupação do solo no país foi desordenada, pois no início do período de revolução industrial essas áreas eram vistas com alto potencial de exploração, enquanto hoje práticas de conservação e recuperação dos remanescentes são encorajadas. O fato de a vegetação nativa estar principalmente em regiões de relevo irregular evidencia que a falta de aptidão do solo e do terreno para o uso na agropecuária favoreceu sua conservação, assim como a demarcação de Unidades de Conservação nessas regiões. Segundo as Figuras 1 e 2, a mancha urbana da RMSP se desenvolveu em áreas cobertas originalmente por vegetação de Savana e Floresta Ombrófila Densa. Por sua vez, as áreas com cultivos agrícolas, principalmente de cana-de-açúcar, ocuparam áreas de Savana e Floresta Estacional Semidecidual, no noroeste da MMP.

O gráfico da Figura 3 apresenta a mudança histórica no uso e cobertura da terra para a Macrometrópole Paulista, a cada 5 anos, utilizando os dados do MapBiomas coleção 4.1, reclassificados pelos autores para apenas 7 principais classes (Floresta Natural, Cerrado, Agricultura, Pastagem, Infraestrutura Urbana, Floresta Plantada e Corpos D'água). Neste caso, a classe Cerrado engloba as Florestas Savânicas e a Formação Campestre. De fato, em relação à cobertura por Floresta Natural, não houve alteração líquida significativa nos valores percentuais, de 1985 a 2015. Além disso, o percentual mínimo ocorre em 2000, e então aumenta até 2015, evidenciando a transição florestal, na qual processos de recuperação da vegetação natural são incentivados.

As alterações mais significativas na Figura 3 são referentes ao aumento constante das classes antrópicas de Infraestrutura Urbana (5,3% a 8%) e Floresta Plantada (2% a 4,8%). A ocupação por cultivos agrícolas sofre variação no período, mas de 1985 a 2015 cresce de 20,4% para 23,2%. Por sua vez, as áreas de pastagens apresentaram uma queda bastante significativa, de 36,6% a 28,3%. Em termos gerais, é possível concluir que as transições de UCT na MMP nas últimas 3 décadas são predominantemente entre usos antrópicos, e não entre cobertura natural e uso antrópico. Porém, como mencionado anteriormente, os processos de alteração da

paisagem ocorrem de forma heterogênea espacialmente, seja por questões econômicas e sociais, influências topográficas ou políticas, como a demarcação de Unidades de Conservação, por exemplo.

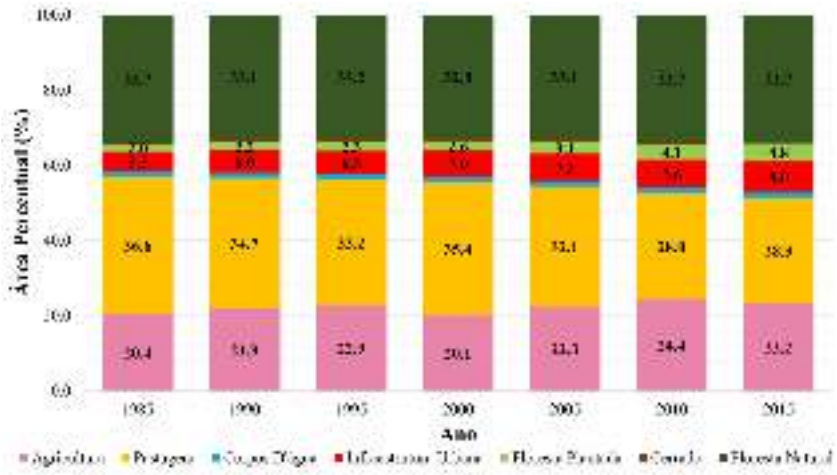


Figura 3 Mudança de UCT de 1985 a 2015 na MMP. *Fonte:* MapBiomas coleção 4.1.

Esse padrão heterogêneo pode ser observado na Figura 4, que apresenta a transição mais expressiva em área absoluta, por município, que ocorreu entre 1985 e 2015, considerando as classes de UCT da Figura 3. A maior parte dos municípios da MMP (105) teve alteração mais expressiva de Pastagem para Agricultura, principalmente na aglomeração urbana de Piracicaba, na RM de Sorocaba e Vale do Paraíba. Os municípios de Itapetininga e Piracicaba se destacam por terem as maiores áreas com este tipo de transição, equivalente a 18% do território de cada município. O segundo tipo de transição mais frequente entre os municípios no período analisado (21) foi entre as classes de Agricultura e Infraestrutura Urbana, que ocorreu principalmente na RMSP e nos municípios de Cordeirópolis, Hortolândia e Várzea Paulista. Nessa transição, São Paulo e Guarulhos se destacam, com aproximadamente 3,5 e 7,9% do território municipal, respectivamente, com áreas de Agricultura convertidas em Infraestrutura Urbana. Já a região próxima a São José dos Campos se destaca pela transição de Agricultura para Pastagem, a cidade teve cerca de 19% do seu território com esta conversão.

De acordo com a Figura 4 alguns municípios da MMP (18) também se destacam por apresentarem maior transição entre cobertura de vegetação natural e usos antrópicos, entre 1985 e 2015, principalmente próximo à Baixada Santista e à cidade de Paraibuna, que se destaca pela transição entre Floresta Natural e Floresta Plantada em 7% de seu território. Ou seja, esses municípios apresentam um padrão de expansão dos usos antrópicos no período recente, o que ocorre também pelo fato de terem grandes áreas com remanescentes de vegetação nativa. Contudo, em 6 municípios da MMP ocorreu a predominância de recuperação de áreas com vegetação natural, sendo o caso de São Bernardo do Campo, que teve 3,5% do seu território com a conversão de Agricultura para Floresta Natural.

Figura 4 Mudança de UCT mais expressiva na área de 1985 a 2015, por município da MMP. *Fonte:* MapBiomas coleção 4.1.

Impactos das mudanças no uso e cobertura da terra

A análise apresentada aqui, com os principais dados e mapeamentos existentes da vegetação nativa e de UCT na Macrometrópole Paulista, revela o quanto a região passou historicamente por transformações na sua superfície. A maior supressão da vegetação nativa ocorreu anteriormen-

te à década de 80, com mais de 60% de sua área ocupada por atividades humanas, principalmente para a produção de alimentos (DIAS et al., 2016). Atualmente, as maiores mudanças ocorrem entre usos já antrópicos, e grande parte da vegetação natural remanescente está amparada legalmente pela demarcação de Unidades de Conservação. Contudo, dois fatos devem ser destacados: não é toda a vegetação nativa remanescente que está dentro de áreas protegidas, o que aumenta sua vulnerabilidade à supressão; as áreas protegidas não estão totalmente conservadas com cobertura de vegetação natural, como observado por Machado & Neves (2017) em sub-bacias do Sistema Cantareira. Isso evidencia a importância de fiscalizar as áreas protegidas e de não flexibilizar as legislações ambientais, assim como incentivar práticas de conservação e recuperação, principalmente das Áreas de Preservação Permanente e Reservas Legais, regidas pelo Código Florestal (Lei 12.651/2012), tanto pelo governo, quanto por instituições privadas, produtores rurais e pela sociedade em geral. Afinal, a supressão da vegetação nativa pode impactar os serviços ambientais dos ecossistemas, que as atividades humanas obtêm, de forma direta ou indireta (IBGE, 2020).

É possível que toda a alteração da superfície que ocorreu na região tenha impactos nos padrões climáticos atuais e nos padrões de vazão dos corpos hídricos (MARTINS et al., 2016). Segundo Feddema et al. (2005) os impactos dessas mudanças no clima ocorrem: alterando os ciclos biogeoquímicos, através da composição química da atmosfera, e alterando os processos biogeofísicos, no particionamento do balanço de energia. Ambos os efeitos se correlacionam, pois, as características hidrológicas da superfície podem afetar em como a energia recebida é transformada em calor latente e sensível, por meio da evapotranspiração (SPERA et al., 2018). Além disso, embora os efeitos da cobertura da terra sejam regionais, eles podem compensar ou agravar os efeitos das mudanças climáticas globais (FEDDEMA et al., 2005). Isso também ocorre em relação à poluição atmosférica, na qual, regiões rurais e próximas a grandes cidades, como a RMSP, podem sofrer com a alta concentração de poluentes, em especial poluentes secundários - como o ozônio troposférico - que podem se formar a uma certa distância da fonte de emissão (SQUIZZATO et al., 2021).

Segundo o relatório de emissões de gases do efeito estufa do SEEG, o setor de mudanças no uso da terra no Brasil, de 1990 a 2014, emitiu 56

bilhões de toneladas de CO_2, equivalente a 65% das emissões nacionais no mesmo período, sendo o desmatamento do bioma Amazônia o principal contribuinte. Neste período, a supressão da vegetação da Mata Atlântica e do Cerrado contribuíram com 22% e 20%, respectivamente, das emissões deste setor (BRANDÃO JR. & BARRETO, 2016).

Portanto, a substituição da vegetação natural por usos antrópicos causa alterações no balanço hidrológico e de energia, o que pode afetar o clima regional, com impactos frequentemente representados por mudanças na quantidade/frequência de precipitação e alteração da temperatura do ar (SALAZAR et al., 2015). Segundo Silva Dias et al. (2013), a urbanização intensa na cidade de São Paulo confere um aumento nos extremos de precipitação, durante a estação chuvosa, que não é explicado apenas pela variabilidade climática. De fato, existem evidências de que a precipitação está se tornando mais intensa em regiões mais urbanizadas da Macrometrópole Paulista (MACHADO et al., 2021). O efeito da ilha calor urbano (ICU), que se forma sobre a RMSP, se soma aos efeitos da maritimidade e da topografia da região, contribuindo para a formação de forte convecção e de tempo severo (FREITAS, 2003; FREITAS et al., 2007). O agravante é que os impactos destes eventos hidrometeorológicos são potencializados dentro das áreas urbanas, em especial nas regiões de expansão não planejada, com baixa infraestrutura, o que faz com que a população esteja mais vulnerável (MARENGO et al., 2020; TRAVASSOS et al., 2020). Isso acontece porque a conversão da vegetação natural em infraestrutura urbana gera a impermeabilização do solo. Assim, quando ocorre um grande volume de precipitação em um curto período, a água não infiltra como seria naturalmente, e a rede de drenagem não é suficiente para o escoamento. Então, o excesso de água na superfície pode desencadear enchentes, alagamentos, deslizamentos, assoreamento dos corpos hídricos e problemas no fornecimento de água potável.

O processo de urbanização desordenado também favorece a ocupação de áreas de maiores riscos naturais (geológico, hidrometeorológico e biológico) e riscos gerados pelas atividades humanas (degradação ambiental e riscos tecnológicos) que, somados, aumentam a vulnerabilidade da população aos desastres naturais (HORITA et al., 2018; MARENGO et al., 2020). Este é um problema bastante relevante na MMP, na qual foi estimado em 2010 que mais de 3,8 milhões de pessoas vivem em

moradias precárias como favelas ou ocupações ilegais e clandestinas (CEM, 2014). As evidências dos impactos do processo de urbanização são preocupantes também quando projeções futuras são analisadas (MACHADO & FREITAS, 2021). Segundo Young (2013), estima-se que em 2030 a expansão urbana na RMSP se intensifique nas áreas adjacentes, com crescimento de 38,7% em relação a 2008, o que pode gerar pressão sobre as áreas de vegetação nativa remanescentes e criar 46,1% (200%) mais áreas de risco a inundações (deslizamentos).

Mapear e estudar o UCT pode também fomentar o uso de práticas diretamente voltadas à sociedade, como a arborização e a silvicultura urbana, diante do cenário de aumento das ICU, de forma a melhorar o conforto térmico e reduzir o uso de equipamentos de climatização (ZORZI & GRIGOLETTI, 2016); bem como diminuir a temperatura do ar e a instabilidade atmosférica responsável pela formação de tempestades (GOUVÊA, 2007). O manejo correto de espécies na arborização também pode melhorar a qualidade do ar nas cidades, afinal combinar a emissão de compostos orgânicos voláteis com as emissões antropogênicas pode produzir ozônio e piorar a poluição atmosférica (CHURKINA et al., 2014). Além disso, no cenário atual de mudanças climáticas, os eventos extremos chuvosos tendem a ser mais recorrentes em áreas urbanizadas (SILVA DIAS et al., 2013; MARENGO et al., 2020), então a presença de vegetação em áreas de risco pode diminuir seus impactos, aumentando a taxa de infiltração de água no solo e diminuindo o escoamento superficial.

Por fim, é possível concluir o papel do mapeamento do uso e cobertura da terra em regiões tão importantes para o país, como a Macrometrópole Paulista, a fim de monitorar continuamente a expansão das atividades humanas e garantir os serviços ecossistêmicos obtidos (IF, 2020), dentre eles: a regulação do ciclo da água, resiliência às mudanças climáticas e eventos extremos de precipitação, qualidade do ar e conforto térmico, gestão dos recursos hídricos para a produção de alimentos, geração de energia e abastecimento urbano. Esses dados servem também de insumos para estudos voltados à modelagem climática, hidrológica e de previsão do tempo, pois descrevem a contribuição da superfície para os fluxos de calor e umidade para a atmosfera e na infiltração da água no solo, fornecendo informação essencial para o dia-a-dia da população e para o planejamento e tomada de decisão de gestores.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9, bem como o financiamento da CAPES (Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior), Processo nº 88887.115875/2015-01 ("Edital CAPES/ANA 019/2015).

Referências

BRANDÃO JR., A.; BARRETO, P. **Emissões de GEE do setor de Mudança de Uso da Terra (1990-2014)**. Disponível em: <https://imazon.org.br/publicacoes/emissoes-de-gee-do-setor-de-mudanca-de-uso-da-terra-1990-2014/>.

BRANDO, P. M., B. S. SOARES-FILHO, L. RODRIGUES, A. ASSUNÇÃO, D. MORTON, D. TUCHSCHNEIDER, et al. The gathering firestorm in southern Amazonia. **Science Advances**, v. 6, n. 2, p. eaay1632, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1126/sciadv.aay1632>.

CEM. Unstable Macrometropolis. Center for Metropolitan Studies. **Revista Pesquisa FAPESP**, jul. 2014. Disponível em: <https://revistapesquisa.fapesp.br/en/unstable-macrometropolis/>.

CHURKINA, G.; GROTE, R.; BUTLER, T.M.; LAWRENCE, M. Natural selection? Picking the right trees for urban greening. **Environmental Science & Policy**, v. 47, p. 12-17, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2014.10.014>.

DIAS, L. C., F. M. PIMENTA, A. B. SANTOS, M. H. COSTA, AND R. J. LADLE Patterns of land use, extensification, and intensification of Brazilian agriculture. **Glob Change Biol**, v. 22, p. 2887-2903, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/gcb.13314>.

FARINACI, J. S.; BATISTELLA, M. Variação na cobertura vegetal nativa em São Paulo: um panorama do conhecimento atual. **Revista Árvore**, v. 36, n. 4, p. 695–705, ago. 2012. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0100-67622012000400011&lng=pt&tlng=pt>.

FEDDEMA, J. J. et al. The Importance of Land-Cover Change in Simulating Future Climates. **Science**, v. 310, n. 5754, p. 1674 LP – 1678, 9 dez. 2005. Disponível em: <http://science.sciencemag.org/content/310/5754/1674.abstract>.

FREITAS, E. D. **Circulações locais em São Paulo e sua influência sobre a dispersão de poluentes**. 2003. PhD University of São Paulo, Institute of Astronomy, Geophysics and Atmospheric Sciences, 2003.

FREITAS, E. D.; ROZOFF, C. M.; COTTON, W. R.; SILVA DIAS, P. L. Interactions of an urban heat island and sea-breeze circulations during winter over the metropolitan area of São Paulo, Brazil. **Bound.-Layer Meteor**., v. 122, p. 43–65, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10546-006-9091-3>.

FUNDAÇÃO_SOS_MATA_ATLÂNTICA. **Atlas dos Remanescentes Florestais da Mata Atlântica: Período 2018-2019**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.sosma.org.br/wp-content/uploads/2020/06/2020_Atlas_Mata_Atlantica_2018-2019_relatorio_tecnico_final-1.pdf>.

GOUVÊA, M. **Cenários de impacto das propriedades da superfície sobre o conforto térmico humano na cidade de São Paulo**. PhD University of São Paulo, Institute of Astronomy, Geophysics and Atmospheric Sciences, 2007.

HORITA, F. E. A.; ALBUQUERQUE, J. P.; MARCHEZINI, V. Understanding the decision-making process in disaster risk monitoring and early-warning: A case study within a control room in Brazil. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 28, p. 22–31, 2018. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212420918301158>.

HOUGHTON, R. A.; HOUSE, J. I.; PONGRATZ, J.; VAN DER WERF, G. R.; DEFRIES, R. S.; HANSEN, M. C.; LE QUÉRÉ, C.; RAMANKUTTY, N. Carbon emissions from land use and land-cover change, **Biogeosciences**, v. 9, p. 5125–5142, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.5194/bg-9-5125-2012>.

IBGE. **Censo Demográfico 2010.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010. Disponível em: <http://www.ibge.gov.br/home/estatistica/populacao/censo2010/default.shtm>.

IBGE. **Mapeamento de Recursos Naturais do Brasil. Escala 1:250.000. Documentação Técnica Geral.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2018. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/vegetacao/vetores/escala_250_mil/DOCUMENTACAO_TECNICA_MRN.pdf>.

IBGE. **Biomas e Sistema Costeiro-Marinho do Brasil.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2019.

IBGE. **Monitoramento da cobertura e uso da terra do Brasil: 2016 - 2018.** Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2020.

INPE. **PRODES – Incremento anual de área desmatada no Cerrado Brasileiro. COORDENAÇÃO GERAL DE OBSERVAÇÃO DA TERRA.** Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, 2021. Disponível em: <http://terrabrasilis.dpi.inpe.br/>.

INSTITUTO_FLORESTAL. **Inventário Florestal do Estado de São Paulo - 2020. Mapeamento da Cobertura Vegetal Nativa** São Paulo, Instituto Florestal, 2020. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/home/2020/07/inventarioflorestal2020.pdf>.

IPCC. Summary for Policymakers. In: P.R. SHUKLA, J. SKEA, E. CALVO BUENDIA, V. MASSON-DELMOTTE, H.- O. PÖRTNER, D. C. ROBERTS, P. ZHAI R. SLADE, S. CONNORS, R. VAN DIEMEN, M. FERRAT, E. HAUGHEY, S. LUZ, S. NEOGI, M. PATHAK, J. PETZOLD, J. PORTUGAL PEREIRA, P. VYAS, E. HUNTLEY, K. KISSICK, M, J. M. (Ed.). **Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems**. IPCC, 2019. p. 41.

MACHADO, C. B.; CAMPOS, T. L. O. B.; ABOU RAFEE, S. A.; MARTINS, J. A.; GRIMM, A. M.; FREITAS, E. D. Extreme Rainfall Events in the Macrometropolis of São Paulo: Trends and Connection with Climate Oscillations. **Journal of Applied Meteorology and Climatology**, v. 60, n. 1, p. 661-675, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1175/JAMC-D-20-0173.1>.

MACHADO, C. B.; FREITAS, E. D. Projeções de Uso e Cobertura da Terra na Macrometrópole Paulista. **Diálogos Socioambientais na Macrometrópole Paulista**, v. 4, n. 11, p. 36–39, 2021. Disponível em: <https://periodicos.ufabc.edu.br/index.php/dialogossocioambientais/article/view/556>.

MACHADO, C. B.; NEVES, A. K. Delimitação de Áreas de Preservação Permanente das subbacias do Reservatório Jaguari-jacareí, Sistema Cantareira (SP)-classificação e identificação de conflito na cobertura da terra (2013). In: Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, 18, 2017, Santos-SP, Brasil, São José dos Campos - SP. **Anais**... São José dos Campos - SP: INPE, 2017.

MARENGO, J. A. et al. Trends in extreme rainfall and hydrogeometeorological disasters in the Metropolitan Area of São Paulo: a review. **Annals of the New York Academy of Sciences**, v. 1472, n. 1, p. 5–20, 2020.

MARHAENTO, H.; BOOIJ, M. J.; HOEKSTRA, A. Y. Hydrological response to future land-use change and climate change in a tropical catchment. **Hydrological Sciences Journal**, v. 63, n. 9, p. 1368-1385, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/02626667.2018.1511054>.

MARTINS, J. A. et al. The Impact of Rainfall and Land Cover Changes on the Flow of a Medium-sized River in the South of Brazil. **Energy Procedia**, v. 95, p. 272–278, 2016. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S187661021630707X>.

MELLO, K.; TANIWAKI, R. H.; PAULA, F. R.; VALENTE, R. A.; RANDHIR, T. O.; MACEDO, D. R.; LEAL, C. G.; RODRIGUES, C. B.; HUGHES, R. M. Multiscale land use impacts on water quality: Assessment, planning, and future perspectives in Brazil. **Journal of Environmental Management**, v. 270, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.110879>.

MUSTARD J. F.; DEFRIES, R. S.; FISHER, T.; MORAN E. Land-Use and Land-Cover Change Pathways and Impacts. *In*: GUTMAN G. et al. **Land Change Science**. Remote Sensing and Digital Image Processing, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/978-1-4020-2562-4_24>.

Projeto MapBiomas – Coleção 5 da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil. Acesso em dezembro de 2020, disponível em: https://mapbiomas.org/colecoes-mapbiomas-1?cama_set_language=pt-BR.

SALAZAR, A. et al. Land use and land cover change impacts on the regional climate of non-Amazonian South America: A review. **Global and Planetary Change**, v. 128, p. 103–119, 2015. Disponível em: <http://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0921818115000557>.

SÁNCHEZ-CUERVO, A. M.; DE LIMA, L. S.; DALLMEIER, F.; GARATE, P.; BRAVO, A.; VANTHOMME, H. Twenty years of land cover change in the southeastern Peruvian Amazon: implications for biodiversity conservation. **Reg Environ Change**, v. 20, n. 8, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10113-020-01603-y>.

SILVA DIAS, M. A. F. et al. Changes in extreme daily rainfall for São Paulo, Brazil. **Climatic Change**, v. 116, n. 3–4, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10584-012-0504-7>.

SOUSA-NETO, E.R.; GOMES, L.; NASCIMENTO, N.; PACHECO, F.; OMETTO, J.P. Land Use and Land Cover Transition in Brazil and Their Effects on Greenhouse Gas Emissions. *In:* MUÑOZ, M.A.; ZORNOZA, R. **Soil Management and Climate Change**. Academic Press, 2018, p. 309-321. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/B978-0-12-812128-3.00020-3>.

SPERA, S. A.; WINTER, J. M.; CHIPMAN, J. W. Evaluation of agricultural land cover representations on regional climate model simulations in the Brazilian Cerrado**. Journal of Geophysical Research: Atmospheres**, v. 123, p. 5163–5176, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1029/2017JD027989>.

SQUIZZATO, R.; NOGUEIRA, T.; MARTINS, L.D.; et al. Beyond megacities: tracking air pollution from urban areas and biomass burning in Brazil. **npj Clim. Atmos. Sci**., v. 4, n. 17, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41612-021-00173-y>.

TRAVASSOS, L. et al. Why do extreme events still kill in the São Paulo Macro Metropolis Region? Chronicle of a death foretold in the global south. **International Journal of Urban Sustainable Development**, n. May, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/19463138.2020.1762197>.

YAN, H.; LIU, J.; HUANG, H.Q.; TAO, B.; CAO, M. Assessing the consequence of land use change on agricultural productivity in China. **Global and Planetary Change**, v. 67, n. 1–2, p. 13-19, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.gloplacha.2008.12.012>.

YOUNG, A. F. Urban expansion and environmental risk in the São Paulo Metropolitan Area. **Climate Research**, v. 57, n. 1, p. 73–80, 2013. Disponível em: <https://www.int-res.com/abstracts/cr/v57/n1/p73-80/>.

ZIMMERMANN, P.; TASSER, E.; LEITINGER, G.; TAPPEINER, U. Effects of land-use and land-cover pattern on landscape-scale biodiversity in the European Alps. **Agriculture, Ecosystems & Environment**, v. 139, n. 1–2, p. 13-22, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.agee.2010.06.010>.

ZORZI, L. M. & GRIGOLETTI, G. C. Contribuições da Arborização para o conforto ambiental e a eficiência energética urbana. **Revista de Arquitetura**, v.5, n. 2, p. 75-84, 2016. Disponível em: <http://repositorio.ufsm.br/handle/1/1537>.

Climate Shift: Uma abordagem sobre seus efeitos no regime pluviométrico

Sameh Adib Abou Rafee, Edmilson Dias de Freitas,
Jorge Alberto Martins e Cintia Bertacchi Uvo

Introdução

Os eventos extremos de precipitação, tanto aqueles relacionados às cheias quanto às secas, são de grande preocupação para gestores públicos devido às suas desastrosas consequências ambientais e socioeconômicas. Tais eventos têm sido enfatizados em estudos recentes, especialmente por sua relação com a variabilidade climática (FOLLAND et al., 2002; KENYON & HEGERL, 2010; GRIMM, 2011).

As oscilações climáticas estão associadas à causas naturais, as quais possuem diferentes escalas espaço-temporais, que vão desde uma variabilidade intrasazonal, como a de Madden-Julian (ZHANG, 2005), interanual, como El Niño-Oscilação Sul (ENOS) (PHILANDER, 1983; TIMMERMANN et al., 2018), até uma oscilação interdecadal , como por exemplo, a Oscilação Interdecadal do Pacífico (OIP) (MANTUA & HARE, 2002; NEWMAN et al., 2016). Tais fenômenos são caracterizados por anomalias positivas ou negativas, que provocam alterações na Temperatura da Superfície do Mar (TSM), consequentemente na pressão, no vento e na convecção sobre os oceanos Índico, Pacífico e Atlântico. A análise desses eventos tem recebido uma grande importância global por causar grande impacto no regime pluviométrico em várias regiões do globo.

O que é *Climate Shift*?

Em meados da década de 1970 ocorreu uma mudança climática global abrupta associada principalmente à variabilidade da TSM no Oceano Pacífico Norte, conhecida como *Climate Shift* (GRAHAM, 1994; MILLER et

al., 1994). *Climate Shift* é definido por um curto período em que várias oscilações climáticas de grande escala, como OIP e ENOS, mudam de fase, levando a um novo estado climático. Tal fenômeno é considerado pela comunidade científica como um evento sem precedentes (ZHANG et al., 1997; TSONIS et al., 2007; COLLINS et al., 2009; MEEHL et al., 2009; WANG et al., 2009; JACQUES-COPER & GARREAUD, 2015). Durante a década de 1970, foi observada uma mudança na TSM da fase fria para quente no Pacífico tropical. Com isso, foi induzida uma mudança expressiva na precipitação, em partes da América do Sul (AGOSTA & COMPAGNUCCI, 2008; JACQUES-COPER & GARREAUD, 2015), da América do Norte (HARTMANN & WENDLER, 2005; LITZOW, 2006) e regiões do continente asiático (QIAN & QIN, 2008; SABEERALI et al., 2012; AN et al., 2020).

Alterações dos regimes pluviométricos após o *Climate Shift*

Diversos estudos têm investigado o impacto *do Climate Shift* sobre a mudança no regime de precipitação. An et al. (2020), analisando os dados de chuva antes e depois do *Climate Shift*, observaram mudanças de eventos extremos de precipitação na província de Gansu, localizada no noroeste da China. Por exemplo, no norte de Gansu, os autores detectaram tendência de aumento na intensidade e frequência de dias com chuvas intensas após a alteração climática da década de 70. Qian e Qin (2008), utilizando 486 séries pluviométricas, também observaram uma mudança nos regimes de chuvas, com uma diminuição na precipitação média anual ao longo do rio Huang He, no norte e sudoeste da China, enquanto um aumento expressivo de precipitação na jusante do rio Yangtze, nordeste da China.

Na Índia, Sabeerali et al. (2012) observaram mudanças no início, término e duração da monção do oceano Índico após o *Climate Shift*, impactando nos índices pluviométricos da região. Outros trabalhos, tais como Hartmann e Wendler (2005) observaram um aumento de precipitação anual na região do Alasca, com maior percentual nas partes oeste e sudoeste da região. O *Climate Shift* também foi responsável pelo aumento na precipitação de inverno na Sibéria Ocidental, que provocou um aumento considerável na vazão dos seus principais rios (SAVELIEVA et al., 2000).

No Hemisfério Sul, o *Climate Shift* influenciou tanto no aumento quanto na diminuição da precipitação média anual em áreas da América do Sul (JACQUES-COPER & GARREAUD, 2015). Agosta e Compagnucci (2008) atribuíram à variabilidade das oscilações ENOS e OIP, partes das anomalias positivas de precipitação durante o verão austral na região sul da América do Sul, observadas principalmente no Paraguai, nordeste da Argentina e sul do Brasil. Ainda, Castino et al. (2016) destacam a alteração climática da década de 70 como o principal responsável pelo aumento de 40% na vazão média anual no Alto do rio Bermejo, localizado no centro-sul dos Andes, no noroeste da Argentina, sugerindo uma intensificação do ciclo hidrológico nesta área relacionada ao *Climate Shift*.

Na bacia hidrográfica do Alto do rio Paraná, comparando dados de 2,739 estações pluviométricas antes (1961-1973) e depois (1978-1990) do *Climate Shift*, Abou Rafee (2020) observou um aumento na precipitação anual de até 15% nas áreas norte e mais de 20% na região sul da bacia. Além disso, simulando cenários numéricos com o modelo hidrológico *Soil and Water Assessment Tool* (ARNOLD et al., 1998), estimou que esse acréscimo nos índices pluviométricos foi responsável pelo aumento de aproximadamente 30% na vazão do Rio Paraná, considerando o exutório da bacia.

O aumento do regime de chuvas após o *Climate Shift* sobre as regiões centro-sul da América do Sul está diretamente associado às mudanças nos fenômenos climáticos. Carvalho et al. (2011) observaram uma variação do Sistema de Monção da América do Sul, em que seu período úmido aumentou de 170 dias (1948-1972) para 195 dias (1972-1982). Além disso, as alterações nos padrões de chuvas estão atribuídas ao ENOS e OID (GRIMM et al., 2000; LIEBMANN et al., 2004; SILVA et al., 2011; CAVALCANTI et al., 2015). Essas oscilações de baixa frequência, na sua fase positiva, fortalecem o jato subtropical, intensificando os Sistemas Convectivos de Mesoescala, que consequentemente produzem mais precipitação sobre essas regiões (GRIMM et al., 1998).

Em contrapartida, foi observada uma diminuição nas chuvas sobre as regiões norte da América do Sul. Por exemplo, Marengo (2004), através de uma análise decadal de precipitação durante o período 1929-1998, sugere uma diminuição nos índices pluviométricos sobre a região norte da bacia Amazônica após o evento *Climate Shift,* definido entre 1975 e 1976. Segundo o autor, esse comportamento está atribuído a eventos mais

frequentes e intensos do ENOS a partir de meados da década 70, em que tal fenômeno, na sua fase positiva, diminuiu o regime de chuvas na região (RICHEYet al., 1989; LIEBMANN & MARENGO, 2001).

Perspectivas futuras

Para melhorar a gestão dos recursos hídricos, é importante entender o comportamento de eventos extremos de precipitação relacionados à mudança climática. Assim, a alteração climática que ocorreu em meados da década de 1970, denominada como *Climate Shift*, deve ser considerada ao se analisar mudanças nos regimes de chuvas nos próximos estudos da comunidade científica. Além disso, é necessário que a variabilidade do clima local e a circulação de grande escala sejam tratadas conjuntamente nas análises. Ao mesmo tempo, outros fatores, incluindo efeitos antrópicos, como a mudança no uso e cobertura da terra também são importantes. Desta forma, esses aspectos incluídos nas projeções de modelos numéricos globais, regionais e locais contribuem para as previsões de seca e cheia tanto a curto quanto a longo prazo. Consequentemente, as incertezas relacionadas ao conhecimento do comportamento da precipitação e vazão serão menores. Essas duas variáveis possuem uma significativa importância para o desenvolvimento socioeconômico de setores estratégicos, como por exemplo, para os setores energético e agropecuário.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9, bem como ao do projeto "Detecção do papel das mudanças climáticas e das condições de uso e ocupação do solo sobre a hidrologia da Bacia do Rio Paraná", processo nº 88887.115875/2015-01 (Edital CAPES/ANA 019/2015), do qual o primeiro autor é bolsista de Pós-Doutorado e o segundo autor o Coordenador.

Referências

ABOU RAFEE, S. A. **Uso e Cobertura da Terra ou Precipitação? Mudanças na Resposta Hidrológica da Bacia do Alto do Rio Paraná**. 2020. Universidade de São Paulo, São Paulo, 2020. Disponível em: <https://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/14/14133/tde-24062020-204817/>.

ABOU RAFEE, S. A. **Land Use and Cover or Precipitation? Changes on Hydrological Response of the Upper Paraná River Basin**. 2020. Lund University, Sweden, 2020. Disponível em: <https://portal.research.lu.se/portal/en/publications/land-use-and-cover-or-precipitation(9e431aec-7957-4ea2-9aa3-a1aa4b6c59e9).html>.

AGOSTA, E. A.; COMPAGNUCCI, R. H. The 1976/77 Austral Summer Climate Transition Effects on the Atmospheric Circulation and Climate in Southern South America. **Journal of Climate**, v. 21, n. 17, p. 4365–4383, 1 set. 2008. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/jcli/article/21/17/4365/31937/The-197677-Austral-Summer-Climate-Transition>.

AN, D. et al. Evidence of climate shift for temperature and precipitation extremes across Gansu Province in China. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 139, n. 3–4, p. 1137–1149, 26 fev. 2020. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00704-019-03041-1>.

ARNOLD, J. G. et al. Large Area Hydrologic Modeling and Assessment Part I: Model Development. **Journal of the American Water Resources Association**, v. 34, n. 1, p. 73–89, fev. 1998. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1111/j.1752-1688.1998.tb05961.x>.

CARVALHO, L. M. V. et al. The South American Monsoon System and the 1970s climate transition. **International Journal of Climatology**, v. 31, n. 8, p. 1248–1256, 30 jun. 2011. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/joc.2147>.

CASTINO, F.; BOOKHAGEN, B.; STRECKER, M. R. River discharge dynamics in the Southern Central Andes and the 1976–77 global climate shift. **Geophysical Research Letters**, v. 43, n. 22, 28 nov. 2016. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/2016GL070868>.

CAVALCANTI, I. F. A. et al. Precipitation extremes over La Plata Basin – Review and new results from observations and climate simulations. **Journal of Hydrology**, v. 523, p. 211–230, abr. 2015. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0022169415000451>.

COLLINS, J. M.; CHAVES, R. R.; DA SILVA MARQUES, V. Temperature Variability over South America. **Journal of Climate**, v. 22, n. 22, p. 5854–5869, 15 nov. 2009. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/jcli/article/22/22/5854/30923/Temperature-Variability-over-South-America>.

FOLLAND, C. K.; KARL, T. R.; SALINGER, M. J. Observed climate variability and change. **Weather**, v. 57, n. 8, p. 269–278, 1 ago. 2002. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1256/004316502320517353>.

GRAHAM, N. E. Decadal-scale climate variability in the tropical and North Pacific during the 1970s and 1980s: observations and model results. **Climate Dynamics**, v. 10, n. 3, p. 135–162, ago. 1994. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/BF00210626>.

GRIMM, A. M. Interannual climate variability in South America: impacts on seasonal precipitation, extreme events, and possible effects of climate change. **Stochastic Environmental Research and Risk Assessment**, v. 25, n. 4, p. 537–554, 14 maio 2011. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00477-010-0420-1>.

GRIMM, A. M.; BARROS, V. R.; DOYLE, M. E. Climate Variability in Southern South America Associated with El Niño and La Niña Events. **Journal of Climate**, v. 13, n. 1, p. 35–58, jan. 2000. Disponível em: <http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0442%282000%29013%3C0035%3ACVISSA%3E2.0.CO%3B2>.

GRIMM, A. M.; FERRAZ, S. E. T.; GOMES, J. Precipitation Anomalies in Southern Brazil Associated with El Niño and La Niña Events. **Journal of Climate**, v. 11, n. 11, p. 2863–2880,

nov. 1998. Disponível em: <http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0442%281998%29011%3C2863%3APAISBA%3E2.0.CO%3B2>.

HARTMANN, B.; WENDLER, G. The Significance of the 1976 Pacific Climate Shift in the Climatology of Alaska. **Journal of Climate**, v. 18, n. 22, p. 4824–4839, 15 nov. 2005. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/jcli/article/18/22/4824/30925/The-Significance-of-the-1976-Pacific-Climate-Shift>.

JACQUES-COPER, M.; GARREAUD, R. D. Characterization of the 1970s climate shift in South America. **International Journal of Climatology**, v. 35, n. 8, p. 2164–2179, 30 jun. 2015. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1002/joc.4120>.

KENYON, J.; HEGERL, G. C. Influence of Modes of Climate Variability on Global Precipitation Extremes. **Journal of Climate**, v. 23, n. 23, p. 6248–6262, 1 dez. 2010. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/jcli/article/23/23/6248/32703/Influence-of-Modes-of-Climate-Variability-on>.

LIEBMANN, B. et al. An Observed Trend in Central South American Precipitation. **Journal of Climate**, v. 17, n. 22, p. 4357–4367, 15 nov. 2004. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/jcli/article/17/22/4357/30400/An-Observed-Trend-in-Central-South-American>.

LIEBMANN, B.; MARENGO, J. A. Interannual Variability of the Rainy Season and Rainfall in the Brazilian Amazon Basin. **Journal of Climate**, v. 14, n. 22, p. 4308–4318, nov. 2001. Disponível em: <http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0442%282001%29014%3C4308%3AIVOTRS%3E2.0.CO%3B2>.

LITZOW, M. A. Climate regime shifts and community reorganization in the Gulf of Alaska: how do recent shifts compare with 1976/1977? **ICES Journal of Marine Science**, v. 63, n. 8, p. 1386–1396, 1 jan. 2006. Disponível em: <https://academic.oup.com/icesjms/article/63/8/1386/711232>.

MANTUA, N. J.; HARE, S. R. The Pacific Decadal Oscillation. **Journal of Oceanography**, 58, 35–44 (2002). https://doi.org/10.1023/A:1015820616384.

MARENGO, J. A. Interdecadal variability and trends of rainfall across the Amazon basin. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 78, n. 1–3, 27 jun. 2004. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00704-004-0045-8>.

MEEHL, G. A.; HU, A.; SANTER, B. D. The Mid-1970s Climate Shift in the Pacific and the Relative Roles of Forced versus Inherent Decadal Variability. **Journal of Climate**, v. 22, n. 3, p. 780–792, 1 fev. 2009. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/jcli/article/22/3/780/31996/The-Mid1970s-Climate-Shift-in-the-Pacific-and-the>.

MILLER, A. et al. The 1976-77 Climate Shift of the Pacific Ocean. **Oceanography**, v. 7, n. 1, p. 21–26, 1994. Disponível em: <https://tos.org/oceanography/article/the-1976-77-climate-shift-of-the-pacific-ocean>.

NEWMAN, M. et al. The Pacific Decadal Oscillation, Revisited. **Journal of Climate**, v. 29, n. 12, p. 4399–4427, 15 jun. 2016. Disponível em: <https://journals.ametsoc.org/jcli/article/29/12/4399/34340/The-Pacific-Decadal-Oscillation-Revisited>.

PHILANDER, S. G. H. El Niño Southern Oscillation phenomena. **Nature**, 302, 295–301 (1983). https://doi.org/10.1038/302295a0.

QIAN, W. H.; QIN, A. Precipitation division and climate shift in China from 1960 to 2000. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 93, n. 1–2, p. 1–17, 9 jun. 2008. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00704-007-0330-4>.

RICHEY, J. E.; NOBRE, C.; DESER, C. Amazon River Discharge and Climate Variability: 1903 to 1985. **Science**, v. 246, n. 4926, p. 101–103, 6 out. 1989. Disponível em: <https://www.sciencemag.org/lookup/doi/10.1126/science.246.4926.101>.

SABEERALI, C. T. et al. On the relationship between Indian summer monsoon withdrawal and Indo-Pacific SST anomalies before and after 1976/1977 climate shift. **Climate Dynamics**, v. 39, n. 3–4, p. 841–859, 23 ago. 2012. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00382-011-1269-9>.

SAVELIEVA, N. I. et al. A climate shift in seasonal values of meteorological and hydrological parameters for Northeastern Asia. **Progress in Oceanography**, v. 47, n. 2–4, p. 279–297, out. 2000. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S0079661100000392>.

SILVA, G. A. M.; DRUMOND, A.; AMBRIZZI, T. The impact of El Niño on South American summer climate during different phases of the Pacific Decadal Oscillation. **Theoretical and Applied Climatology**, v. 106, n. 3–4, p. 307–319, 9 dez. 2011. Disponível em: <http://link.springer.com/10.1007/s00704-011-0427-7>.

TIMMERMANN, A. et al. El Niño–Southern Oscillation complexity. **Nature**, v. 559, n. 7715, p. 535–545, 25 jul. 2018. Disponível em: <http://www.nature.com/articles/s41586-018-0252-6>.

TSONIS, A. A.; SWANSON, K.; KRAVTSOV, S. (2007) A new dynamical mechanism for major climate shifts, **Geophys. Res. Lett.**, 34, L13705, doi:10.1029/2007GL030288.

WANG, G.; SWANSON, K. L.; TSONIS, A. A. (2009) The pacemaker of major climate shifts, **Geophys. Res. Lett.**, 36, L07708, doi:10.1029/2008GL036874.

ZHANG, C. Madden-Julian Oscillation. **Reviews of Geophysics**, v. 43, n. 2, p. RG2003, 2005. Disponível em: <http://doi.wiley.com/10.1029/2004RG000158>.

ZHANG, Y.; WALLACE, J. M.; BATTISTI, D. S. ENSO-like Interdecadal Variability: 1900–93. **Journal of Climate**, v. 10, n. 5, p. 1004–1020, maio 1997. Disponível em: <http://journals.ametsoc.org/doi/abs/10.1175/1520-0442%281997%29010%3C1004%3AELIV%3E2.0.CO%3B2>.of-the-1976-Pacific-Climate-Shift>.

Parte V

A Governança das Questões Energéticas no Contexto das Macrometrópoles Paulistas

Capítulo 18

Cidades inteligentes: limites e possibilidades na Macrometrópole Paulista

João Tadeu Alves dos Santos, Andrea Lampis, Sonia Maria Gaspar Lontro Hermsdorff, Renata Hamilton de Ruiz e Célio Bermann

Introdução

O desenvolvimento urbano, sua evolução e a digitalização estão mudando as relações das cidades com os cidadãos e as dinâmicas locais. A possibilidade de acompanhar, capturar informações e extrair conhecimento, permite que políticas públicas, serviços e o planejamento sejam contínuos e responsivos. Entretanto, as inovações e a renovação constante da infraestrutura não ocorrem de forma igualitária nem mesmo linear pelas cidades ao redor do mundo. Enquanto alguns países gozam de uma boa infraestrutura e de uma digitalização presente em sua estrutura urbana, outros estão em patamares mais obsoletos e tecnologicamente distantes. Este capítulo apresenta o panorama da Macrometrópole Paulista (MMP), sob a luz de três indicadores, buscando analisar as condições atuais desta região e frente aos desafios da adoção do paradigma de *Smart City* nos municípios que a compõem.

Smart Cities

As *Smart Cities* (SC) podem ser definidas como centros urbanos sustentáveis e eficientes, que proporcionam alta qualidade de vida a seus habitantes por meio de uma gestão integrada e otimizada dos recursos (DANTAS et al., 2018). Todavia, não existe ainda um consenso quanto à definição de SC, o que dificulta a escolha de elementos de infraestrutura pertinentes aos projetos de SC, sua adoção e governança (RUHLANDT, 2018; FAKHIMI et al., 2021). Existem dois modelos de conceituação das SC.

De um lado, uma visão mais tecnocêntrica acredita que os processos e serviços urbanos podem ser mais eficientes em uma cidade conectada, cuja grande geração e análise de dados permite melhorar a gestão urbana. Por outro lado, há uma abordagem mais holística do conceito, que o associa a um melhor equilíbrio entre fatores sociais, econômicos, ambientais, humanos, culturais e tecnológicos (MOHANTY & KUMAR, 2021).

Cidades são a intersecção entre a vida das pessoas e a infraestrutura física, e um crescimento na população urbana implica no aumento da necessidade por infraestrutura urbana (FAKHIMI et al., 2021). Vários especialistas em meio ambiente veem as cidades como um problema ecológico, devido ao uso intensivo de recursos e as elevadas emissões de gases do efeito estufa. No entanto, ao mesmo tempo, o fenômeno também aparece como uma potencial solução: se administrada de forma correta, aproveitando-se a densidade de transporte público e edifícios de usos múltiplos, as cidades permitem a utilização da energia e outros recursos de forma mais eficiente (GOLDFRANK, 2012).

Acredita-se que, quanto melhor o acesso dos cidadãos à informação, especialmente nos setores mais pobres e vulneráveis aos riscos ambientais, e maior sua influência nas decisões públicas, maior será a probabilidade de que as políticas públicas sejam bem-sucedidas para aliviar os problemas, realizar as adaptações necessárias e reduzir a pobreza (GOLDFRANK, 2012). É fundamental que seja garantido o acesso às infraestruturas físicas e serviços sociais para todos os cidadãos através de políticas integradas de gestão do crescimento urbano (MOHANTY & KUMAR, 2021), este debate é também um reflexo da discussão começada por Lefebvre nos anos 70 do século passado sobre o direito à cidade, que tem se multiplicado na América Latina e no Brasil para questionar os processos de apropriação dos espaços e da transformação urbana pelo capital financeiro e os grupos de interesse (CASTRO-COMA & MARTÍ-COSTA, 2016; CUÉLLAR, 2015; LEFEBVRE, 2001). A população deveria ser convidada a participar de forma mais ativa e frequente nas decisões públicas, especialmente as que se referem ao planejamento energético e à preservação ambiental, como tem sinalizado recentemente Szulecki e Overland (2020), entre outros, numa revisão exaustiva do debate sobre democratização da energia inspirada na tradição do debate sobre o direito à cidade (LEFEBVRE, 2001).

Numa democracia participativa, o povo se torna mais envolvido nas decisões políticas, podendo participar de reuniões frequentes e expor aos administradores públicos quais são os seus reais anseios e demandas (RUIZ & BERMANN, 2019).

A demanda por SC surgiu em primeiro lugar no marco do processo de apropriação da transformação urbana por parte das grandes multinacionais dos sistemas inteligentes da eletrônica avançada como a Siemens e a Toyota, interessadas em manter um controle sobre a renovação da infraestrutura urbana, elemento fundamental para a transformação digital (HAJER, 2016) e, em segundo lugar, da narrativa neoliberal que apresenta a transformação sob um conjunto de necessidades socialmente relevantes como aquelas relacionadas com a ampliação da sustentabilidade, a eficiência, a confiabilidade, a segurança e a qualidade dos serviços oferecidos nas cidades, abordando problemas decorrentes da urbanização, como desenvolvimento econômico e criação de empregos, mudanças climáticas, eficiência do uso de recursos, reduzir a desigualdade e participação cidadã (AMIN & THRIFT, 2017; BRENNER & SCHMID, 2013; TONKISS, 2013).

Os projetos relacionados com a transformação da infraestrutura e dos sistemas que articulam o funcionamento das cidades com base na ideia da SC podem, em teoria, resultar em melhorias generalizadas na qualidade e nas condições de vida de seus habitantes. Porém, se a própria ideia de Smart City não vier acompanhada de uma discussão paralela relativa à justiça distributiva sobre os pontos de vista social e espacial, muitas ambiguidades podem se apresentar. Por exemplo, segundo as tendências internacionais, as iniciativas das SC se concentram na melhoria da infraestrutura e dos sistemas de comunicação e conectividade nas zonas de maior concentração de empresas, via-de-regra se iniciando pelos sistemas utilizados pelas empresas, ou pelos sistemas localizados nos centros de negócios, ou podendo se estender até os centros históricos das cidades, refletindo assim a conhecida tendência à renovação urbana através do marketing urbano (LEDO et al., 2010).

O argumento do foco no cidadão, apresentado como uma peça essencial para o sucesso de qualquer projeto de SC (MOHANTY & KUMAR, 2021) é necessário para se pensar um modelo de SC que vá além da coleta de informações, e que envolva também diálogos dos cidadãos com

as autoridades públicas, participação na tomada de decisões e avaliação dos resultados. Porém, o debate sobre as políticas do lugar (*politics of place*) tem tocado uma nota que ainda não ecoa com a suficiente força nos debates sobre governança da energia e SC. As narrativas locais sobre a governança e a transformação energéticas são em grande parte ofuscadas pela proliferação de relatos globais, em grande parte generalistas e, portanto, contraproducentes.

Linhas mais críticas da literatura acadêmica, como por exemplo aquela sobre as políticas do lugar ou a ecologia política da qual recebe mais de uma influência, tem colocado que a resistência é organizada em diferentes níveis: Uma resistência popular mais evidente, às vezes até um novo movimento insurgente (HOLSTON, 2009), mas também uma resistência institucional, frente à qual as mobilizações cidadãs sobre temas como o custo do transporte ou da energia, a poluição, e os efeitos da mudança climática na vida cotidiana, vêm estabelecendo um novo patamar do debate precedentemente ignorado, e que assumem um caráter central no debate (VAN NESTE & SÉNÉCAL, 2015).

Por outro lado, a falta de mecanismos de governança adequados para a maioria das cidades parece ser o principal obstáculo para a sua transformação em SC. As pesquisas sobre SC carecem de uma compreensão sistemática dos diferentes componentes da governança dessas cidades, as métricas para avaliar esses componentes, seus resultados previstos e os fatores contextuais potenciais que influenciam tanto os componentes quanto os resultados. Portanto, a governança de SC deveria ser uma área de pesquisa mais distinta dentro das pesquisas sobre SC (RUHLANDT, 2018). Estudos de benchmarking com outras SC não são adequados, pois cada cidade enfrenta desafios sociais, políticos, econômicos e ambientais muito distintos (MOHANTY & KUMAR, 2021), o que dificulta o avanço das pesquisas especialmente nos países do Sul Global.

A digitalização permitiu que a infraestrutura e as cidades fossem "mais inteligentes"; a utilização do espaço físico e da energia, a transmissão de informação, a gestão das tecnologias secundárias, de bens e processos, e o funcionamento dos negócios e das empresas foram progressivamente digitalizados (SERRANO, 2018). Os principais desafios de uma Smart City são sua definição, escopo e interconexões: Existem diferentes abordagens para a implementação de Smart City que variam de ambientes multidisciplinares

colaborativos, a adição de Tecnologia da Informação e Comunicação (TIC) em sua estrutura física ao uso de Big Data para decisões de abstração mais elevadas. Serrano (2018), porém, ressalta o conceito de *Digital as a Service* (DaaS), onde qualquer digitalização completa pode ser implementada independentemente da sua infraestrutura física associada, e apresenta um claro interesse pela democratização da governança digital e eletrônica; um eixo que nosso trabalho considera central para o futuro do debate.

A infraestrutura das cidades

O processo de urbanização tradicionalmente e de maneira mais acentuada, ainda nos últimos 40 anos de urbanização acelerada, num contexto de capitalismo globalizado e financeirizado é altamente desigual e desbalanceado, além da dimensão socioespacial, sobretudo no âmbito tecnológico e digital (CAPROTTI et al., 2021) que se pode considerar como uma nova fronteira da desigualdade. Pieterse e Hyman (2014) lembram como as infraestruturas urbanas podem ser entendidas como "conjuntos complexos que trazem todos os tipos de agentes humanos, não humanos e naturais em uma infinidade de ligações contínuas através do espaço geográfico" (PIETERSE & HYMAN, 2014). Sob esta perspectiva crítica, as redes de infraestrutura são inerentemente instáveis e em movimento devido a processos de mobilização contínua da intenção e coordenação institucional. Esta abordagem reflete uma concepção de infraestruturas de rede que é inerentemente contrária aos discursos normalizados de governos e empresas de serviços públicos que referenciam os sistemas de infraestrutura como um sistema inerte, uma verdadeira caixa preta inteligível apenas para especialistas profissionais e, portanto, além do escrutínio crítico. Uma segunda dimensão desta verdadeira "virada infraestrutural", ressaltam os mesmos autores, é o trabalho que a crítica de uma execução apolítica do planejamento, das operações e do financiamento da infraestrutura quando essas componentes são analisadas como questões meramente técnicas por serem otimizadas de acordo com cálculos racionais feitos por especialistas profissionais.

A literatura "*mainstream*" (Sistema das Nações Unidas, União Europeia, Agência Internacional da Energia e principais centros de pesquisa do Norte Global) converge em sinalizar a existência de dois desafios principais: o aumento de demanda e a necessidade de gerenciamento local, que

se traduzem em uma maior exigência da infraestrutura existente nas cidades em crescimento. Nesta perspectiva, se privilegia a necessidade do crescimento da infraestrutura de modo contínuo no tempo, acompanhando o desenvolvimento local e ofertando serviços de qualidade, aumentando a eficiência dos sistemas, reduzindo custos e atendendo às características locais, de modo a possibilitar o desenvolvimento, a competitividade e a proteção do meio ambiente regional (UNITED NATIONS, 2016).

Entretanto, a implementação de projetos de SC, processo potencialmente pleno de aspectos positivos, apresenta também paradoxos como apontam Howe et al. (2015). Embora a imaginação popular possa reconhecer a infraestrutura e o progresso tecnológico como mecanismos que operam para a melhoria da vida cotidiana, a questão é mais complexa. A infraestrutura não é inerte, mas sim impregnada de significados sociais, assim como ela é o reflexo de prioridades de grande relevância nos campos da política pública e do planejamento (HOWE et al., 2015). Por exemplo, novas infraestruturas podem ser realizadas em zonas periféricas das cidades durantes as campanhas eleitorais e depois abandonadas sem o orçamento e o pessoal técnico para sua manutenção; ou a infraestrutura pode favorecer a exploração de áreas urbanas ecologicamente frágeis pela facilidade de acesso que permite ao turista e aos interessados em explorar comercialmente a zona; e, finalmente, a infraestrutura pode ser um fator de exacerbação das desigualdades sociais entre quem tem a possibilidade de adquirir moradia em áreas com alta qualidade dos serviços e quem permanece em condições caracterizadas por graves passivos ambientais e marginalidade, convertendo as SC em marginalidade tecnológica também. Estas reflexões estiveram presentes também no evento organizado pela OCDE em dezembro de 2020, 'OECD Roundtable on Smart Cities and Inclusive Growth'[1].

Smart grids

Dentro da complexidade e da importância dos sistemas energéticos e de sua infraestrutura, a evolução de *smart grids* (SG) se torna um pré-requisito para o desenvolvimento de cidades inteligentes (DANTAS et al., 2018). O termo *smart grid* foi usado pela primeira vez em 2005 por Amin

1. Disponível em: https://www.oecd.org/cfe/cities/oecd-roundtable-on-smart-cities-and-inclusive-growth.htm

e Wollenberg (2005). Trata-se de uma rede de energia elétrica que utiliza modernas tecnologias de computação e comunicação, que permitem a autorregulação local, incluindo telemetria, telecomandos e reconfiguração automática em caso de falhas, ameaças ou perturbações.

As SG estão entre os desenvolvimentos evolutivos mais significativos em sistemas de gerenciamento de energia, porque permitem a integração de sistemas (incluindo sistemas energéticos descentralizados), o uso de energia renovável em grande escala e grandes melhorias no gerenciamento da demanda. Descarbonização, Digitalização, e Descentralização são considerados os principais motores da evolução dos sistemas de energia. Nesse sentido, as SG podem trazer diversos benefícios como redução dos custos globais do sistema, aumento da eficiência energética e confiabilidade, além de otimizar a geração renovável, reduzindo as perdas do sistema (DRANKA & FERREIRA, 2020; ZHANG et al., 2017; DANTAS et al., 2018).

A transição para um sistema energético mais sustentável é um desafio para o setor elétrico brasileiro e mudanças estruturais e regulatórias, como a criação de novos modelos de negócios, são essenciais para apoiar essa transição (DRANKA & FERREIRA, 2020), que costuma acontecer de forma endógena devido às características particulares do setor elétrico, como o fato de ser um monopólio natural, com produto homogêneo e demanda quase inelástica (DANTAS et al., 2018). A Tabela 1 apresenta alguns programas piloto relativos à implementação de SG no Brasil:

Tabela 1 Maiores projetos piloto de Smart grids no Brasil.

Projeto	Cidades	Número de consumidores
Smart City	Búzios (RJ)	10.000
Programa Smart Grid	Barueri e Vargem Grande Paulista (SP)	84.000
InovCity	Aparecida (SP)	15.000
Cidades do Futuro	Sete Lagoas (MG)	8.000
Smart Grid	Parintins (AM)	145.000
Projeto Fernando de Noronha	Fernando de Noronha	885
Paraná Smart Grid	Curitiba	10.000

Fonte: Adaptado de (PONCE-JARA et al., 2017)

O panorama internacional das cidades inteligentes

No âmbito internacional, diversos projetos (ANTHOPOULOS, 2017) e cidades estão desenvolvendo e implementando soluções, modificando o ambiente urbano e os serviços oferecidos, sejam eles públicos ou privados. Muitas destas iniciativas estão presentes em países desenvolvidos ou em países em desenvolvimento como Índia e China, que tem investido em infraestrutura e modernizando seus serviços. De forma geral, existe uma busca entre as integrações entre o ambiente físico dos serviços e a digitalização para garantir escala, como na Coreia do Sul e Cingapura, assim como uma diretiva em prol da sustentabilidade e melhor qualidade de vida, como em cidades chinesas, e uma evolução da participação dos munícipes e possibilidade da participação na tomada de decisão, como em alguns países Europeus (ANTHOPOULOS, 2019).

A partir da perspectiva das contribuições da teoria da complexidade para a ciência pós-normal, Kovacic (2017) assinala como o excesso de oferta de fatos na ciência para a governança é explicado como uma questão de complexidade, definida como pluralismo irredutível na base de conhecimento (KOVACIC, 2017). A autora demonstra como a complexidade fornece uma interface para se envolver com os vários fatos da ciência por meio de três exemplos distintos. Primeiro, as narrativas da água são usadas para mostrar como diferentes escalas de análise produzem representações científicas contraditórias do mesmo sistema. Em segundo lugar, as redes elétricas inteligentes são avaliadas para demonstrar como diferentes níveis de incerteza estão associados a diferentes representações. Terceiro, o caso da urbanização de favelas é usado para discutir a necessidade de levar em consideração os interesses da ciência para a governança; propondo assim uma abordagem original sobre a não neutralidade da transformação tecnológica e digital no âmbito urbano com a qual este trabalho se encontra muito sintonizado.

Panorama da América Latina

Especificamente na América Latina, o tema cidades inteligentes também vêm sendo discutido e as cidades vêm sendo analisadas e categorizadas sob indicadores propostos, entre outros, por Cohen (2011), Calderón et al. (2017), Irabazál e Jirón (2021). Como a América Latina é uma

das regiões com maior área de concentração urbana no planeta, enfrentando desafios importantes como desigualdades sociais e a falta de recursos financeiros, os critérios de inclusão de cidades inteligentes vêm sendo aprimorados ao longo dos anos e o que é proposto por Irabazál & Jirón (2021) é a estrutura dos *6 Es* para planejar, implementar, gerenciar, avaliar e revitalizar projetos, programas e planos de cidades inteligentes em combinação com parcerias públicas-privadas-pessoas, onde todos possam trabalhar juntos para prover o bem estar social e as necessidades tecnológicas.

Para a definição de cidades inteligentes, Boyd Cohen propôs 62 indicadores com base em 6 eixos: governo, qualidade de vida, mobilidade, economia, pessoas e meio ambiente. Os indicadores propostos por Cohen também são utilizados no trabalho de Calderón; López e Marín (2017), onde buscaram determinar o estado de desenvolvimento das cidades inteligentes na região da América Latina e Caribe e sua aptidão técnica. Os resultados indicaram que o número de cidades com iniciativas inteligentes na região é relativamente baixo em comparação com o número de grandes cidades (mais de um milhão de habitantes) e sendo apenas um por cento de todas as cidades inteligentes do mundo. O trabalho de Irabazál e Jirón (2021) ainda indica que a América Latina busca inspirações em exemplos mundiais, com foco principalmente em novas tecnologias e intervenções direcionadas a áreas e atores de alto poder aquisitivo, entretanto, a proposta para cidades inteligentes deve possuir necessariamente ações que enfrentem as desigualdades sociais. Por seu turno, Jessop (2018) tem ressaltado como esses processos regionais podem ser interpretados ao interior da reflexão sobre o reescalonamento socioespacial do capital internacional, que requer uma combinação de relações bem ordenadas de mercado (trocas econômicas), compromisso de negociação (deliberação orientada para o consenso) e solidariedade (compromissos de cooperação dignos de confiança).

Panorama da Macrometrópole Paulista e indicadores

Para a compreensão das características da Macrometrópole Paulista (MMP), dentro deste cenário latino-americano, foram analisados 3 indicadores que sinalizam as condições regionais, desta que é o maior complexo urbanizado da América Latina. Os três indicadores correspondem

à cobertura da rede de telecomunicações, governo eletrônico e *smart meters*. O primeiro indicador permite compreender a infraestrutura básica da nova economia digital, que fornece a sustentação de diversos serviços prestados pelo município. O segundo indicador revela, dentro deste cenário, a desigualdade entre os municípios e o alcance a serviços públicos oferecidos pelas cidades dentro da MMP. O último indicador apresenta a quantidade de municípios que recebem *smart meters* atualmente, mostrando como uma solução importante para a digitalização do setor elétrico ainda tem pouca penetração nacionalmente, ainda que em uma região como a MMP.

Telecomunicações e tráfego de dados

As infraestruturas modernas são altamente dependentes das TICs (Tecnologias da Informação e Comunicação), necessitando de redes de comunicação confiáveis e resilientes que permitam a troca de informações, através da troca de um grande volume de dados através de sistemas de Internet das Coisas (IoT), sensoriamento, sistemas de tempo real e digitalização de ativos (JAWHAR et al., 2018). Redes de sensoriamento para a digitalização de serviços públicos como monitoramento da qualidade das redes de abastecimento (CHEN & HAN, 2018) ou gerenciamento de resíduos sólidos (CRUZ et al., 2021) são exemplos do emprego destas tecnologias. Os protocolos e redes de comunicação têm papel importante dentro das cidades, permitindo a troca de informações entre serviços, entidades e o próprio cidadão. Por este motivo ter uma boa abrangência na rede de dados e voz, assim como em protocolos dedicados a dados, assume extrema importância no âmbito municipal. Observando o recorte regional da MMP, verifica-se que a região possui uma infraestrutura instalada de redes de 4G que atende todos os municípios (TELECO, 2021), contudo outros protocolos têm uma menor adesão, como o protocolo LoRa (Low Range) destinado a troca de dados de sistemas e IoT, cobrindo apenas 40% do território a MMP (TELECO, 2021).

Governo eletrônico

Os governos ao redor do mundo sofrem a pressão pela modernização de seus serviços e a inclusão de novas tecnologias, originando o cha-

mado governo eletrônico (e-gov) (OSMAN et al., 2019). As plataformas e sistemas voltados para o e-gov utilizam a infraestrutura urbana como ferramenta para aquisição de dados quanto ao funcionamento de serviços públicos, permitem transparência da gestão (FACCHINI et al., 2016), uma maior participação do cidadão e eficiência operacional dos serviços públicos (INGRAMS et al., 2020; OSMAN et al., 2019). Contudo, nem todo cidadão se torna elegível para ser usuário desses serviços, em alguns casos pela falta de acesso a conexões de internet e dispositivos capazes de proverem o acesso, como computadores e celulares (CAMILLERI, 2019). Nos casos das instituições, mesmo as municipalidades podem estar dentro desta restrição, com a restrição de acesso à Internet, ausência de corpo técnico para desenvolvimento dos serviços ou com baixos recursos econômicos para implantação de ações digitais.

O Brasil tem avançado na digitalização dos serviços públicos de forma consistente na última década, embora os limitantes técnicos e econômicos ainda apresentem desigualdades quando se avaliam municípios de regiões diferentes (CGI.br, 2020).

Embora a MMP apresente uma infraestrutura de telecomunicações com ampla cobertura na região, o panorama de acesso à internet pelas prefeituras se mostra desigual. A Figura 1 apresenta o mapa da MMP com o tipo de comunicação utilizado por cada prefeitura, segundo dados da plataforma Cidades@ do IBGE (IBGE, 2021).

Quando analisados os dados de municípios que fornecem acesso WiFi gratuito nas cidades da MMP, verifica-se que este serviço é ofertado por apenas 47% dos municípios, como apresentado na Figura 2, limitando assim o acesso à internet nas populações locais. A possibilidade de acesso à internet fornecido pelas cidades, de forma gratuita, permite uma inclusão digital dos munícipes a serviços da prefeitura e concessionárias, ainda que a cidade não disponha de sistemas inteligentes. Este tipo de acesso possibilita mitigar a limitação de acesso enfrentada pela população, que muitas vezes se enquadra nos grupos medidos pela PNAD TIC (CETIC.br, 2020), os quais deixam de utilizar a internet pelo alto custo do serviço frente ao seu poder aquisitivo.

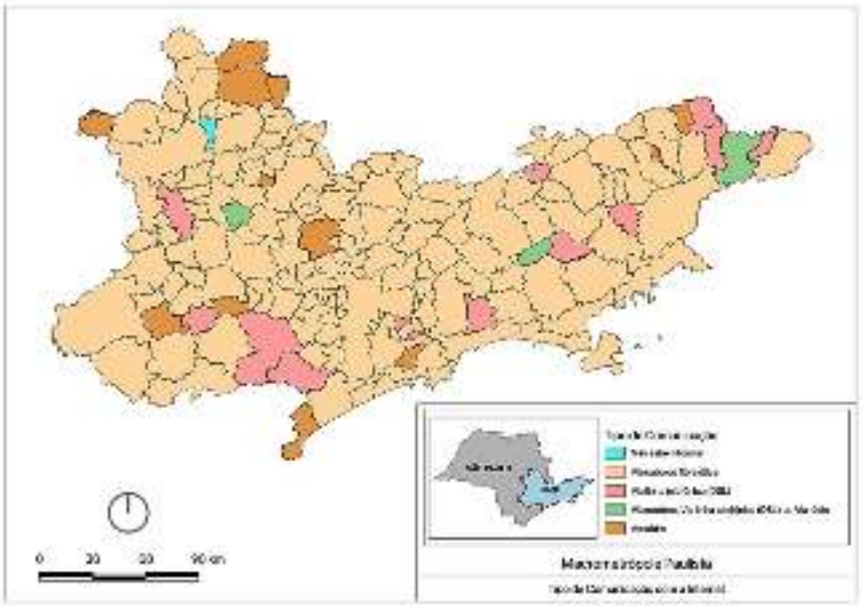


Figura 1 Mapa da MMP com o tipo de comunicação para acesso à Internet utilizado por cada prefeitura. *Fonte:* IBGE cidades@, 2021.

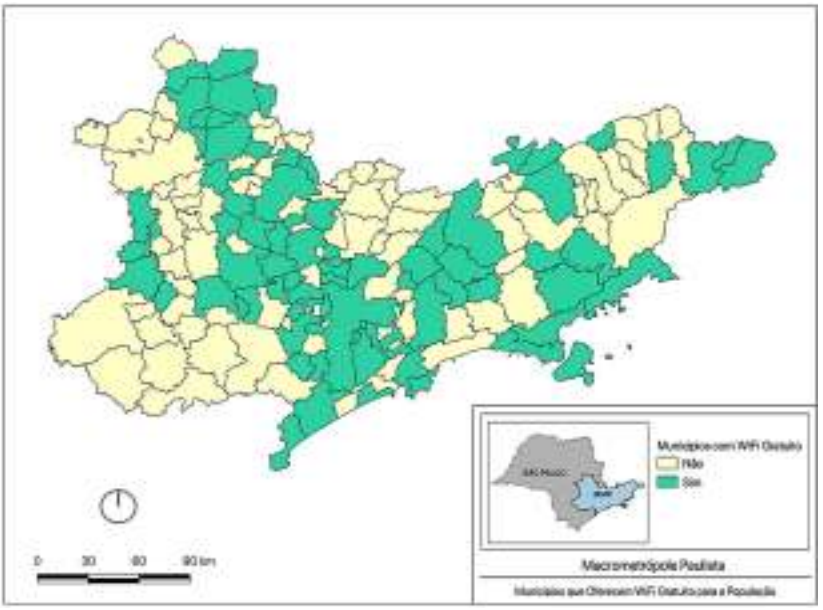


Figura 2 Municípios da MMP que oferecem acesso WiFi gratuito. *Fonte:* IBGE cidades@, 2021.

Sob a óptica de serviços digitais focados na dinâmica das cidades, que diferem do acesso gratuito à internet uma vez que cobrem sistemas inteligentes que agregam valor ao ambiente da cidade e na vida do cidadão, a Tabela 2 apresenta o percentual de municípios que adotam cada um dos serviços levantados pelo questionário do IBGE. Estes serviços apresentam características importantes para as cidades inteligentes e sustentáveis

Tabela 2 Municípios da MMP que possuem serviços inteligentes em sua infraestrutura.

Serviço Prestado	Quantidade de municípios que utilizam
Bilhete Eletrônico de Transportes Público	44,8 %
Ônibus Municipal com GPS	30,5 %
Centro de Controle e Operações	45,4 %
Sistema de Iluminação Inteligente	5,7 %
Semáforos Inteligentes	13, 8%
Sensores para Monitoramento de Área de Risco	18,4 %

Fonte: IBGE (2021)

Smart Meters

A implantação dos *Smart Meters* (SM), ou medidores inteligentes, é uma etapa fundamental na implantação das SG e da adoção de novas formas de cobrança pelo uso da energia, como, por exemplo, *Time-Of-Use* (TOU)[2], *Critical Peak Pricing* (CPP) and *Real-Time Pricing* (RTP) (DRANKA & FERREIRA, 2020).

A primeira regulação brasileira a tratar dos SM foi a Resolução Normativa nº 502/2012 da ANEEL, posteriormente alterada pela RN nº 863/2019, que aprimorou os procedimentos de medição e leitura para consumidores conectados ao sistema de distribuição.

A adoção de SM por consumidores domésticos no Brasil é de difícil previsibilidade por dois motivos distintos. O primeiro está associado à ausência de regulação clara para este segmento, reduzindo o interesse das concessionárias de distribuição em realizar investimento na moderniza-

2. A cobrança diferenciada pelo horário de uso (*time-of-use*, TOU) já foi regulamentada no Brasil e está em estágio de implementação no país: a "tarifa branca" criada pela RN nº 733/2016 da ANEEL.

ção, em virtude dos riscos neste atual contexto. O segundo motivo está relacionado ao limitado conhecimento e acesso à tecnologia por parte do consumidor final. Os SMs podem agregar facilidades através de sistemas digitais e aplicativos; entretanto, a população que recebe sua instalação pode não saber aproveitar estas características por falta de conhecimento técnico ou não ter acesso pela ausência de comunicação através da internet, seja pela falta de dispositivos móveis ou computadores.

Atualmente, o uso dos medidores inteligentes no país é restrito a projetos piloto de SG de distribuidoras específicas (DRANKA & FERREIRA, 2020) e a instalação dos SM ainda se encontra em seus primeiros estágios e tem, portanto, baixo percentual de penetração no mercado (PONCE-JARA et al., 2017). Algumas cidades da Macrometrópole Paulista onde já teve início a instalação dos *smart meters* são: Aparecida, Atibaia, Barueri, Bom Jesus dos Perdões, Jaguariúna, Nazaré Paulista, São Paulo.

Embora a instalação de SM tenha o potencial de melhorar a qualidade do serviço e a operação do sistema global e reduzir custos operacionais, sua implantação traz novos desafios técnicos, regulatórios, econômicos e sociais. A questão da privacidade de dados é muito controversa e há casos em que os consumidores se opõem à instalação desses medidores (DANTAS et al., 2018). Ainda, os SM têm grande potencial para reduzir as perdas não-técnicas, pois apesar de não reduzirem essas perdas diretamente, os medidores permitem identificar com precisão sua localização e possibilitam a adoção de medidas eficazes.

Cidades inteligentes e uma agenda para o futuro

A MMP apresenta-se como uma região propícia para iniciativas dentro da temática de *smart cities*, dado o seu grau de urbanização e infraestrutura presente, como demonstram os indicadores analisados, mas ainda exige grande investimento e políticas de apoio. A existência de espaços que poderão ser construídos para abrigar um vigoroso processo de diálogo a serem travados em âmbito regional, e que por sua vez poderão influenciar e se estender ao território nacional com base nas experiências locais, poderão ser explorados. Segundo Cohen (2015), a adoção de soluções para *smart city* estão compreendidas em três gerações distintas, que traçam uma evolução linear da utilização das tecnologias. Nacionalmente, com as limitações técnicas, financeiras e sociais, a adoção não se

adequa a este desenvolvimento linear; os diversos cenários regionais e limitantes técnicos indicam a necessidade de dinâmicas próprias. Neste sentido, abrem-se caminhos para investigar como a regionalização e condições próprias do país impactam a utilização de novas tecnologias.

O encerramento das atividades da Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano (EMPLASA) impactou negativamente os repositórios de dados que compreendiam informações de referência da região da MMP. Embora existam portais de acesso de dados referentes ao estado de São de Paulo e de alguns municípios, nenhuma das opções cobre esta ausência de informações específicas do maior aglomerado urbano da América Latina. Nesse sentido, a criação de um repositório de dados abertos sobre informações da MMP, consistente e atualizável, permitiria compreender melhor a região e fornecer subsídios para novas pesquisas e a definição de políticas públicas.

A análise do novo paradigma da SC e sua paulatina afirmação também no âmbito brasileiro é reveladora da necessidade e da importância ética do debate crítico sobre as transformações sociotécnicas como aquelas que caracterizam a contemporaneidade do urbano e que não podem ignorar as profundas conexões com o mundo da empresa, do digital e da energia de forma mais geral. Nesse sentido, os debates sobre a oposição abstrata entre o global e o local, que foram centrais nas colocações do urbanismo *mainstream* de 10 ou até 20 anos atrás, no auge dos estudos sobre globalização, e que recentemente voltaram de uma forma semelhante nos estudos sobre mobilidade, mudança climática e transição energética, precisam ser superados a partir de um redescobrimento do urbano como lugar político, no sentido das literaturas críticas como aquelas sobre a política do lugar (VAN NESTE; SÉNÉGAL, 2015) ou o urbanismo (BORJA, 2012), ou a geografia crítica do capitalismo contemporâneo (HARVEY, 2014).

Agradecimentos – Agradecemos o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Projeto Temático: 2015/03804-9) e bolsa 2018/17626-3.

Referências

AMIN, S. M.; WOLLENBERG, B. F. Toward a smart grid. **IEEE Power & energy magazine**, out. 2005. 34-41. Disponivel em: <https://massoud-amin.umn.edu/sites/massoud-amin.umn.edu/files/2020-03/smart_grid_ieee_pe_amin_wollenberg.pdf>. Acesso em: 03 dez. 2020.

AMIN, A.; THRIFT, N. **Seeing Like a City**. Cambridge: Polity Press, 2017.

ANTHOPOULOS, L. Smart utopia VS smart reality: Learning by experience from 10 smart city cases. **Cities**, v. 63, 2017, p. 128-148.

ANTHOPOULOS, L. **Smart City Emergence**. Amsterdam, Oxford e Cambridge, MA: Elsevier, 2019.

BRENNER, N.; SCHMID, C. The "Urban Age" in Question. **International Journal of Urban and Regional Research**, v. 38, n. 3, 2013, p. 731-755.

CALDERÓN, M.; LÓPEZ, G.; MARÍN, G. Smart Cities in Latin America. In: OCHOA, S. F.; SINGH, P.; BRAVO, J. (Eds.). **Proceedings of the 11th International Conference Ubiquitous Computing and Ambient Intelligence-UCAmI 2017**, Philadelphia, PA, USA, November 7–10. Cham: Springer International Publishing, 2017.

CAMILLERI, M. A. The online users' perceptions toward electronic government services. **Journal of Information, Communication and Ethics in Society**, v. 18, n. 2, p. 221-235, 2019.

CAPROTTI, F. et al. "Candles are not bright enough": Inclusive urban energy transformations in spaces of urban inequality? In: KEITH, M.; SANTOS, A. S. (Eds.). **African Cities and Collaborative Futures: Urban Platforms and Metropolitan Logistics**. Manchester: Manchester University Press, 2021.

CASTRO-COMA, M.; MARTÍ-COSTA, M. Comunes urbanos/ : de la gestión colectiva al derecho a la ciudad. **EURE**, v. 42, 2016, p. 131-153.

CETIC.br - Centro Regional de Estudos para o Desenvolvimento da Sociedade da Informação **TIC DOMICÍLIOS: Pesquisa Sobre o Uso das Tecnologias de Informação e Comunicação nos Domicílios Brasileiros**. São Paulo: CETIC.br, 2020.

CGI.br - Comitê Gestor da Internet no Brasil. **Tecnologias de Informação e Comunicação na Gestão Urbana: desafios para mediação de cidades inteligentes**. São Paulo: CGI.br, 2020.

CHEN, Y.; HAN, D. Water quality monitoring in smart city: A pilot project. **Automation in Construction**, v. 89, February 2018, p. 307-316.

COHEN, B. **The 3 Generations of Smart Cities From 1.0 to 3.0**. Disponível em: <https://www.smartcitieslibrary.com/the-3-generations-of-smart-cities/>. Acesso em: 10 maio. 2021.

CRUZ, N.; COTA, N.; TREMOCEIRO, J. Lorawan and urban waste management—a trial. **Sensors**, v. 21, n. 6, 2021, p. 1-19.

CUÉLLAR, C. R. Movimientos barriales: reivindicación del derecho a la ciudad. **Panorama,** v. 9, n. 16, 2015, p. 66-76.

DANTAS, G. D. A. et al. Public Policy for smart grids in Brazil. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 92, p. 501-512, 2018.

DRANKA, G. G.; FERREIRA, P. Towards a smart grid power system in Brazil: Challenges and opportunities. **Energy Policy**, v. 136, 2020. 111033.

FACCHINI, E. et al. Brazil in Search of Transparency E-Gov. **Advances in Distributed Computing and Artificial Intelligence Journal**, v. 5, n. 1, 2016, p. 63-71.

FAKHIMI, A. H.; KHANI, A. H.; SARDROUD, J. M. Smart-city infrastructure components. In: VACA, J. R. **Solving Urban Infrastructure Problems Using Smart City Technologies**. Amsterdam, Oxford e Cambridge, MA: Elsevier, 2021, p. 17-54.

GOLDFRANK, B. Democracia participativa e sostenabilidad ambiental. **Revista Nueva Sociedad**, Buenos Aires, Argentina, v. 240, 2012, p. 87-108.

HAJER, M. A. On being smart about cities. In: ALLEN, A.; LAMPIS, A.; SWILLING, M. (Eds.). **Untamed Urbanisms**. Abindgon, Oxon and New York: Routledge, 2016, p.50-63.

HARVEY, D. **Rebel cities: From the Right to the City to the Urban Revolution**. New York: Verso, 2014.

HOLSTON, J. Insurgent Citizenship in an Era of Global Peripheries. **City and Society**, v. 21, n. 2, 2009, p. 245-267.

HOWE, C. et al. Paradoxical Infrastructures: Ruins, Retrofit, and Risk. **Science Technology and Human Values**, v. 41, n. 3, 2015, p. 547-565.

KOVACIC, Z. Investigating science for governance through the lenses of complexity. **Futures**, v. 91, 2017, p. 80-83.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Cidades@**. Rio de Janeiro: IBGE, 2021. Disponível em: https://cidades.ibge.gov.br. Acesso em: 12 abr. 2021

INGRAMS, A. et al. Stages and Determinants of E-Government Development: A Twelve-Year Longitudinal Study of Global Cities. **International Public Management Journal**, v. 23, n. 6, 2020, p. 731-769.

IRAZÁBAL, C.; JIRÓN, P. Latin American smart cities: Between worlding infatuation and crawling provincialising. **Urban Studies**, v. 58, n. 3, 2021, p. 507-534.

JAWHAR, I.; MOHAMED, N.; AL-JAROODI, J. Networking architectures and protocols for smart city systems. **Journal of Internet Services and Applications**, v. 9, n. 1, 2018.

JESSOP, B. Dinâmica do regionalismo e do globalismo: uma perspectiva de economia política crítica. In: BRANDÃO, C. A.; FERNÁNDEZ, V. R.; DE QUEIROZ RIBEIRO, L. C. (Eds.). **Escalas Espaciais, Reescalonamentos e Estatalidades: Lições e Desafios para América Latina**. Rio de Janeiro: Letra Capital - Observatório das Metrópoles, 2018, p. 43-70.

LEDO, A. P.; GONZÁLEZ, J. J. O.; IGLESIAS, A. M. De la planificación estratégica al marketing urbano: Hacia la ciudad inmaterial. **Eure**, v. 36, n. 108, 2010, p. 5-27.

LEFEBVRE, H. **O direito à cidade**. São Paulo: Centauro, 2001.

LUND, H. et al. Smart energy and smart energy systems. **Energy**, 137, 2017, p. 556-565.

MOHANTY, R.; KUMAR, B. P. Urbanization and smart cities. In: VACA, J. R. **Solving Urban Infrastructure Problems Using Smart City Technologies**. Amsterdam, Oxford e Cambridge, MA: Elsevier, 2021, p. 143-158.

OSMAN, I. H. et al. A cognitive analytics management framework for the transformation of electronic government services from users' perspective to create sustainable shared values. **European Journal of Operational Research**, v. 278, n. 2, 2019, p. 514-532.

PIETERSE, E.; HYMAN, C. Disjunctures between Urban Infrastructure, Finance and Affordability. In: PARNELL, S.; OLDFIELD, S. (Eds.). **The Routledge Handbook on Cities of the Global South**. London & New York: Routledge, 2014, p. 191-205.

PONCE-JARA, M. et al. Smart Grid: Assessment of the past and present in developed and developing countries. **Energy Strategy Reviews**, v. 18, 2017, p. 38-52.

RUHLANDT, R. W. S. The governance of smart cities: A systematic literature review. **Cities**, 2018, p. 1-23.

RUIZ, R. H. D. R.; BERMANN, C. Participação popular no licenciamento ambiental do projeto "Verde Atlântico Energias" em Peruíbe/SP. **Anais do IX Encontro Nacional da ANPPAS**, Brasília, Brasil, 2019, p. 3406-3426.

SERRANO, W. Digital Systems in Smart City and Infrastructure: Digital as a Service. **Smart Cities**, v. 1, n. 1, 2018, p. 134-153.

SZULECKI, K.; OVERLAND, I. Energy democracy as a process, an outcome and a goal: A conceptual review. **Energy Research & Social Science**, v. 69, 2020, 14 p. TELECO. **Teleco - Inteligência em Telecomunicações**. Disponível em: <https://www.teleco.com.br>. Acesso em: 10 dez. 2020.

TONKISS, F. **Cities by Design: The Social Life of Urban Form**. Cambridge: Polity Press, 2013.

UNITED NATIONS. Smart cities and infrastructure Report of the Secretary-General Economic and Social Council. **Economic and Social Council**, v. Cn.16/2016, February 2016, 18 p.

VAN NESTE, S. L.; SÉNÉCAL, G. Claiming Rights To Mobility Through The Right To Inhabitance: Discursive Articulations from Civic Actors in Montreal. **International Journal of Urban and Regional Research**, v. 39, n. 2, 2015, p. 218-233.

ZHANG, Y.; CHEN, W.; GAO, W. A survey on the development status and challenges of smart grids in main driver countries. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 79, 2017, p.134-147.

Capítulo 19

Justiça energética e geração distribuída fotovoltaica em São Paulo

Andrea Lampis, Lira Luz Benites Lazaro, Raiana Schirmer Soares, Sigrid de Aquino Neiva e Célio Bermann

Introdução

Conforme Sovacool, Sidortsov e Jones (2013), a justiça energética está relacionada à distribuição justa dos custos e benefícios no sistema energético e a um processo de tomada de decisão representativo e justo. O debate para incluir questões de justiça energética à justiça social na transição para um sistema energético de baixo carbono está presente nos objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), em particular, o objetivo ODS 7 que expressa a ideia de uma transição energética justa, isto é, uma energia sustentável, moderna e a preço acessível a todos. O acesso à energia sustentável "para todos" é um desafio para os formuladores de políticas de energia em diversas partes do mundo. Assim, cabe questionar se o conceito de justiça energética pode ser utilizado como referência na busca por "energia limpa" para todos. Além disso, a justiça com foco na política energética pode fornecer *insights* sobre as múltiplas dimensões da injustiça e justiça social nos sistemas energéticos, o problema do acesso e a democratização (JENKINS, 2016).

No mundo, a necessidade de energia é crescente, enquanto o acesso às diversas fontes é cada vez mais desigual, o que aprofunda o fosso entre quem recebe os benefícios da tecnologia e quem está excluído ou mesmo literalmente expulso das novas formas de cidadania energética. Situar a pesquisa de energia dentro de contextos mais amplos de desigualdades socioeconômicas sistêmicas, devido à interdisciplinaridade do tema, pode exigir esforços adicionais. Entretanto, abordagens interseccionais se fazem necessárias, sobretudo aquelas que incluem gênero, raça e classe às questões energéticas, em vez de tratá-los de maneira exclusiva.

A crescente produção de energia, impulsionada pelo modelo de desenvolvimento ambiental e socialmente perverso que incentiva o consumo insustentável de recursos, ainda depende em grande parte das fontes fósseis e, como tal, contribui muito para o aquecimento global e degradação ambiental, com efeitos nocivos para as pessoas e ecossistemas em geral. É por isso que todas as questões de justiça energética são questões de justiça climática e vice-versa.

Nesta perspectiva, objetiva-se analisar a concentração socioespacial da inovação tecnológica, sob a compreensão da desigualdade dos processos de transformação energética existentes na cidade de São Paulo, tendo como eixo norteador as questões de justiça energética. A incidência de desigualdades regionais é um fenômeno multidimensional que ocorre de maneira inerente ao subdesenvolvimento, com forte recorrência em economias como a do Brasil. A concentração socioespacial revela-se como entrave ao desenvolvimento em bases sustentáveis, visto que o fluxo de riquezas, da renda e do consumo produzem excedentes, mas por outro lado, resultam em exclusão e escassez. Quando se considera a capacidade local em fomentar inovações tecnológicas essa questão fica ainda mais evidente. Assim, regiões com sistemas de inovação tecnológica mais avançados e robustos possuem melhores condições na ampliação de sua renda se comparados aqueles que apresentam composições inovativas mais frágeis.

A desigualdade regional produz, portanto, tecidos sociais distintos, cujos arranjos resultam na manutenção do abismo que separa territórios prósperos daqueles marcados pela pobreza.

A primeira parte do capítulo traz uma discussão inédita no Brasil sob o ponto de vista do entendimento da pesquisa sobre justiça energética. Parte-se dos questionamentos a respeito das contribuições que podem ser extraídas da literatura no âmbito da filosofia política e em quais eixos de reflexão do debate sobre justiça energética estes se sustentam. Seguindo esse raciocínio, argumenta-se sobre quais princípios da justiça energética e com que métricas a geração distribuída (GD) tem recebido atenção, baseados principalmente, na revisão de debates sobre justiça energética realizados por Jenkin et al. (2016), onde há a concentração na produção e no consumo de energia como campos distintos de atenção e na de Sovacool (2014) que reconhece que a justiça energética precisa distribuir os benefícios e encargos dos sistemas de energia, preocupação premente para qualquer sociedade que aspira ser justa.

Na segunda parte do texto, apresentam-se os dados relativos às regionalidades da cidade de São Paulo como estudo de caso e se discute as suas implicações à luz da discussão teórica desenvolvida na primeira parte. Como base para essa análise, utilizam-se resultados de pesquisas socioeconômicas recentes que tratam da distribuição de renda na cidade, e ainda, o perfil dos arranjos familiares com foco nas mulheres chefes de família. O objetivo é analisar a dispersão das unidades de geração distribuída fotovoltaicas no território com a finalidade de entender os limites espaciais de sua penetração, considerando que a compreensão distributiva da justiça, tanto em termos da distribuição dos seus impactos como de suas responsabilidades, implica nas questões de espacialidade.

A metodologia empregada teve como base de dados os Códigos de Endereçamento Postal (CEP) das unidades disponibilizados pela Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL) e utilizou-se o site de serviços *Google Maps* para o mapeamento dessas unidades. Evidenciou-se uma dispersão bastante heterogênea dessas unidades na cidade, concentradas nas regiões centro, oeste, centro-sul e oeste e mais dispersas nas demais, à exceção da região sul onde praticamente inexistem.

Analisando os dados socioeconômicos com os limites onde as unidades se concentram, constatou-se uma correlação entre as variáveis sociais, econômicas e ambientais. Inferiu-se, então, que existe correlação entre os princípios da justiça energética, sendo eles, distributivo – sinergia a uma série de vulnerabilidades socioeconômicas, onde pode-se incluir fatores substanciais, como por exemplo, equidade de gênero e meio ambiente; de reconhecimento – pessoas com menor índice de educação formal e a população preta e parda que vem sendo ignorada por políticas de incentivo; e de representação – políticas de incentivo de geração distribuída que negligenciam o acesso a todos, sobretudo, no que se refere à eletrificação, que tem grande impacto sobre a saúde, educação e economia.

Finalmente, conclui-se que os dados levantados apontam para uma concentração da distribuição das instalações de geração distribuída fotovoltaica que tendem a se apresentar de maneira fiel às desigualdades socioespaciais no campo de distribuição de renda, demonstrando a necessidade de aprofundamento a respeito das sinergias entre pobreza por renda, desigualdade social e pobreza energética. Inferiu-se também que os mecanismos de mercado que dominam a governança energética

são propulsores de políticas públicas de regulação de formas emergentes de geração distribuída, e que, portanto, fomentam a concentração. E por último, nossa análise destaca a presença de desafios importantes relacionados aos processos de transformação energética na urbe econômica, legitimando o questionamento sobre como essa transformação reproduz antigas desigualdades de maneira contínua.

Justiça e justiça energética: fronteiras abertas no debate

A presente seção tem o intuito de discorrer sobre a justiça energética e aproximá-la das atuais discussões sobre justiça social. Há uma convergência geral no fato de o conceito de Justiça Energética ter sido inicialmente empregado com base em preocupações pelas dimensões distributiva e procedimental da justiça, o que é consistente com a origem do conceito no âmbito dos movimentos sociais, no campo dos estudos sobre conflitos socioambientais e da geografia crítica (LEE & BYRNE, 2019; PELLEGRINI-MASINI et al., 2020; SOVACOOL et al., 2017). Com essa finalidade, a seção parte dos seguintes questionamentos: i) Que tipo de contribuição pode-se extrair da literatura sobre justiça no âmbito da filosofia política trazendo para a luz do debate sobre a justiça energética? ii) Quais são os principais eixos norteadores da reflexão na literatura sobre justiça energética?

Partindo desse comparativo, emerge que, no caso da justiça energética, a métrica da justiça e o caráter interpessoal da redistribuição se destacam como áreas nas quais existe um déficit de elaboração e, portanto, uma debilidade na dimensão da pesquisa empírica. Contudo, é preciso lembrar de antemão que tampouco no âmbito da filosofia política se tem uma convergência universal sobre qual deveria ser a métrica da justiça social ou econômica. Pelo contrário, na história do pensamento, o conceito de justiça tem levantado profundas contendas entre quem considerava a origem dos princípios que sustentam a justiça mesmo no campo das leis naturais, divinas ou positivas.

No pensamento moderno, sobretudo, a partir do pensamento inglês dos séculos XVIII e XIX, a justiça tem sido pensada como um valor e um conceito associado com ou subordinado a outros, como nos casos da utilidade social ou felicidade da maioria, e também, como paz e convivência no marco do respeito recíproco. Porém, é a partir do final do século XIX, com

o pensamento social igualitário e com a obra de Marx que vai se afirmando uma ideia de justiça associada à igualdade política e social que, seja dito, é a raiz não declarada, nem analisada ou até reconhecida por trás da maioria das argumentações contemporâneas sobre justiça energética.

Agora, é legítimo se perguntar por que isso seria ou deveria ser um problema. É um grande problema quando se trata de passar ao nível operativo de uma política pública ou de uma avaliação de uma injustiça no campo energético, a ideia de justiça como algo associado à igualdade política e social, apresentando como diriam os economistas, grandes elasticidades. Nós podemos considerar um fato que, no campo da justiça energética, o diálogo com as questões colocadas sobre a justiça pela literatura sobre filosofia política, em particular: i) qual é o princípio da justiça que tem que ser observado e, ii) qual é sua métrica (o que tem que ser redistribuído) e tem recebido menor atenção.

Os debates sobre igualdade e, por extensão, desigualdade e justiça apresentam um paradoxo, todos querem combater os problemas aos quais dedicam suas análises, porém poucos podem concordar sobre como fazê-lo, quais deveriam ser as políticas públicas de caráter universal para produzir uma redução das injustiças e quais as métricas para avaliar ou até mensurar o aumento da justiça.

Wolff e De Shalit na obra *Disadvantage,* na qual ressaltam a centralidade dessas perguntas para qualquer que tenha se engajado com questões de justiça (WOLFF; DE-SHALIT, 2007), lembram as que irresolvíveis disputas têm se produzido entre aqueles que defendem que os bens econômicos devem ser distribuídos de tal forma que a sociedade esteja conformada por iguais e aqueles que pensam que deveria haver prioridade absoluta para os que estão em pior situação, e mais além dessa clássica contraposição, outras confrontações entre esses partidos já mencionados em contra daqueles – quem pensa que deveria haver algum tipo de prioridade ponderada para os que estão em pior situação, ou, finalmente, todos os partidos precedentes disputando o terreno com aqueles que pensam que o que realmente importa é que cada um deve ter o suficiente (o que são chamadas de "teorias da suficiência").

Um dos trabalhos recentes mais citados, a revisão dos debates sobre justiça energética realizada por Jenkins e colegas no ano de 2016 foca a questão da seguinte maneira. O primeiro problema identificado é que, até

à data da publicação (2016), a literatura no domínio da justiça energética tinha se centrado na produção e no consumo de energia como campos distintos de preocupação. No entanto, na tradição da pesquisa em ciências sociais e energia, na qual se colocam Jenkins e colegas, as duas dimensões têm importantes continuidades (JENKINS et al., 2016); enquanto isso, nessa tradição, onde é grande a influência da geografia crítica, o que atinge a um território é um assunto abrangente tanto política como geograficamente sob o ponto de vista dos sistemas atingidos.

Sovacool (2014), a partir do seu artigo no qual pauta a agenda de pesquisa no campo, tem deixado a palavra: o teórico da ciência Michael Sandel, citado por Sovacool, indica que "perguntar se uma sociedade é justa é perguntar como ela distribui as coisas que prezamos – renda e riqueza, deveres e direitos, poderes e oportunidades, cargos e honras. Uma sociedade justa distribui esses bens da maneira certa; dá a cada pessoa o que lhe é devido" (SANEL, 2009, citado em SOVACOOL, 2014). A justiça energética, portanto, reconhece que a energia precisa ser incluída na lista de coisas que premiamos; como distribuímos os benefícios e encargos dos sistemas de energia é uma preocupação fundamental para qualquer sociedade que aspira ser justa.

Outra contribuição central no campo da filosofia política de absoluta relevância para um debate sobre justiça energética tem sido colocada por Fraser que tem argumentado sobre a necessidade de superar a dimensão distributiva das análises sobre a justiça propondo uma articulação da justiça em três dimensões: redistribuição, reconhecimento e representação (FRASER, 2010).

Para Fraser (2010), a injustiça não se apresenta em nossas sociedades só na dimensão distributiva, central nas lutas entre classes e no âmbito da distribuição das utilidades. A dimensão da identidade e das particularidades dos sujeitos sociais resultam ser igualmente determinantes, como é o caso das diferenças raciais ou de gênero a partir das quais se produzem e articulam muitas das grandes injustiças que afetam o Brasil, por exemplo, a exclusão e a violência com base na cor da pele, como mostram as estatísticas sobre a necropolítica das mortes seletivas nas favelas (WERMUTH et al., 2020), ou a verdadeira pandemia da violência de gênero e, não obstante, a violência e o maltrato de crianças e idosos.

Ainda de acordo com Fraser (2010), todas essas formas de injustiça não têm como eixo principal problemas de distribuição, mas de reconhecimento do valor das identidades particulares e das diferenças. Quando a dimensão da redistribuição e do reconhecimento se somam para produzir injustiça falamos de interseccionalidade. Finalmente, num mundo globalizado onde a representação política resulta desterritorializada, a dimensão da representação acaba por ser igualmente importante como as outras duas.

Como é indicado no Quadro 1, uma possível fronteira para o desenvolvimento da pesquisa sobre justiça energética pode ser articulada a partir da interseção entre as principais tendências da pesquisa empírica (no eixo horizontal, a saber, avaliativa, normativa e procedimental), e a proposta de Fraser relativa à articulação dos princípios da justiça em três âmbitos ou dimensões, no eixo vertical – as dimensões distributivas do reconhecimento e da representação.

Quadro 1 Contribuições avaliativas, normativas e procedimentais sobre justiça energética.

Princípios	Avaliativa	Normativa	Procedimental
Distribuição	Onde se concentram as injustiças?	Como deveríamos resolvê-las?	Quais métricas deveriam ser adotadas para a transposição dos princípios da justiça em políticas aplicadas?
Reconhecimento	Quais grupos / identidades são ignorados?	De que maneira deveríamos reconhecê-los/as?	Quais procedimentos e mecanismos deveriam ser utilizados para identificar e devolver acesso aos direitos?
Representação	Quais são os mecanismos políticos que negam às pessoas/grupos a possibilidade de participar com outros/as na interação social, inclusive nas arenas políticas?	Quais deveriam ser os canais de representação?	Quais são os mecanismos que permitem uma ampla titularidade dos direitos em contextos diversos de participação política?

Fonte: Adaptado com base em (JENKINS et al., 2016; FRASER, 2010; GUO et al., 2019).

Considerando que energia e ambiente são dois campos altamente complementares, um caminho para a reflexão conceitual é investigar sobre o relacionamento entre os debates sobre justiça ambiental e justiça energética.

A justiça ambiental se refere tanto a um movimento histórico, que ganhou destaque nos Estados Unidos na década de 1980, quanto a uma estrutura conceitual para a análise de problemas ambientais (HERBERT, 2020). Sua premissa ética central é que os encargos e benefícios da vida social com respeito ao meio ambiente devem ser distribuídos de forma justa. Entretanto, a evidência empírica demonstra que esse ideal está longe de ser realizado. Infelizmente, aqueles que já sofrem de discriminação e injustiça na sociedade (por exemplo, os pobres e grupos minoritários sociais e raciais) tendem a também arcar com o fardo dos riscos e desvantagens ambientais, vivendo e trabalhando em ambientes perigosos e poluídos.

Esses dois últimos pontos têm sido destacados também no debate brasileiro sobre justiça ambiental (AMARAL et al., 2021). Evans e Pelhan (2016) têm resgatado o eixo analítico que permite fazer a conexão entre justiça ambiental e transições justas. A justiça ambiental é uma abordagem que foca na justiça procedimental e distributiva, não se opõe ao desenvolvimento como tal, e nem sobre a lógica "não no meu quintal" (do inglês, *"not in my backyard"*, também chamada de *Nimby*), onde as comunidades simplesmente defendem a mudança de indústrias perigosas de uma localidade para outra.

O conceito de transição justa é descrito pelo *Canadian Labour Council* (CLC), um pioneiro no campo, como uma campanha política para "garantir" que os custos da mudança ambiental – em direção à sustentabilidade, sejam compartilhados de forma justa. O fracasso em criar uma transição justa significa que o custo das mudanças para a sustentabilidade será totalmente transferido para os trabalhadores das indústrias-alvo e suas comunidades. Neste mesmo sentido, a transição energética sem ser justa é também ambientalmente injusta e vice-versa.

Embora neste capítulo a discussão tenha foco na justiça energética, é importante ressaltar, no marco de uma discussão mais ampla, os conceitos de justiça ambiental e justiça energética. Finalmente, outro elemento de destaque é o fato de que, tanto o debate sobre justiça ambiental como sobre justiça energética, se concentram nas dimensões procedural e

redistributiva relativas: i) Aos sujeitos coletivos, comunidades ou grupos sociais; e, ou ii) Aos sujeitos geográficos, regiões, territórios ou áreas, como pela aproximação aos sujeitos coletivos entre eles.

Pensar a justiça energética aproveitando as contribuições do debate sobre justiça ambiental permite romper a fronteira antropocêntrica de uma justiça mensurada apenas com base na utilidade de sujeitos humanos e introduzir a necessidade de uma reflexão que se confronte com outras unidades de análise, como por exemplo, o território e a natureza como sujeitos de direitos.

De fato, a reflexão da filosofia política clássica, apesar de ter uma finalidade coletiva no sentido do fortalecimento da democracia, por exemplo, se apresenta como um projeto centrado na identificação de princípios válidos no domínio individual. É esse o caso do Rawls, como reforça Fanon, indicando que o projeto rawlsiano "fornece uma estrutura teórica programática para discutir conceitos normativos relativos aos indivíduos, tais como obrigações, direitos naturais e permissões" (FANTON, 2020).

Conforme debatido por Petroni (2020), as teorias igualitárias da justiça podem ser organizadas com base em duas disputas teóricas fundamentais: a primeira, sobre o problema do objeto da igualdade, como disse Sen "igualdade de quê?" (SEN, 1979), ou seja, qual é a melhor métrica distributiva para uma dada teoria da justiça. O segundo problema relaciona-se às teorias igualitárias de justiça no que se refere à utilidade e ao seu caráter interpessoal, isto é, como tornar os princípios distributivos mais responsivos às nossas escolhas individuais. Esta segunda dimensão é inteligível quando pensamos nas reivindicações de pessoas voluntariamente subprodutivas em relação àquelas involuntariamente improdutivas.

Com toda a probabilidade, uma das razões para essa relativa desconexão é que, de maneira semelhante ao debate sobre justiça ambiental, a discussão sobre justiça energética se origina em grande parte no âmbito dos movimentos sociais e, ainda, mesmo nos primeiros anos de debates promovidos pelo movimento político e da pesquisa sobre justiça ambiental, os danos ao meio ambiente foram concebidos de formas bastante restritas em termos das desigualdades que se refletem entre os diferentes grupos sociais (HERBERT, 2020).

Sobre a igualdade econômica, Roemer (2012), aponta três razões principais:

i) Com base na justiça: "Rawls sustenta que as características das pessoas que determinam os resultados econômicos de que desfrutarão são arbitrárias do ponto de vista moral: talentos, famílias biológicas e ambientes".
ii) Com base nos efeitos adversos da escassez: a igualdade é a forma mais justa de resolver o fato de que não há riqueza suficiente para que todos tenham um projeto de vida razoável.
iii) Por razões de bem-estar coletivo: a desigualdade como conjunto de efeitos nocivos ao bem-estar humano.

Uma linha de desenvolvimento muito promissora na literatura sobre justiça energética (como é o caso da justiça climática) vem da contribuição de teorias feministas críticas e pós-desenvolvimento. Castán-Broto e colegas, num trabalho recente sobre justiça energética em Moçambique, têm defendido um diálogo entre a investigação sobre justiça energética e pós-colonial com o objetivo de promover a construção social das verdadeiras formas de violação da justiça energética em um contexto pós-colonial (CASTÁN et al., 2018). Um argumento central é que as concepções universalistas de justiça podem ignorar as particularidades que determinam os resultados de uma intervenção que busca entregar justiça energética, portanto, como veremos adiante, o eco do componente "reconhecimento" do pensamento de Fraser está presente. Neste trabalho, Castán-Broto e colegas, com base em um lugar de enunciação simbolicamente legitimado, afirmam que "a tendência acadêmica é, portanto, caminhar para definições deliberadamente simples de justiça e princípios de justiça fáceis de entender que podem atrair uma audiência cosmopolita de praticantes de energia eticamente preocupados e formuladores de políticas" (CASTÁN et al., 2018).

Pobreza e distribuição da renda como causas e efeitos da injustiça social no Brasil

Nesta seção, apresenta-se uma caracterização das principais tendências relativas à pobreza e distribuição da renda como determinantes e indicativos de injustiça social no Brasil e em São Paulo. Para o Brasil, Neri (2018) tem colocado que o comportamento da equidade "alavanca os

efeitos do *boom* seguido da estagnação pretérita sobre a pobreza e o bem-estar social. A equidade cresceu até 2014, mas desde o final deste ano vem jogando contra o bem-estar geral da nação".

De acordo com as análises de Neri, o Quadro 2 apresenta que a evolução da distribuição da renda, analisada a partir dos dados da Pesquisa Nacional por Amostra de Domicílios Contínua – PNAD, permanece virtualmente inalterada entre os anos de 2012 e 2019, de acordo com vários dos indicadores específicos. Os 5% mais ricos mantiveram sob seu controle uma porcentagem da renda que varia entre 29,1% do total em 2015 e 30,7% no ano de 2012. No entanto, nos últimos dois anos dos quais se dispõem de valores acertados, entre 2018 e 2019, a porcentagem foi de 30,6%. Em outras palavras, no Brasil os 5% mais ricos controlam uma terceira parte da renda, reflexo de uma das concentrações mais desiguais do planeta, como também ilustra o índice de Gini, apresentado na última linha do quadro 2 e que apresenta uma leve variação de 0,524 em 2015 e 0,545 em 2018.

Quadro 2 Evolução da Desigualdade de Renda no Brasil: 2012-2019, segundo a participação de cada Grupo de Renda no Rendimento Total[1] (%).

Grupos de renda	**2012**	**2013**	**2014**	**2015**	**2016**	**2017**	**2018**	**2019**
10 % mais pobre	1,0	1,1	1,1	1,1	0,8	0,7	0,8	0,8
20 % mais pobre	3,8	4,6	3,4	3,4	2,9	2,7	2,9	2,9
50 % mais pobre	17,5	18,5	16,5	16,6	15,3	15,2	15,4	15,6
10 % mais rico	43,0	42,3	41,8	41,4	43,4	43,3	43,1	42,9
5 % mais rico	30,7	29,8	29,4	29,1	29,9	30,2	30,6	30,6
Índice de Gini[2]	**0,540**	**0,533**	**0,526**	**0,524**	**0,537**	**0,538**	**0,545**	**0,543**

[1] Considera-se o rendimento mensal de todas as pessoas de 14 anos ou mais.

[2] O índice de Gini varia de 0 (igualdade máxima) a 1 (desigualdade máxima).

Fonte: IBGE-PNAD Contínua 2012-2019 – Síntese de Indicadores Sociais, 2020, Gráfico 2 (p.53) e Tabela 2 (p.54). Tabela 2.11 UF (disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/9221-sintese-de-indicadores-sociais.html?edicao=29143&t=resultados).

Com base nos dados da Fundação Sistema Estadual de Análise de Dados do Estado de São Paulo (SEADE), ano-base 2010, do total de 16,2 milhões de pessoas consideradas extremamente pobres no país, com

renda *per capita* inferior a setenta reais, cerca de 1,1 milhão residem no Estado de São Paulo, o que representa 7,0% da população pobre do país, ou 2,6% da população paulista. No conjunto do país, 8,6% dos brasileiros vivem em extrema pobreza (SEADE, 2021).

O tema da exclusão social é relevante também quando contraposto sobre consumo de energia elétrica. Muito embora o Brasil possua um índice de eletrificação alto se comparado à realidade latino-americana, já que 99,73% dos domicílios têm acesso à energia elétrica (HUB Energia, 2018), conforme ilustra o Quadro 3, 22% das residências sempre tiveram dificuldade em arcar com as contas de energia e 25% dos domicílios passaram a ter dificuldades em 2018

Quadro 3 Dificuldade em pagar contas de energia elétrica.

Sempre teve dificuldade em pagar as contas de energia elétrica	22%
Teve dificuldades de pagar as contas de energia elétrica no último ano	25%

Fonte: Adaptado de *Latinobarómetro Database*. Ano base: 2018.

Neste ponto da seção, pretende-se analisar os dados referentes à pesquisa da SEADE (2020) sobre a composição e os arranjos familiares que têm mulheres na chefia das famílias em comparação aos homens. Essa análise se faz pertinente, pois os discursos dos direitos humanos buscam superar a desigualdade na sociedade, como a desigualdade entre mulheres e homens decorrente das atribuições de gênero.

Segundo Joan Scott (1995), gênero é uma categoria de análise histórica que se refere à organização sociocultural da relação entre mulheres e homens. As diferenças desiguais de poder entre eles não são derivadas da natureza e da biologia, ainda que sejam naturalizadas como se fossem distinções inatas. Gênero, enquanto categoria analítica, é um conceito desenvolvido pelo movimento feminista a partir de sua segunda corrente teórica (também chamada de segunda onda), ou seja, por volta dos anos 1970, e tem como pano de fundo a reflexão sobre as opressões causadas nas mulheres em detrimento às relações assimétricas nas feminilidades e masculinidades.

Nas sociedades ocidentais, as questões de gênero fazem parte da estrutura social e cultural. Dessa forma, se configuram como campos de disputas que estão presentes desde a família até as nossas leis federais. Nesse interim, modelam nossa forma de ser e estar no mundo, moldam nossas identidades e diferenças. No entanto, é preciso dizer que as relações de gênero não podem ser generalizadas, pois variam em grau de sociedade para sociedade, o que reforça o ponto de que não são determinadas pela natureza, mas pelo ambiente social no qual uma pessoa é educada. Consequentemente, as dimensões de gênero quanto ao acesso e uso da energia variam entre conceitos sociais, econômicos, culturais e políticos (FEENSTRA & ÖZEROL, 2021).

Entretanto, o que se vê na prática é que mulheres e homens não se beneficiam igualmente do acesso à energia, uma vez que o mesmo serviço pode impactá-los de maneira distinta. Não se resume apenas à questão da divisão de gênero do trabalho que cria necessidades diferentes, mas também, porque existem percepções distintas dos benefícios da energia e da capacidade de acesso a esses benefícios com base no gênero.

Fato é que, o planejamento energético nacional não atende às necessidades energéticas de mulheres e homens de forma equitativa. Primeiramente, porque os planos de desenvolvimento, em geral, se referem a investimentos em grandes projetos, com capital destinado ao crescimento de setores formais, que são principalmente de domínio masculino, portanto, as mulheres encontram-se excluídas desta definição. Depois, porque as atividades que são destinadas quase exclusivamente às mulheres, como o trabalho doméstico e o trabalho de cuidado de pessoas, não são contempladas no planejamento energético, e tampouco, consideradas como trabalho, um exemplo nítido de não reconhecimento.

Ignorar as questões de gênero nas políticas energéticas têm como resultados a invisibilidade e exclusão das mulheres, assim como as suas contribuições potenciais, pois elas não são apenas usuárias de energia, mas também participantes das cadeias de fornecimento de energia. Uma abordagem de gênero não significa direcionar projetos e programas para mulheres, embora também possam ser incluídos, mas analisar, principalmente, o impacto que terão nas questões de gênero, e ainda, políticas que sejam mais justas e inclusivas.

Então, sobre a composição das famílias chefiadas por mulheres, a pesquisa da SEADE mostra que 65% das famílias não têm filhos ou netos menores de 18 anos em sua composição, e aquelas que têm filhos e, ou netos menores de 18 anos, pouco mais de um terço corresponde ao casal chefiado por mulher. O arranjo mais usual entre as famílias chefiadas por mulheres continua sendo aquele em que ela vive apenas com os filhos e, ou netos, sem cônjuge. Parcela de famílias chefiadas por mulheres em que elas chefiam o casal, com ou sem filhos, já alcança 24%. Percentual idêntico também ocorre para as que vivem sozinhas.

A pesquisa ressalta ainda que, essas mulheres são mais velhas do que as chefiadas por homens, sendo para elas a idade média de 53,8 anos, enquanto a delas é de 49,4 anos. 40% das mulheres têm mais de 60 anos, contra 27% de homens na mesma faixa etária. Coerente com a idade mais elevada, mais da metade não estão ocupadas, situação de apenas 28% dos homens na mesma posição.

A renda média das famílias chefiadas por mulheres é de R$ 2.646,00 correspondendo a 73% da renda das famílias chefiadas por homens. Em termos *per capita*, a desigualdade é marcante: em média, as famílias chefiadas por mulheres dispõem de R$ 41,00/dia, valor que sobe para R$ 46,00/dia entre as chefiadas pelos homens. Além disso, as famílias onde as mulheres são as provedoras estão entre os 25% mais pobres, dispondo de R$ 17,00/dia, no máximo; entretanto, aquelas que estão entre as 25% de maior renda obtém R$ 48,00/dia, no mínimo.

Outro dado importante se refere à dependência do setor previdenciário. Para 19% das famílias providas por mulheres, a renda domiciliar é advinda exclusivamente de pensões e aposentadorias e 59% têm como única fonte de renda o trabalho. Entre as mulheres que vivem sozinhas, com idade média de 61,4 anos, o percentual que recebe apenas pensão e aposentadoria é de 44%. No que se refere à renda média dessas famílias de aposentadas e pensionistas, 7% delas encontram-se nessa situação e recebem em média R$ 1.714,00.

Também há mais famílias chefiadas por mulheres recebendo auxílios de programas sociais, um percentual de 10,9% contra 7,7% dos homens. Na capital, a proporção é menor que nos demais municípios da região metropolitana, sendo de 9% e 14%, respectivamente. As mulheres que mais recebem benefícios sociais são aquelas que vivem sem seus cônju-

ges com filhos e, ou netos. O total de pessoas apurado no segundo semestre de 2019 que vivem em famílias chefiadas por mulheres que recebem benefícios sociais é de 1,1 milhão.

A pesquisa aponta ainda que, 39% das famílias na região metropolitana de São Paulo são chefiadas por mulheres, sendo que em cada 100 famílias somente 36 têm o formato de casal com filhos chefiadas por homens, sendo que 16 são casais sem filhos – maioria chefiadas por homens; 15 são unipessoais, ou seja, pessoas vivendo sozinhas, situação mais usual entre mulheres. Além disso, 7% das famílias são estendidas, ou seja, os netos morando com avós, a maioria com a presença dos pais.

Outro dado importante, com base em pesquisa realizada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística – IBGE (2019), é que mulheres com 14 anos ou mais dedicam em média 17,4 horas semanais no trabalho doméstico não remunerado e, ou afazeres de cuidados de pessoas no estado de São Paulo, sendo que mulheres brancas despendem 21,7 horas semanais contra 23,6 horas semanais de mulheres pretas ou pardas.

Infere-se, portanto, que os dados mostram que mulheres chefes de famílias têm renda menor que os homens e também são mais dependentes do sistema previdenciário e de programas sociais na cidade de São Paulo. Elas ainda executam o trabalho doméstico e de cuidado de pessoas caracterizando dessa forma, a dupla jornada de trabalho. Nesse quesito, destaca-se que mulheres pretas e pardas despendem maior quantidade de horas dedicadas a esses trabalhos quando comparadas às mulheres brancas.

Estudo de caso: Desigualdades da geração distribuída fotovoltaica em São Paulo

Nesta seção, apresenta-se o estudo de caso que analisa o relacionamento entre geração distribuída fotovoltaica em São Paulo visando o relacionamento com os debates sobre pobreza e desigualdade na urbe paulista.

Política pública de GD no marco da política energética federal

Por meio da publicação da Resolução Normativa nº 482/2012, a ANEEL regularizou a geração distribuída no Brasil. Em síntese, o cliente final que possuía um papel passivo na rede de distribuição (papel de

consumidor) passou a ter a possibilidade de gerar energia para seu próprio consumo e para distribuir o seu excedente gerado na rede nacional de distribuição (papel de "prosumidor", palavra derivada do inglês "*prosumer*" (*producer* + *consumer*). Para além das normas de segurança, a ANEEL restringiu o acesso para aqueles clientes que empreguem fontes incentivadas na geração da sua energia, sendo elas: a energia solar, a energia eólica, a energia hidráulica e a cogeração qualificada. Desde a publicação do marco regulatório, no entanto, a geração distribuída é fundamentalmente explorada pela indústria fotovoltaica: o número de usinas fotovoltaicas representa 99,9% de todos os projetos executados desde a publicação do marco regulatório no Brasil (ANEEL, 2020).

O termo "indústria fotovoltaica", no entanto, esbarra em uma limitação produtiva do ponto de vista tecnológico nacional. Souza e Cavalcante (2016) explicam em seu artigo, por exemplo, que apesar de reunir algumas condições favoráveis, a produção de tecnologia fotovoltaica é incipiente no país e que uma característica marcante do desenvolvimento do setor no Brasil é o fato de que se dá de forma "interconectada globalmente". Isto é, que responde aos interesses do mercado global.

O Quadro 4, desenvolvido por Luna et al. (2019), identifica os principais mecanismos de incentivo à GD adotados no Brasil. Ainda que seja visível o esforço de redução dos custos de investimento associados à adoção de sistemas fotovoltaicos, é importante destacar que eles operam dentro de uma lógica de mercado que inviabiliza o investimento em camadas mais vulneráveis da sociedade.

Conforme demonstrado pelo Quadro 5, os incentivos adotados desde o marco da GD no Brasil, ainda que direcionados para diminuir os custos associados ao investimento tecnológico, não são disruptivos. De acordo com o estudo de mercado do Portal Solar (2021) referente ao ano de 2020 (que empregou como base 70 mil projetos orçados) (Quadro 4), o valor médio das contas de energia elétrica pagos pelos clientes é maior que R$ 200,00 para mais de 75% das pessoas que realizaram o orçamento; e maior que R$600,00 para 30% delas. Levando-se em conta a realidade orçamentária da população brasileira, descrita na seção 3 do presente capítulo, verifica-se que os incentivos não são suficientes para oportunizar à população menos favorecida economicamente essa modalidade de geração.

Quadro 4 Incentivos à GD no Brasil.

Incentivos	**Definições**
Pró-GD	O Ministério de Minas e Energia (MME) lançou, em 15/12/2015, o Programa de Desenvolvimento da Geração Distribuída de Energia Elétrica (Pró-GD), com o objetivo de aprofundar as ações para estimular a geração de energia pelos próprios consumidores (residenciais, comerciais, industriais e agrícolas). O principal estímulo foi a isenção do imposto ICMS.
Chamada Pública Aneel (2014)	De 2014 a 2016, entraram em operação as plantas PV da CP Nº 013/2011 - Projetos Estratégicos: "Arranjos Técnicos e Comerciais para a Inserção da Geração Solar Fotovoltaica na Matriz Energética Brasileira" (24,6 MW contratados, custando R$ 396 milhões).
Isenção do Imposto de Produto Industrializado (IPI)	De acordo com o Decreto 7.212, de 15/06/2010, eles são imunes ao imposto sobre produtos industrializados (IPI), energia elétrica, derivados de petróleo, combustíveis e minerais.
Isenção do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS)	Nos termos do Convênio ICMS nº 101/97, celebrado pelas Secretarias de Finanças de todos os estados, há isenção do Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) para operações com equipamentos e componentes para uso de energia solar e eólica, válida até 31/12/2028.
Isenção de ICMS, PIS e Cofins na geração distribuída	Os convênios ICMS números 16, 44, 52.130 e 157 de 2015 do Conselho Nacional de Política Financeira (CONFAZ), assinados por vários Estados, isentam o Imposto sobre Circulação de Mercadorias e Serviços (ICMS) sobre a energia que o consumidor gera. O imposto se aplica somente sobre o excedente consumido da rede, e para instalações de menos de 1 MW. O mesmo vale para os Programas de Integração Social (PIS) e Contribuição para o Financiamento da Seguridade Social (COFINS). Lei 13.169, datada de 10/6/2015.
Redução do Imposto de importação	A Resolução da Câmara de Comércio Exterior (CAMEX) nº 64, de 22/08/2015, reduz de 14% para 2%, a taxa sobre bens de capital destinados à produção de equipamentos de geração solar fotovoltaica, em vigor até 31 de dezembro de 2016.
Inclusão no programa "Fome Zero"	A partir de novembro de 2015, os equipamentos de produção de energia solar e eólica passaram a fazer parte do programa "Fome Zero", que permite o financiamento à taxas de juros mais baixas.
Incentivo do BNDES	Pela Lei nº 13.203, de 12/8/2015, o Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) foi autorizado a financiar, a taxas diferenciadas, os projetos de geração distribuída em hospitais e escolas públicas.
Inova	Fundo de R$ 3 bilhões, criado em 2013, pelo BNDES, Financiador de Estudos e Projetos (FINEP) e ANEEL, focado na iniciativa privada e com o objetivo de pesquisa e inovação tecnológica nas áreas de: redes inteligentes de energia elétrica, linhas de transmissão de longa distância de alta tensão, energias alternativas como a solar e eficiência dos veículos elétricos.

Fonte: Adaptado de Luna et al. (2019).

Quadro 5 Perfil de quem solicita orçamentos de projetos de geração distribuída fotovoltaica.

Quem solicita orçamentos	80% - Homens / 20% - Mulheres
Valor médio pago na conta de luz[1]	15% - acima de R$1000,00 15% - entre R$600,00 e R$1000,00 45% - entre R$200,00 e R$600,00 25% - até R$200,00
Propriedade do imóvel	85% - são proprietários do imóvel / 15% - são inquilinos
Tipo de imóvel	25% - são imóveis comerciais ou industriais / 75% - são imóveis residenciais

[1] Valor mensal na conta de luz.
Fonte: Adaptado de Portal Solar (2021) – Ano base: 2020.

A desigualdade na difusão da geração distribuída fotovoltaica: o caso da cidade de São Paulo

A geração distribuída é apresentada como uma das ferramentas na busca pelo cumprimento do Objetivo 7 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS 7), de assegurar o acesso confiável, sustentável, moderno e a preço acessível de energia para todos (LAMPIS et al., 2020). Em parte, porque a geração distribuída está associada à transformação de sistemas energéticos em sistemas mais limpos, mais responsivos, mais modernos e mais inteligentes (BROWN et al., 2020). De fato, a geração distribuída fotovoltaica passa a ser uma opção para as pessoas consumirem energia mais moderna, sustentável, confiável e, ao mesmo tempo, diminuírem seus custos energéticos com as tarifas de energia elétrica. No entanto, quão justo é o acesso a essa modalidade de consumo?

De acordo com os dados da ANEEL (2020), a média da capacidade instalada de geração distribuída fotovoltaica no Brasil na classe de consumo residencial foi de 6,3 kWp até o momento. Levando em consideração este indicador, e por meio dos dados apresentados no Estudo Estratégico de Mercado da Greener para janeiro de 2019 (GREENER, 2020), a média do custo final (preço dos sistemas fotovoltaicos e dos serviços de projeto e instalação) dos sistemas de geração distribuída fotovoltaica nas residências brasileiras foi de R$30.807,00. Diante destes números, a pergunta central passa, então, a ser outra: quem são as pessoas que podem realizar este investimento?

É verdade que nem todas as pessoas que têm condição financeira optam por realizar esse investimento. Diferentes autores e autoras indicam

que as pessoas que investem em sistemas inovadores em cenários onde o risco ainda é alto, pois a tecnologia é incipiente, como foi recentemente (ou ainda é) o caso da energia fotovoltaica – podem ser motivadas a realizar o investimento em função de fatores pessoais e conjunturas sociotécnicas distintas (ZHAI & WILLIAMS, 2012; SARANDINOU & GENOUDI, 2013). Ao estudo destes porquês se dedica a agenda de pesquisa da aceitação social das tecnologias limpas e modernas (LEVENDA et al., 2021). No entanto, para além da questão da aceitação social, é importante considerar que o custo de investimento mencionado impossibilita o acesso a este novo formato de performance na rede de distribuição para uma importante camada de brasileiras e brasileiros, sobretudo quando levamos em consideração a imperativa desigualdade social do país, discutida anteriormente.

Conforme apresentado, a injustiça energética distributiva está relacionada com a alocação desigual das externalidades positivas e negativas da construção do sistema energético (TAREKEGNE, 2020). Neste sentido, nossa intenção é de questionar em que medida a inclusão de prosumidores na rede de distribuição nacional se engendra com as operantes injustiças sociais brasileiras.

Para tanto, o nosso estudo se propôs a analisar a dispersão das unidades de GD fotovoltaicas no território com a finalidade de compreender os limites espaciais de sua penetração, tomando em consideração que a compreensão distributiva da justiça, tanto em termos da distribuição de seus impactos como de suas responsabilidades, implica em questões de espacialidade (WALKER, 2009).

Considerando a cidade de São Paulo como exemplo, a evolução no setor ainda é tímida se comparada à de outras cidades brasileiras, sobretudo levando-se em conta a importância econômica da cidade de São Paulo. Em 2019, a cidade finalizou o ano com um total de 927 unidades de geração distribuída fotovoltaica instaladas em seu território, e aproximadamente 6,5 MW de capacidade instalada; posicionando o município na 18ª posição em termos de número de unidades instaladas e na 20ª em termos de potência instalada (ANEEL, 2020).

Para analisar a dispersão destas unidades de geração no espaço, o estudo mapeou as mesmas com base nos CEPs disponibilizados pela ANEEL (2020) e com o uso dos recursos disponibilizados pelo *Google Maps* de mapeamento. É importante considerar que, pelo fato da menor unidade de

mapeamento entre as duas ser o CEP, unidades vizinhas, por exemplo, estarão representadas pelo mesmo marcador no mapa elaborado. Os resultados são ilustrados na Figura 1, que evidencia uma dispersão muito heterogênea dessas unidades na cidade. As unidades de geração distribuída fotovoltaica se encontram concentradas nas regiões centro, oeste, centro-sul e oeste; mais dispersas nas regiões leste (1 e 2), sudeste, nordeste e noroeste; e quase inexistem na maior parte da região sul. Se bem é verdade que diferentes fatores sociotécnicos podem ser responsáveis por tal heterogeneidade; é verdade também que muitos aspectos socioeconômicos podem prevalecer nestes distintos processos de difusão.

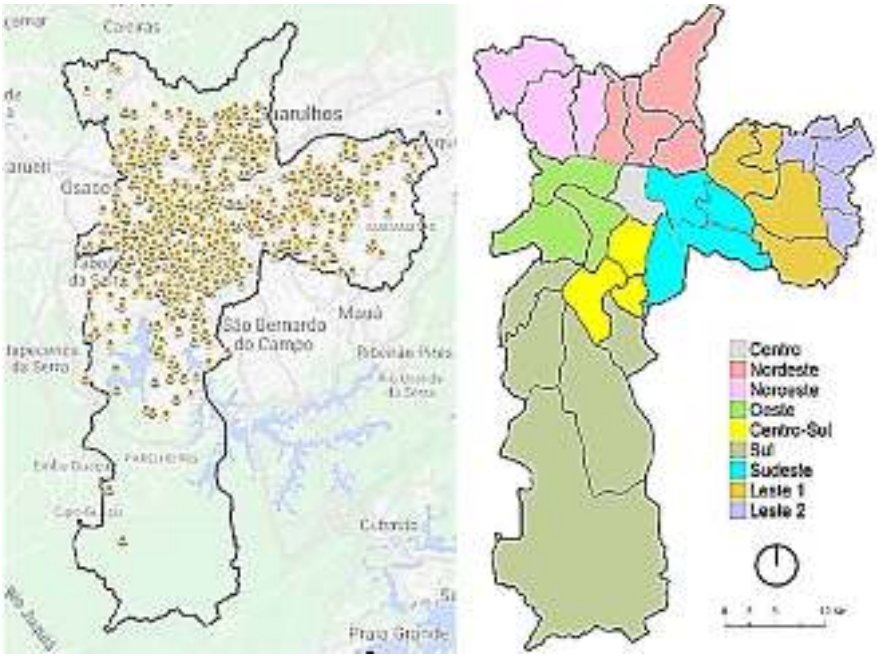


Figura 1 Dispersão das unidades de geração distribuída fotovoltaica em SP. *Fonte:* Elaboração própria com base nos dados da Aneel (2020).

Análise da injustiça energética no processo de implantação da GD

Para fins de análise dos possíveis limites configurados pela desigualdade nesta difusão, a Figura 2 ilustra uma comparação entre o mapa

gerado pelo presente estudo acerca da dispersão das unidades de geração distribuída fotovoltaica na cidade de São Paulo e de mapas da desigualdade elaborados pela Rede Nossa São Paulo, organização da sociedade civil formalizada na figura jurídica do Instituto Cidades Sustentáveis (2020).

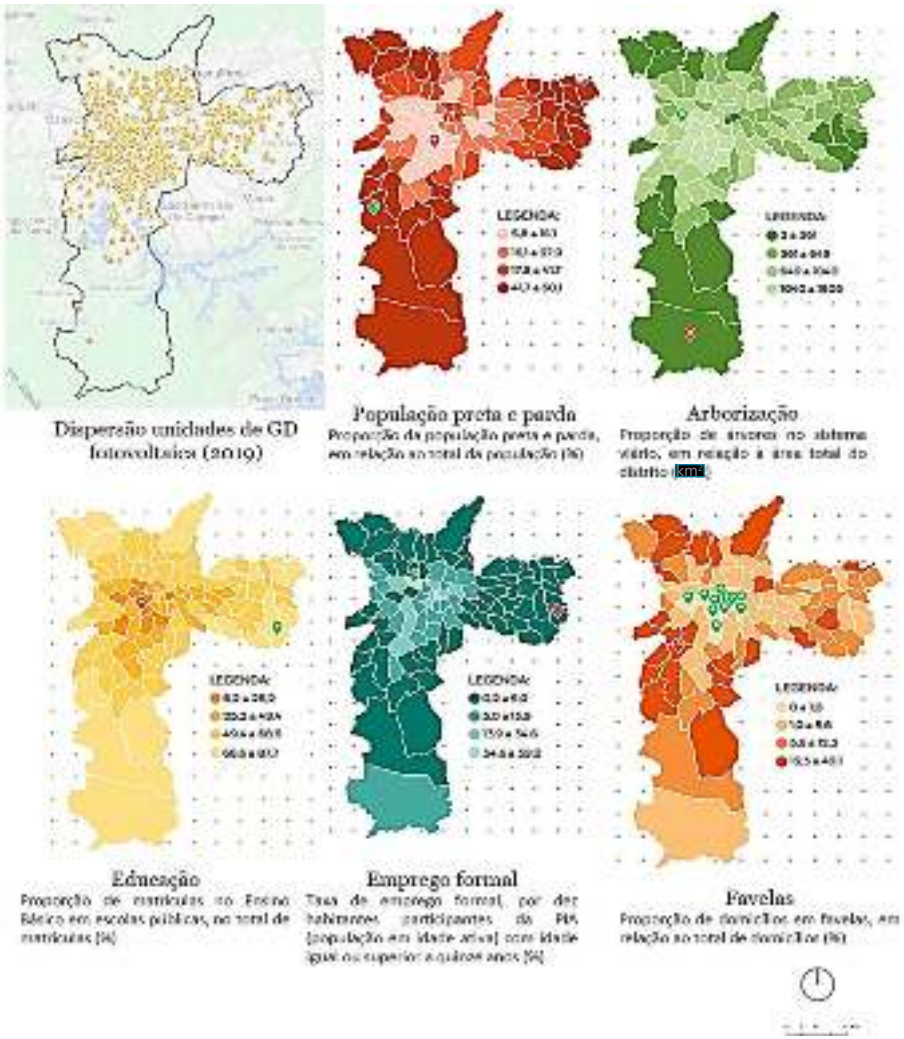


Figura 2 Comparação Mapa GD Fotovoltaica e Mapas de Indicadores Sociais em São Paulo 2019. *Fonte:* Adaptado de Rede Nossa São Paulo, 2020.

Do ponto de vista espacial, resta evidente a correlação entre diferentes fatores socioeconômicos e ambientais e a difusão da geração distribuída fotovoltaica em São Paulo. De forma que, do ponto de vista avalia-

tivo, algumas hipóteses podem ser traçadas acerca dos princípios da justiça energética. Em relação ao princípio distributivo, a de que a concentração da injustiça de acesso à GD fotovoltaica é espacialmente sinérgica a uma série de vulnerabilidades socioeconômicas, já que a zona sul da cidade se vê mais afetada por ela; em relação ao reconhecimento, de que pessoas com menor índice de educação formal e a população preta e parda vem sendo ignorada nas políticas de incentivo; e em relação à representação, de que as políticas de incentivo de GD negligenciam o acesso a todos.

Conclusões

Longe de querer esgotar o tema, o capítulo apresenta três conclusões principais. Em primeiro lugar, os dados levantados mostram que a concentração da distribuição das instalações de geração distribuída fotovoltaica tende a se apresentar como uma réplica bastante fiel das desigualdades socioespaciais no campo da distribuição da renda e de um conjunto de indicadores sociais que apontam claramente a necessidade de aprofundamento na agenda de pesquisa sobre a sinergias entre pobreza por renda, desigualdade social e pobreza energética.

Em segundo lugar, encontramos que os mecanismos de mercado que dominam a governança da energia são impulsores de uma política pública de regulação da nova forma emergente de geração distribuída que fomenta a concentração, o que questiona a direção tomada pela cidade de São Paulo até o cumprimento do ODS 7.

Em terceiro lugar, a análise aponta a presença de importantes desafios relacionados com o processo de transformação energética na urbe econômica e industrial mais importante da nação, enquanto é legítimo o questionamento se essa transformação não está reproduzindo antigas desigualdades.

Reconhece-se a importância de que os formuladores de políticas, assim como atores de iniciativas privadas e sociedade em geral, precisam considerar muito mais que fatores econômicos e técnicos quando do planejamento e implementação de tecnologias de energias renováveis e que também existe uma correlação positiva entre o consumo de eletricidade *per capita* e as condições socioeconômicas como melhoria do acesso à

energia, incluindo a eletrificação que tem grande impacto sobre fatores como saúde, educação e economia. Ademais, tal correlação tem efeito cascata substancial sobre outros fatores, como por exemplo, equidade de gênero e meio ambiente.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9 e bolsa 2017/17796-3, 2018/17626-3.

Referências

AMARAL, M. H. et al. Environmental injustices on green and blue infrastructure: urban nexus in a macrometropolitan territory. **Journal of Cleaner Production**, v. 289, 2021, 125829.

ANEEL-AGÊNCIA NACIONAL DE ENERGIA ELÉTRICA. **Geração distribuída**. 2020. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/scg/gd/GD_Fonte.asp. Acesso em: 04 de mar. 2021.

BRASIL. **Resolução Normativa nº 482, de 17 de abril de 2012**. Disponível em: http://www2.aneel.gov.br/cedoc/ren2012482.pdf. Último acesso: jun. 2021.

BROWN D. et al. What is prosumerism for? Exploring the normative dimensions of decentralized energy transitions. **Energy Research and Social Science,** v. 66, 2020.

CLC-CANADIAN LABOUR COUNCIL. Just transition. Disponível em: https://canadianlabour.ca/. Acesso em: 01 de jun. 2021.

CASTÁN-BROTO, V. et al. Energy justice and sustainability transitions in Mozambique. **Applied Energy**, v. 228, 15, 2018, pp. 645-655.

EVANS, G.; PHELAN, L. Transition to a post-carbon society: linking environmental justice and just transition discourses. **Energy Policy**, v. 99, 2016, p. 329-339.

FANTON, M. Rawls's point of view: a systematic reading of justice as fairness. **Brazilian Political Science Review**, v. 14, n. 2, 2020, p. 1-32.

FEENSTRA, M.; ÖZEROL, G. Energy justice as a search light for gender-energy nexus: towards a conceptual framework. **Renewable and Sustainable Energy Reviews**, v. 138, 2021, pp. 1-11.

FRASER, N. **Scales of justice. Reimagining political space in a globalizing world**. New York and Chichester, West Sussex: Columbia University Press, 2010.

HERBERT, J. Environmental justice. In: Newcastle Social Geographies Collective. **Social Geographies: An Introduction**. Newcastle University (UK): Rowman & Littlefield Publishers, 2020.

GREENER. **Estudo estratégico da geração distribuída: mercado fotovoltaico**, 2020. Disponível em: https://www.greener.com.br/estudo/estudo-estrategico-mercado-fotovoltaico-de-geracao-distribuida-2-semestre-de-2020/. Último acesso: jun. 2021.

GUO, S. et al. Conceptualizing and measuring global justice: theories, concepts, principles and indicators. **Fudan Journal of the Humanities and Social Sciences**, v. 12, n. 4, 2019, pp. 511-546.

HUB DE ENERGIA – AMERICA LATINA Y EL CARIBE. Disponível em: https://hubenergia.org/en. Último acesso: mar. 2021.

IBGE-INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Estatísticas de gênero:** indicadores sociais das mulheres no Brasil. 2019. Disponível em: https://www.ibge.gov.br/estatisticas/multidominio/genero/20163-estatisticas-de-genero-indicadores-sociais-das-mulheres-no-brasil.html?=&t=resultados. Acesso em: 20 de jun. 2021.

JENKINS, K. et al. Energy justice: a conceptual review. **Energy Research and Social Science**, v. 11, 2016, p. 174-182.

LAMPIS, A. et al. ODS 7 – Dilemas do acesso justo e sustentável à energia. *In*: FREY, K.; TORRES C., P. H.; JACOBI, P. R. (Eds.). **Os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável – desafios para o planejamento e a governança ambiental da Macrometrópole Paulista.** Santo André: UFABC, 2020.

LATINOBARÓMETRO. **Database 2018**. Disponível em: https://www.latinobarometro.org/lat.jsp. Último acesso: jun. 2021.

LEE, J.; BYRNE, J. Expanding the conceptual and analytical basis of energy justice: beyond the three-tenet framework. **Frontiers in Energy Research**, v. 7, n. SEP, set. 2019. p. 99.

LEVENDA, A.M. et al. Renewable energy for whom? A global systematic review of the environmental justice implications of renewable energy technologies. **Energy Research and Social Sciences**, v.71, 2021.

LUNA, M.A.R. Solar photovoltaic distributed generation in Brazil: the case of resolution 482/2012. **Energy Procedia**, 159, 2019, 484-490.

NERI, M. **Qual foi o impacto da crise sobre a pobreza e a distribuição de renda?** 2018. Disponível em: https://cps.fgv.br/Pobreza_Desigualdade. Último acesso em: mar. 2020.

PELLEGRINI-MASINI, G. et al. Energy justice revisited: a critical review on the philosophical and political origins of equality. **Energy Research and Social Science**, v. 59, n. April 2018, 2020, p. 101310,

PETRONI, L. O que há de errado com o igualitarismo de fortuna? **Dados**, v. 63 (2): e201880094, 2020.

PORTAL SOLAR. **Dados do mercado de energia solar no Brasil**, 2020. Disponível em: https://www.portalsolar.com.br/mercado-de-energia-solar-no-brasil.html. Último acesso: jun. 2021.

REDE NOSSA SÃO PAULO. Mapa da desigualdade 2019, 2019. Disponível em: https://www.nossasaopaulo.org.br/wp-content/uploads/2020/10/Mapa_Desigualdade_ 2019-Mapas.pdf. Último acesso: jun. 2021.

ROEMER, J. E. **Economist, political Science, philosophy and economics, distributive justice, equal opportunity, game theory**. Cred Press, 2012.

SARANDINOU, E.; GENOUDI, P. Which factors affect the willingness of consumers to adopt renewable energies? **Renewable Energy**, v.57, 2013. p. 1-4.

SEADE-FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Mulheres e arranjos familiares na metrópole.** 2020. Disponível em: https://www.seade.gov.br/ wp-content/uploads/2020/03/Pesquisa-SEADE_Mulheres-chefes-fam%c3%adlia_ok.pdf. Acesso em: 20 de jun. 2021.

SEADE-FUNDAÇÃO SISTEMA ESTADUAL DE ANÁLISE DE DADOS. **Retratos de São Paulo**. Disponível em: http://produtos.seade.gov.br/produtos/retratosdesp/view/ index.php?indId=13&temaId=1&locId=1000. Acesso em: 21 jun. 2021.

SEN, A. **Equality of what?** In: McMurrin S Tanner Lectures on Human Values, v.1. Cambridge: Cambridge University Press, 1979. Disponível em: https://tannerlectures.utah.edu/_documents/ato-z/s/sen80.pdf. Acesso em: 19 de jun. 2021.

SCOTT, J. Gênero: uma categoria útil de análise histórica. **Educação & Realidade**, v.lS, n.2, jul./dez. 1995.

SOUZA, L. E. V.; CAVALCANTE, A. M. G. Towards a sociology of energy and globalization: interconnectedness, capital, and knowledge in the Brazilian solar photovoltaic industry. **Energy Research & Social Science**, 21, 2016, 145-154.

SOVACOOL, B. K. et al. New frontiers and conceptual frameworks for energy justice. **Energy Policy**, v. 105, 2017, p. 677-691.

SOVACOOL, B. K.; DWORKIN, M. H. **Global energy justice**. Cambridge University Press, 2014.

SOVACOOL, B. K. et al. **Energy security, equality and justice.** London & New York: Routledge, 2013.

TAREKEGNE, B. Just electrification: imagining the justice dimensions of energy access and addressing energy poverty. **Energy Research and Social Sciences**, v.70, 2020.

WALKER, G. Beyond distribution and proximity: exploring the multiple spatialities of environmental justice. **Antipode**, v. 41, 2009.

WERMUTH, M. et al. Necropolítica: racismo e políticas de morte no Brasil contemporâneo. **Revista de Direito da Cidade**, v. 12, n. 2, 2020, p. 15-29.

WOLFF, J.; DE-SHALIT, A. **Disadvantage**. Oxford and New York: Oxford University Press, 2007.

ZHAI, P.; WILLIAMS, E. Analyzing consumer acceptance of photovoltaics (PV) using fuzzy logic model. **Renewable Energy**, v. 41, 2012, p. 350-357.

Capítulo 20

O contexto da geração distribuída e sua evolução na Macrometrópole Paulista

João Marcos Mott Pavanelli, Raiana Schirmer Soares, Arthur Mendonça Quinhones Siqueira, Flávia Mendes de Almeida Collaço, Lira Luz Benites Lazaro e Célio Bermann

Introdução

Historicamente no Brasil, a geração elétrica e a operação das instalações de geração e transmissão de eletricidade ocorrem de forma centralizada com sua governança restrita a poucos agentes[1]. Grandes centrais hidrelétricas corresponderam (e ainda correspondem) pela maior parcela da oferta elétrica (por volta de mais de 60%), através de grandes usinas como Itaipu, no Paraná, e Tucuruí, no Pará, com 14 e 8,3 GW de potência instalada respectivamente, configurando-se entre as maiores do mundo, sob governança da Eletrobrás e suas subsidiárias (LEITE, 2014; Memória da Eletricidade, 2015).

A governança esteve nas mãos de poucos grupos, sendo o planejamento e decisões estratégicas concentradas nas mãos do Governo Federal. Embora, a partir de 1990, no âmbito da marcada corrente ideológica e político-econômica do neoliberalismo dos anos 90, vindos pelo receituário do Consenso de Washington que foram impostas aos países da América Latina, principalmente para implementar a liberalização, a desregulamentação e as privatizações; o Estado brasileiro se afasta da ação direta no setor econômico para atuar como regulador. Criou-se em 1997

1. A centralização da geração em grandes usinas é verdadeira a partir de meados da segunda década do século XX, quando a escala das tecnologias possibilita maiores usinas e as perdas na transmissão passam a ser controladas. As primeiras experiências de geração elétrica no Brasil, que datam desde o final do século XIX, eram descentralizadas e operavam através de concessões municipais (JUNIOR et al., 2007; LEITE, 2014; PAVANELLI, IGARI, 2019; MEMORIA DA ELETRICIDADE, 2020).

a Agência Nacional de Energia Elétrica – ANEEL, e muitas empresas de geração, transmissão e distribuição foram privatizadas. Contudo, o Governo manteve seu papel de planejador central (GOMES & VIEIRA, 2009; PAVANELLI & IGARI, 2019).

No entanto, a centralidade da indústria elétrica, pelo menos para geração, pode ser desafiada com a maturidade econômica e técnica das aplicações de geração distribuída (GD) e das subsequentes alterações regulatórias do final do século XX e início do XXI. Em termos tecnológicos os painéis fotovoltaicos tornaram-se mais eficientes e junto aos inversores e demais componentes necessários para os sistemas, tornam-se cada vez mais competitivos economicamente (RÜTHER & ZILLES, 2011; MITSCHER & RÜTHER, 2012; ZILLES et al., 2012; BRASIL, 2018; GREENER, 2019).

Já em termos regulatórios, para além das pressões multilaterais para mitigação dos efeitos negativos das mudanças climáticas[2], o Brasil aprovou a lei de autoprodutores em 1994, possibilitando a inserção de geração elétrica de agentes distribuídos na rede elétrica. E, em 2012, a Agência Nacional de Energia Elétrica (ANEEL, 2012) publicou a Resolução Normativa no 482, definindo o sistema de compensação de excedentes gerados (*net metering*) e os certames regulatórios técnicos e econômicos gerais para os autoprodutores, também denominados prossumidores (ou consumidores que produzem). Desde de 2012, portanto, o consumidor, outrora passivo do mercado cativo de eletricidade de uma residência, comércio ou indústria, tem poder de decisão e autonomia em relação à produção de energia elétrica.

A geração distribuída (GD) é definida como uma unidade de geração com capacidade instalada baixa, conectada ou não à rede de distribuição elétrica (PEPERMANS et al., 2005; WOLFE, 2008). Segundo Ackermann, Andersson e Söder (2001), a GD pode ou não empregar fontes renováveis, embora as fontes renováveis (fotovoltaica, eólica, biomassa, pequenas centrais hidrelétricas) venham sendo fomentadas nos modelos de regulação do setor atuais. A definição de Ackermann e outros (2001) atribui à definição de GD o fato do sistema estar conectado na rede de distribuição, enquanto Wolfe (2008) associa a GD à geração "on-site", onde o lo-

2. O Brasil havia inclusive sediado a RIO 92, evento expressivo de ação multilateral para mitigação dos impactos de mudanças climáticas. Para maiores informações ver em Bursztyn e Bursztyn (2013, pp 103-105).

cal de produção e consumo coincidem. No caso do Brasil, conforme será explicado, entende-se como unidade de geração distribuída a unidade geradora que segue conectada à rede de distribuição nacional.

A GD se apresenta como uma opção para o emprego de recursos locais na geração elétrica e como uma ferramenta para equiparar a demanda da oferta local de energia (MARSDEN, 2011). Assim como o município de São Paulo, a MMP utiliza majoritariamente recursos energéticos exógenos, isto é, consome energia elétrica gerada fora de limites territoriais, implicando em externalidades negativas que são experimentadas, portanto, há quilômetros de distância dos seus centros de consumo (COLLAÇO, et al., 2019; COLLAÇO, 2019). Externalidades são "(...) impacto(s) das ações de uma pessoa sobre o bem estar de outros que não tomam parte da ação." (MANKIW, 2014, p. 796). Uma externalidade pode ser positiva (quando a ação gera um impacto positivo no ente não envolvido na ação) ou negativa (quando a ação gera um impacto negativo no ente não envolvido na ação). A geração distribuída pode ser compreendida, nesse sentido, como uma alternativa para amenizar os efeitos da elevada carga de consumo de regiões urbanas.

Avanços tecnológicos e regulatórios possibilitam que GD democratize a produção e a governança da eletricidade ao tornar as decisões acerca do modelo de produção energético acessíveis para consumidores que historicamente dependiam exclusivamente do mercado cativo. Neste contexto, o presente artigo teve como objetivo analisar a evolução da geração distribuída na Macrometrópole de modo a compreender o papel que a mesma desempenha em seu sistema energético.

Este artigo demonstra que o setor fotovoltaico vem sendo o principal impulsionador para o avanço da GD na região por meio da adesão, principalmente, dos clientes residenciais. O setor público, por sua vez, teve inexpressiva contribuição. O trabalho apresenta esse quadro através de mapeamento da GD na MMP seguido de considerações para adequações regulatórias que propiciem arranjos que promovam justiça energética. Destaca-se, por fim, a importância de se considerar aspectos socioeconômicos locais nas elaborações regulatórias, bem como a necessidade de agências intermediárias que homogeneízem interesses institucionais de diferentes níveis hierárquicos com adequações de incentivos técnicos e econômicos para cada localidade.

O marco regulatório da Geração Distribuída no Brasil

O marco regulatório da GD no Brasil iniciou-se em 2012 com a publicação pela ANEEL da Resolução Normativa nº 482. A resolução, posteriormente alterada pela Resolução Normativa nº 687 em 2015, define que os clientes finais de energia elétrica na rede de distribuição ficam possibilitados de instalar até 5 MW de capacidade de geração em suas unidades de consumo, sejam elas residências, comércios, indústrias ou outras.

Para além de sinalizar em um sentido de descentralização do setor, a regulação brasileira da GD é compreendida como uma ferramenta para fomentar a geração de energia renovável e moderna, já que a modalidade de geração fica restringida para aqueles clientes que geram sua energia por meio da conversão da energia solar, eólica, hídrica ou da cogeração qualificada.

A Resolução Normativa 482 distingue as unidades em dois formatos: a micro e a minigeração, onde a primeira se restringe às unidades com capacidade instalada até 75 kW; e a segunda, a 5MW de potência. Uma importante diferença entre essas duas modalidades reside no fato de que os clientes com microgeração, apesar de usarem a rede para descarregar eletricidade gerada e não utilizada no momento, não arcam com nenhum custo relacionado às necessidades de manutenção e melhoria da rede; enquanto os clientes com minigeração sim (ANEEL, 2012; PAVANELLI, 2016).

Uma característica relevante do setor no Brasil e que impacta a disseminação de GD, é o método de subsídio selecionado para fomentá-lo; o sistema de compensação dos excedentes, conhecido também como *net metering*. No Brasil, para cada kWh inserido na rede de distribuição, compensa-se integralmente o prossumidor com créditos tarifários (ANEEL, 2012). De acordo com as definições apresentadas por Vieira et al. (2016, p. 3688), no formato da regulação vigente no Brasil, "o modelo adotado valora a energia excedente pelo preço de varejo" e quatro tipos de arranjos relacionados à gestão dos créditos são possibilitados: no primeiro, os créditos são compensados no local onde gerada a energia; no segundo, os créditos são compartilhados virtualmente com outras unidades que não geram energia mas que estão sob a mesma titularidade da unidade geradora; no terceiro, os créditos são compartilhados entre diferentes unidades de consumo desde que dentro de uma mesma propriedade, ou propriedades contíguas; e, finalmente, no quarto, os créditos são compartilhados comunitariamente, desde que as partes celebrem um contrato de cooperativa ou consórcio.

Autonomia de governança e externalidades positiva

A indústria elétrica brasileira, além de centralizar a geração em grandes usinas, principalmente hidrelétricas, é centralizada também do ponto de vista do planejamento, cuja responsabilidade se dá na esfera federal. A introdução da GD, possibilitada pela competitividade dos preços dos componentes e avanços regulatórios, oferece autonomia para que consumidores possam agora participar ativamente da geração fazendo parte da governança de sua eletricidade (ANDRADE et al., 2020).

Para além destas características, as principais fontes associadas à GD são renováveis, sendo elas as pequenas centrais hidrelétricas, usinas de cogeração qualificada, usinas eólicas e fotovoltaicas. Do ponto de vista ambiental, portanto, a geração distribuída contribui com a agenda da transição energética, já que, sua expansão implica em uma menor oneração para o consumidor da energia elétrica produzida a partir das fontes fósseis e de grandes usinas centralizadas de geração. Tal externalidade beneficia todos os usuários conectados à rede distribuição já essa característica tende a levar a diminuição dos preços no consumo final.

Segundo a RN 482, a GD também pode acontecer em condomínios ou de forma compartilhada, o que possibilita novos arranjos institucionais para a governança local. Agentes locais podem acordar autonomamente os direitos de propriedade dos ativos: definindo por exemplo quanto a distribuição dos kWh produzidos, e quanto a divisão dos custos de manutenção dos sistemas. Os condomínios ou geração compartilhada permitem autonomia energética, o que significa estar livre para formular o arranjo institucional local que seja adequado entre os associados, considerando os recursos disponíveis, a cultura e as curvas de demanda, e os custos dos sistemas na rede de distribuição. Ou seja, é esperado que emerjam na MMP, bem como em todo o Brasil, arranjos policêntricos de governança entre os indivíduos e grupos que organizam sua própria geração elétrica.

Intermitência, o risco da regulação única para todo o território brasileiro – as externalidades negativas

Tendo em vista que a geração distribuída da forma como regulada no Brasil fomenta a geração de energia solar e eólica, a questão da intermitência é um importante desafio relacionado à expansão do setor

já que, enquanto à geração de energia eólica varia em função da flutuação das velocidades do vento; a geração de energia solar varia em função dos diferentes níveis de radiação incidentes (assim como da presença de nuvens). Para Tomalsquim (2014, p. 9), ainda que "a geração eólica e a solar não introduz[a] um problema novo para o setor (...) altas participações destas fontes na matriz elétrica amplificam enormemente o desafio do operador do sistema". Estes riscos estão associados à habilidade do operador de manejar e prever com segurança a oferta de eletricidade disponível em um dado momento do tempo.

O modelo de incentivo adotado pela regulação brasileira, o *net metering*, é também o modelo adotado por diferentes países e ele vem sendo duramente criticado nos últimos anos. Por um lado, este incentivo foi e segue sendo (no caso do Brasil) uma ferramenta importante para garantir o avanço do setor, já que possibilita um retorno do investimento consideravelmente inferior do que em um cenário sem o subsídio para o prossumidor (EID et al., 2014, MATISOFF & JOHNSON, 2017). Por outro, de acordo com os diferentes arranjos institucionais e tarifários do setor energético dos países em que aplicado, este modelo de incentivo pode implicar em um subsídio cruzado, no qual os clientes que não investiram na GD vejam suas tarifas de energia elétrica mais caras em função do maior número de prossumidores na rede de distribuição (VIEIRA, 2016, EID, 2014).

No caso da regulação brasileira, isso se dá porque, da forma como está desenhada a estrutura da tarifa elétrica nacional, alguns custos fixos são restituídos às distribuidoras por meio de uma cobrança em R$/kWh na tarifa final de todos os consumidores. Isso implica, portanto, que aqueles clientes que não consomem energia, mas seguem conectados à rede de distribuição, não arquem com os custos da manutenção da rede, de tal forma que o custo fixo final a ser restituído à distribuidora será atribuído a um número menor de consumidores, de tal modo que esses terão suas tarifas acrescidas com o decorrer do tempo e com a ampliação da rede distribuída (SOARES et al., 2019; VIEIRA, 2016).

Mesmo na arena acadêmica, os debates acerca do tema até esse momento parecem não chegar a um consenso: Eid et al. (2014) descrevem que existem inúmeros relatórios que abordam o fenômeno desde seus pontos de vista mais opostos, possivelmente por respeitarem interesses distintos. Para a realidade brasileira, a discussão acerca dos efeitos da expansão da GD se estendeu de

tal modo que está prevista uma alteração do modelo de subsídio da GD. Por um lado, existe a necessidade de considerar que os investimentos necessários para os sistemas distribuídos sugerem que esses sistemas ainda estão restritos a um público com renda mais elevada. Isso implicaria, portanto, em um subsídio sob o qual os mais pobres são onerados pelos distúrbios gerados com a incorporação de novos sistemas na rede de distribuição. Por outro, existe a necessidade de incentivar a geração distribuída em função de todas as suas externalidades positivas já mencionadas (LAMPIS et al., 2020).

Panorama da GD na MMP

Conforme demonstrado pela Figura 1, desde seu marco regulatório, o número de instalações de geração distribuída na MMP expandiu exponencialmente. A MMP fechou o ano de 2020 com um total de 20.917 projetos instalados e com uma média de crescimento de 286% ao ano. Por mais que esses números apontem para o acelerado crescimento do setor na região, diante da importância econômica da MMP, eles ainda são tímidos. Um exemplo disto é o fato de que o número de instalações na MMP representa apenas 5% do total de projetos instalados no Brasil (388.853 projetos instalados até 2020) e 13% do total de projetos instalados na região sudeste do Brasil (158.782 projetos instalados até 2020).

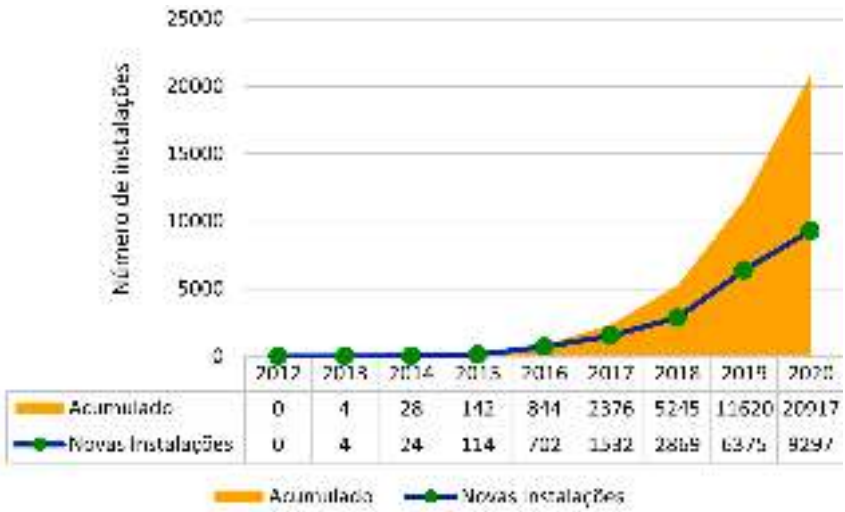


Figura 1 Expansão da geração distribuída desde seu marco regulatório na MMP. *Fonte:* Autoria própria com base nos dados disponibilizados pela Aneel (2020).

Ainda que a geração distribuída seja considerada um mecanismo de fomento para diferentes fontes de geração de energia alternativas e renováveis, a geração fotovoltaica tem sido seu grande alicerce. Conforme demonstrado na Tabela 1, a inserção das outras fontes de energia segue incipiente na Macrometrópole tanto em termos de número de usinas quanto em termos de capacidade instalada.

Tabela 1 Classificação das usinas de geração distribuída alocadas na MMP.

Tipo de Usina	Número de Instalações	Capacidade Instalada (MW)
Usinas fotovoltaicas	20.902 (aprox.100%)	203,7 (98%)
Pequenas Centrais Hidrelétricas	1 (0,005%)	0,1 (0,04%)
Usinas eólicas	5 (0,024%)	0,03 (0,02%)
Usinas de cogeração qualificada	9 (0,043%)	4,1 (0,04%)

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pela Aneel (2020).

A geração distribuída vem desempenhando um importante papel de aumentar a capacidade instalada de geração de energia renovável na MMP. A capacidade instalada de geração fotovoltaica centralizada ou de projetos que não se configuram dentro do escopo da regulamentação da geração distribuída na MMP é de tão somente 6,3 MW. No caso da energia eólica, esses números são ainda mais expressivos: 2,24 kW são outorgadas de capacidade instalada de geração fora do escopo da regulação (ANEEL, 2020b).

Territorialmente, projetos de geração distribuída já vêm sendo implementados em toda a MMP: dentre os 174 municípios que consolidam seu território, somente o município de Jarinú não contava com nenhum projeto implementado até o final de 2020. A Tabela 2 demonstra quais são as regiões metropolitanas com maior número de conexões, sendo as mais expressivas a Região Metropolitana de Campinas (27% de todas as instalações na região) e a Região Metropolitana de São Paulo (20% de todas as instalações na região).

Tabela 2 Número de instalações nas regiões metropolitanas que compõe a MMP.

Região Metropolitana	Número de Instalações de GD
Região Metropolitana de Campinas	5.711
Região Metropolitana de São Paulo	4.118
Aglomeração Urbana de Piracicaba	3.333
Região Metropolitana de Sorocaba	2.741
Região Metropolitana do Vale do Paraíba e Litoral Norte	2.597
Unidade Regional de Bragança Paulista	1.041
Aglomeração Urbana de Jundiaí	824
Região Metropolitana da Baixada Santista	552

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pela Aneel (2020).

No que diz respeito à classe de consumo de energia que mais investiu na geração de energia descentralizada, a Tabela 3 ilustra que os clientes residenciais são os principais propulsores do setor na MMP, sendo responsáveis por 84% de todas as unidades instaladas.

Tabela 3 Número de instalações por classe de consumo final de energia.

Classe de Consumo	Unidades Instaladas
Residencial	17.564 (83,97%)
Comercial	2.446 (11,69%)
Industrial	416 (1,99%)
Rural	357 (1,71%)
Poder e Serviço Público	133 (0,64%)
Iluminação Pública	1 (0,005%)

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pela Aneel (2020).

Finalmente, a Tabela 4 apresenta dados que demonstram as modalidades de acesso e de controle dos créditos das unidades instaladas na MMP. Conforme pode ser observado, o mercado na macrometrópole ainda não explora as alternativas regulatórias referentes a modelos de geração menos restritivos e mais disruptivos do ponto de vista da descentralização. Isto é, o modelo de instalação dominante na macrometrópole é aquele em

que o proprietário do sistema fotovoltaico abate os créditos gerados nas contas de eletricidade da própria unidade de consumo (residência, comércio, etc.); seguido daquele em que o proprietário abate parte dos créditos em outras unidades de consumo sobre as quais é titular.

Tabela 4 Emprego dos créditos gerados.

Geração própria na unidade de consumo	19.499 (93,2%)
Autoconsumo remoto	1.328 (6,35%)
Geração Compartilhada entre diferentes unidades de consumo	84 (0,4%)
Estrutura de geração compartilhada entre múltiplas unidades de consumo (ex.: condomínios)	6 (0,03%)

Fonte: Elaboração própria a partir dos dados disponibilizados pela Aneel (2020).

A expansão da capacidade instalada de GD, principalmente com aplicações fotovoltaicas, exemplifica novas possibilidades para a governança energética dos agentes locais, entretanto, sua aplicação em larga escala ainda deixa questões em aberto, relacionadas a sua estabilidade, viabilidade e implicações sociais, debatidas a seguir.

Discussão

Avanços do setor

Conforme demonstrado, a geração de energia fotovoltaica tem dominado o mercado da geração distribuída na MMP. Diferentes razões podem ser apresentadas para justificar tamanhas discrepâncias entre o fomento das diferentes fontes, entre elas, o fato da tecnologia se adaptar às paisagens urbanas e não requerer um nível de infraestrutura muito sofisticado. Além disso, desde a publicação do marco regulatório em 2012, o mercado de energia solar vem se consolidando na região. Desde então, já são 184 empresas do setor fotovoltaico instaladas na MMP (Portal Solar, 2020).

A consolidação desse nicho de mercado pode ser tanto uma consequência da maior procura pelo serviço como também pode ser causa. Hojckova et al. (2020) descrevem o papel protagonizado por esses atores

não-institucionais – as empresas do ramo – na difusão dos sistemas fotovoltaicos, por exemplo, como o de construtores de sistemas, que possuem a habilidade de empregar oportunidades e estruturas em contextos distintos para gerar um momento oportuno para a instalação e difusão das suas inovações em condições de extrema incerteza. Soares (2020) demonstra, por meio de entrevistas com pessoas que investiram no setor até 2018 em Holambra, que as empresas do ramo tiveram um papel fundamental na persuasão e convencimento das pessoas que investiram em energia fotovoltaica distribuída, já que os mesmos, para além de vender uma mercadoria e um serviço, precisaram, em um primeiro momento, vender uma ideia inovadora.

Ainda que o setor venha crescendo rapidamente, a MMP não desempenha protagonismo esperado no setor, tomando em conta o seu consumo, que representou, em 2018, 22% de todo o consumo de eletricidade nacional (SOARES, 2020). Além disso, Collaço et al. (2020) apresenta uma estimativa de que a MMP possui potencial para a instalação de aproximadamente 8 MW de capacidade de geração de energia fotovoltaica, o que demonstra que o setor ainda poderá expandir-se consideravelmente.

Levando-se em consideração o exposto, é importante, no entanto, destacar que o setor fotovoltaico na MMP até 2020 seguia um modelo tradicional de geração, isto é, não aproveitava as oportunidades regulatórias de compartilhamento de créditos. Uma das oportunidades mencionadas é a da instalação de painéis fotovoltaicos em cooperativas, modelo que prevê o compartilhamento de crédito entre todos os cooperativados. Schneider (2020) constata em seu artigo que, empregando o mapeamento das cooperativas solares no Brasil promovido pela parceria entre o Instituto Ideal e a Confederação Alemã de Cooperativas, que das 19 cooperativas solares mapeadas no Brasil, uma se encontra na Macrometrópole. Tal cooperativa contava na ocasião com duas usinas geradoras, uma em Porto Feliz e outra em Araçoiaba da Serra e, juntas, contabilizam uma capacidade instalada de 1,1 MW.

Geração distribuída é inclusiva?

A geração distribuída é compreendida como uma ferramenta para aumentar a participação dos consumidores finais de energia elétrica nas decisões de geração. De fato, conforme demonstrado, o crescimento do

setor de GD na MMP é sobretudo oriundo do investimento de clientes da classe de consumo residencial.

No entanto, ainda que os custos de investimento com equipamentos e serviços tenha diminuído ao longo dos anos que sucedem o marco regulatório, conforme demonstra a Tabela 5, os investimentos necessários certamente seguem sendo restritos a uma parcela da população. Segundo dados da pesquisa de mercado do Portal Solar (2021), 30% dos clientes que orçam projetos fotovoltaicos pagam mensalmente valores tarifários superiores a R $600,00. Em um contexto em que 24% das famílias brasileiras vivem com menos de 2 salários mínimos por mês (IDEC, 2021), essa informação demonstra quão restrito é o acesso ao sistema distribuído. Nesse sentido, levando em consideração as premissas já discutidas, de que a geração distribuída permite que as pessoas tenham mais autonomia sobre sua gestão energética e maior participação no sistema energético como um todo, é importante que essas condições sejam oportunizadas a todos os clientes finais.

Tabela 5 Variação de preços dos módulos solares fotovoltaicos.

Ano	Estimativa de preço unitário (US$/Wp)
2012	0,89
2014	0,65
2016	0,39
2018	0,31
2020	0,25

Fonte: Adaptado de BEZERRA, 2020.

Afinal de contas, se bem é verdade que, sob o ponto de vista do cliente final, a geração distribuída é uma ferramenta de manutenção dos custos tarifários; é verdade também, conforme já discutido, que ela pode representar um incremento no custo da tarifa daqueles que não geram sua própria energia. Por outro lado, a geração distribuída representa um avanço do ponto de vista da transição energética já que, além de ampliar a capacidade de geração de energia moderna e renovável, conforme demonstrado, emprega recursos locais para tanto.

A busca pelo balanço ótimo em conseguir garantir energia limpa e acessível desde que seja para todos, perpassa diferentes níveis institucionais. A nível regulatório, é possível garantir os incentivos necessários para a expansão ou não do setor; a nível político, existem alternativas locais que poderiam, por exemplo, ampliar a oferta de energia distribuída na Macrometrópole.

Conclusões

A compreensão das peculiaridades locais, tanto em relação aos recursos naturais disponíveis e suas capacidades de suporte, como seus diferentes perfis da demanda e potencial de colaborar com a ONS de forma segura para o sistema nacional, devem ser compreendidas e sistematizadas antes de qualquer revisão institucional para GD.

Muito embora oportuna para fomentar a descentralização da governança, o que democratiza o acesso às decisões sobre geração e uso de eletricidade, a disseminação da GD não deve ser vista como uma solução, *per se*.

As características competitivas da GD podem ter impactos não desejados se uma regulação apropriada não for elaborada, sendo que se deve considerar os interesses dos diferentes agentes locais na formulação dos incentivos e constrangimentos para expansão dos sistemas, assim como as características socioeconômicas também devem ser levadas em conta para que a nova legislação não promova distorções, mas sim justiça energética.

Por isso, o presente estudo sugere a importância de organizações de meso nível, ou de nível intermediário entre o Governo Federal e as regiões e localidades, como forma de mitigar problemas informacionais relacionados à intermitência das fonte solar (responsável majoritariamente pelos sistemas de GD), servindo como um intermédio para compilação e análise das informações locais antes de transmiti-las aos operadores centrais (ONS), assim como o fortalecimento do setor público garantindo o fornecimento estável de eletricidade por meio de suas atividades de planejamento e da inclusão e combinação entre o Planejamento e Geração Centralizados com o Planejamento e Geração Descentralizados. Por isso, não se está propondo a substituição da geração centralizada pela GD, não existem estudos que demonstrem essa sobreposição. Esta pesquisa, em

conjunto com os demais pesquisadores e cientistas que estudam o tema, buscou apontar que existe um potencial expressivo e inexplorado da implementação da GD, e que essa implementação pode contribuir para o alcance de metas de sustentabilidade, de melhoria da qualidade de vida dos cidadãos urbanos, de diminuição da demanda de energia e de emissões de poluentes e GEE, e de aumento da autossuficiência das cidades.

Em adição, nas próximas décadas as cidades brasileiras sofrerão alterações demográficas, pressão pela descarbonização, aumento do risco climático e uma diminuição de acesso aos serviços públicos, se as reformas propostas atualmente, forem de fato efetivadas, sendo que a MMP é das regiões com melhores condições socioeconômicas para avançar na agenda de expansão das GD, mas que até o presente momento, tem apresentado uma tímida atuação na área.

Como decorrência, constatamos que diante do acúmulo de crises que se somarão no futuro próximo, a possibilidade de gerar sua própria energia poderá ser um fator decisivo no aumento e/ou diminuição da desigualdade social, uma vez que terá o potencial de determinar quem terá acesso aos serviços energéticos básicos, desde a refrigeração e cocção de alimentos, até a possibilidade de tomar um banho quente. Nesse novo cenário, espera-se que avanços tecnológicos, principalmente na distribuição e no armazenamento da eletricidade sejam chaves para o enfrentamento das crises que se somarão e às quais a região da MMP deve se adiantar.

Agradecimentos – Agradecemos o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Projeto Temático: 2015/03804-9 e bolsa:2017/17796-3. Assim como à Fox International Fellowship do Mac Millan Center da Universidade de Yale.

Referências

ANEEL. **Unidades de geração distribuída**. 2020a. Disponível em: <https://www.aneel.gov.br/geracao-distribuida> Último acesso: jun. 2020.

ANEEL. **Sistema de Informações de Geração da ANEEL** – SIGA 2020b. Disponível em: <http://bit.ly/39LK90S> Último acesso: jun. 2020.

ANEEL. Resolução Normativa nº 482 de 2012.

ACKERMANN, T.; ANDERSSON, G.; SÖDER, L. Distributed generation: A definition. **Electric Power Systems Research**, v. 57, n. 3, 2001, p. 195-204.

ANDRADE, J.V.B; RODRIGUES, BN.;SANTOS,IF.S.;HADDAD,J.;FILHO, G.L.T. Constitutional aspects of distributed generation policies for promoting Brazilian economic development. **Energy Policy**, v. 143, 2020, 11555.

BEZERRA, F.D. Energia Solar. **Caderno Setorial ETENE**, n.110, 2020.

BRASIL. Ministério da Indústria, Comércio Exterior e Serviços (MDIC). **Energia Solar Fotovoltaica**, 2018. Disponível em: <http://www.mdic.gov.br/index.php/competitividade industrial/sustentabilidade/energia-renovavel>. Acesso em: jun. 2020.

BURSZTYN, M.; BURSZTYN, M. A. **FUNDAMENTOS DE POLÍTICA E GESTÃO AMBIENTAL: Caminhos Para a Sustentabilidade**. Rio de Janeiro: Editora Garamond Ltda., 2013.

COLLAÇO, F. M. A. **Sinergias entre o Planejamento Energético e o Planejamento Urbano: estudo de caso do Sistema de Energia Urbano da Megacidade de São Paulo**. (Tese de Doutorado). Programa de Pós-Graduação em Energia da USP. São Paulo, 2019, 233 p.

COLLAÇO, F. M. A. et al. What if São Paulo (Brazil) would like to become a renewable and endogenous energy -based megacity? **Renewable Energy**, v.138, 2019, p. 416-433.

COLLAÇO, F. M. A. et al. Understanding the Energy System of the Paulista Macrometropolis: first step in local action toward climate change. **Ambiente e Sociedade**, v. 23, 2020, p. 1-25. Disponível em: <https://www.scielo.br/scielo.php?pid=S1414-753X2020000101000 &script=sci_arttext>. Último acesso: jun. 2020.

EID, C.; GUILLÉN, J.R.; MARÍN. P.M.; HAKVOORT, R. The economic effect of electricity net-metering with solar PV: Consequences for network cost recovery, cross subsidies and policy objectives. **Energy Policy,** v.75, 2014, p.244-254.

GOMES, J. P. P.; VIEIRA, M. M. F. O campo da energia elétrica no Brasil de 1880 a 2002. **Revista de Administração Pública**, v. 43, n. 2, 2009, p. 295-321.

GREENER. **Estudo Estratégico: Mercado Fotovoltaico de Geração Distribuída – 4º trimestre de 2019**. Disponível em: https://www.greener.com.br/estudo/estudo-estrategico-mercado-fotovoltaico-de-geracao-distribuida-4o-trimestre-de-2019/. Acesso em ago. 2021.

LAMPIS, A. et al. ODS 7 – Energia Limpa e Acessível. In: FREY, K. et al. (Ed.). **Objetivos do Desenvolvimento Sustentável: Desafios para o planejamento e a governança ambiental na Macrometrópole Paulista**. 1. ed. Santo André, SP: Ed. UFABC, 2020, p. 133–150.

LAMPIS, A.; SIQUEIRA, A. M. Q.; GIROTTI, C.; BERMANN, C.; BEREJUK, G.; PEDROSO, G.; PAVANELLI, J. M. M.; SOARES, R.S. **Contribuição do Grupo de Pesquisa em Governança Energética do IEE-USP à Consulta Pública sobre Proposta de revisão da Resolução Normativa nº 482/2012 da ANEEL**, 2019.

LEITE, A. D. **A energia do Brasil**. 3ª ed. Rio de Janeiro: Lexicon, 2014.

MANKIW, N. Gregory. **Introdução à Economia**. 6a. ed. São Paulo: Cengage Learning, 2014.

MARSDEN, J. Distributed Generation Systems: A New Paradigm for Sustainable Energy. In: **2011 IEEE Green Technologies Conference** (IEEE-Green), p. 1-4, 2011.

MEMÓRIA DA ELETRICIDADE. **Memória da Eletricidade**. Disponível em: <http://www.memoriadaeletricidade.com.br/Default.asp?pagina=destaques/linha&menu=368&iEmpresa=Menu#368>. Acesso em: 15 dez. 2015.

MITSCHER, M.; RÜTHER, R. Economic performance and policies for grid-connected residential solar photovoltaic systems in Brazil. **Energy Policy**, v. 49, p. 688–694, 2012.

PAVANELLI, J. M. M. **A integração da geração fotovoltaica distribuída à matriz elétrica brasileira: uma análise sob a ótica institucional**. (Dissertação de Mestrado). Escola de Artes, Ciências e Humanidades – Universidade de São Paulo, 2016.

PAVANELLI, J. M. M.; IGARI, A. T. Institutional Reproduction and Change/ : An Analytical Framework for Brazilian Electricity Generation Choices. **International Journal of Energy Economics and Policy**, v. 9, n. 5, 2019, p. 252-263. Disponível em: <https://www.econjournals.com/index.php/ijeep/article/view/8056>.

PEPERMANS, G. et al. Distributed generation: Definition, benefits and issues. **Energy Policy**, v. 33, n. 6, 2005, p. 787-798.

PINTO JR., H. Q. et al. Economia da Indústria Elétrica. In: PINTO JR., H. Q. (Org.) **Economia da Energia: Fundamentos Econômicos, Evolução Histórica e Organização Industrial**. São Paulo: Ed. Campus-Elsevier, 2007, 416 p.

PORTAL SOLAR. **Mapa de empresas de energia solar**, 2020. Disponível em: https://www.portalsolar.com.br/fornecedores/empresas-de-energia-solar/ Acesso em ago. 2021.

PORTAL SOLAR. **Mercado de energia solar no brasil**, 2021. Disponível em: https://www.portalsolar.com.br/mercado-de-energia-solar-no-brasil.html/ Acesso em ago. 2021.

RÜTHER, R.; ZILLES, R. Making the case for grid-connected photovoltaics in Brazil. **Energy Policy**, v. 39, n. 3, 2011, p. 1027-1030. Disponível em: <http://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/ S0301421510009213>.

SOARES, R.S.; TARELLO, T.A.R.; BERMANN, C. Distributed power generation in São Paulo – Impacts on the tariffs and cross-subsidy. In: **Decarbonization, Efficiency and Affordability: New Energy Markets in Latin America**, 2019, Buenos Aires. Online Conference Proceeding: 7th ELAEE/IAEE Latin American Conference, 2019.

SOARES, R.S. **A difusão da geração distribuída fotovoltaica na Macrometrópole Paulista**. (Dissertação de Mestrado). PPGE/Instituto de Energia e Ambiente (USP). São Paulo, 2019.

THE GUARDIAN. Nevada solar industry collapses after state lets power company raise fees **| Environment | The Guardian**. Disponível em: <https://www.theguardian.com/environment/2016/ jan/13/solar-panel-energy-power-company-nevada> último acesso: jun. 2020.

TOMALSQUIM, M.T. Integração das fontes renováveis intermitentes na América Latina: Brasil, Chile e Uruguai, 2017. Disponível em: <https://scioteca.caf.com/bitstream/handle/123456789/1228/20170112_Intermittent%20Energy%20Renewables%20Integration%20Chalenges.pdf?sequence=1> último acesso: jun. 2020.

VIEIRA D.; SHAYANI R. A.; OLIVEIRA, M. A. G. "Net Metering in Brazil: regulation, opportunities and challenges. **IEEE Latin America Transactions**, v.14, n. 8, 2016, p. 3687-3694.

WOLFE, P. The implications of an increasingly decentralised energy system. **Energy Policy**, v. 36, n. 12, 2008, p. 4509-4513.

ZILLES, R. et al. **Sistemas fotovoltaicos conectados à rede elétrica**. 1ª ed. São Paulo: Oficina de Textos, 2012.

Parte VI

A Abordagem dos Serviços Ecossistêmicos na Dinâmica da Governança Ambiental

Capítulo 21

Discussão crítica do conceito de serviços ecossistêmicos

Paulo Antonio de Almeida Sinisgalli, Alexandre Toshiro Igari, Alexander Turra, Wilson Cabral de Sousa Jr., Bruno Portes e Camila Espezio de Oliveira

Introdução

A sustentabilidade ambiental almeja garantir a perenidade dos sistemas globais de suporte à vida, associada principalmente às condicionantes humanas. Para se alcançar tal objetivo é necessário manter minimamente o capital natural em limites quantitativos e qualitativos adequados, tanto como fonte de insumos e gerador de serviços ecossistêmicos, quanto como "sumidouro" de resíduos, dentro da capacidade de absorção e resiliência dos ecossistemas. Em suma, isso significa manter as atividades humanas, muitas vezes associadas à economia, dentro dos limites impostos pelo ambiente. Ou seja, é preciso manter a escala do subsistema econômico humano dentro dos limites biofísicos do ecossistema do qual ele depende e está inserido (GOODLAND, 1995).

No campo das ciências sociais aplicadas, a disputa sobre a conservação ambiental acirra-se nas abordagens da Economia Ambiental Neoclássica e da Economia Ecológica, onde a primeira entende o capital natural e os serviços ecossistêmicos dentro de uma lógica de mercado, podendo estes serem indefinidamente substituídos por capital construído (infraestrutura, insumos e tecnologia). Já a Economia Ecológica pressupõe que o Capital Natural e os Serviços Ecossistêmicos não são completamente substituíveis pelo capital construído. Assim, a Economia Ecológica tem como premissa elementar o estabelecimento dos limites máximos de degradação e mínimos de conservação do capital natural, de forma a delimitar o universo de possibilidades para a apropriação dos ecossistemas pelo subsistema econômico (IGARI et al., 2020).

A determinação de limites ambientais para as atividades humanas é discutida desde o final do século XVIII com estudos Malthusianos que

relacionaram a capacidade de produção de alimentos ao crescimento demográfico. Posteriormente, o relatório "Limits to Growth", de 1972, incorporou modelos matemáticos preditivos acerca dos limites ambientais para o crescimento da economia. Em 2005, a Avaliação Ecossistêmica do Milênio mostrou, por meio de uma síntese global do estado de conservação dos ecossistemas, uma grande perda de serviços ecossistêmicos que pode comprometer substancialmente o bem-estar humano, principalmente das populações mais pobres e vulneráveis, que são mais dependentes desses serviços. Rockström et al. (2009) e posteriormente Steffen et al. (2015) delimitaram os parâmetros ambientais de segurança para a humanidade na forma de limites globais e subglobais para a continuidade da operação segura do sistema terrestre, dentro do limite estável para a espécie humana. Steffen et al. (2015) apontam que quatro entre os nove parâmetros apresentados já teriam ultrapassado o limite estabelecido como seguro (Integridade da biosfera – Diversidade genética; Mudanças climáticas; Mudança no sistema de terras; e Ciclos bioquímicos – Nitrogênio e Fósforo), sendo necessárias ações que visem retroceder tais avanços ou ao menos impedir que continuem a aumentar. A ultrapassagem desses limites implica na possibilidade de uma ruptura importante no equilíbrio desses sistemas, levando a uma nova configuração que pode não ser adequada para o bem estar humano.

Nesse sentido, o conceito de serviços ecossistêmicos consiste em um instrumento apropriado para que se possa pensar em uma abordagem econômica, de planejamento e gestão, que leve em conta os limites planetários. A delimitação deste conceito, atrelada ao reconhecimento do seu valor e ao uso de ferramentas adequadas de apoio à tomada de decisão, podem proporcionar subsídios importantes para as políticas públicas visando a melhor gestão ambiental. Deste modo, este capítulo traça um resgate histórico do conceito de serviços ecossistêmicos e aponta para o que este conceito pode contribuir para as discussões sobre a governança ambiental da Macrometrópole face às mudanças climáticas.

Resgate histórico e evolução do conceito

Gómez-Baggethun et al. (2010) traçam uma importante contribuição sobre o histórico do conceito de serviços ecossistêmicos. A ideia inicial de importância da natureza para a humanidade remete, no século XIX, a dois

autores importantes neste aspeto: Jean Baptiste Say e George Perkin Marsh. O primeiro reconhecia a contribuição da natureza como prestadora de serviços para a humanidade, sem um reconhecimento econômico da mesma. Já Marsh (1864), em "O homem e a natureza", aponta para os impactos decorrentes das atividades humanas que alteram as dinâmicas sociais e ambientais do meio, mostrando claramente a sua interdependência.

Desde a publicação de Marsh (op. cit.), muitos autores contribuíram para a discussão das dependências, relações e influências entre as sociedades e os ambientes naturais. Cabe destacar que foi Eugene Odum que, no livro-texto de Fundamentos de Ecologia (1953), propôs uma abordagem sobre os sistemas ecológicos fundamentada em fluxos de matéria e energia, que inspirou posteriormente a valoração eMergética do capital natural e dos serviços ecossistêmicos. Retornaremos a este tema mais detalhadamente no capítulo seguinte.

Mooney e Ehrlich (1997) descreveram sucintamente este histórico na importante publicação "*Nature's services: societal dependence on natural ecosystems*", organizada por Gretchen Daily (1997). O relatório *Study of Critical Environmental Problems* (SCEP 1970 in Mooney & Ehrlich, 1997), traz a abordagem da necessidade de manutenção dos "serviços ambientais" (*environmental services*) como condição de garantir as funções ecossistêmicas. De acordo com Mooney & Ehrlich (1997), foi em 1974 que Holdren e Ehrlich renomearam o conceito de serviços ambientais para "funções de serviço público do ambiente global" (*public-service functions of the global environment*).

Neste sentido, deve-se estas discussões do final dos anos 1970 à formação do conceito de serviços ecossistêmicos, na esteira de uma crescente conscientização política e científica a respeito da poluição ambiental e questões associadas à escassez de recursos nas décadas de 1960 e 1970 e das discussões sobre desenvolvimento sustentável nos anos 1980 (BRAAT & DE GROOT, 2012).

Esta abordagem do conceito de serviços ecossistêmicos possui raízes tanto nas ciências naturais – apoiando-se nos conceitos de ecossistemas, funções ecossistêmicas e funções da natureza – quanto na economia, na qual o debate a respeito das contribuições da natureza para o bem-estar humano remonta à economia clássica, porém tendo relação mais direta

com as discussões sobre capital natural e sustentabilidade nas décadas de 1980 e 1990 (BRAAT & DE GROOT, 2012).

Em suma, a evolução do termo "serviços ecossistêmicos" passou de uma listagem de funções à definição: "serviços públicos do ecossistema global" (*public services of the global ecosystem*), por Ehrlich et al., e "serviços da natureza" (*nature's services*), por Westman. Em 1981, Ehrlich e Ehrlich simplificaram e redefiniram o nome para "serviços ecossistêmicos" (*ecosystem services*) (MOONEY & EHRLICH, 1997).

São sintetizadas a seguir, historicamente, algumas das definições sobre o se entende por Serviços Ecossistêmicos.

Em 2014 foi realizado um levantamento sobre os trabalhos científicos sobre o tema (TANCOIGNE et al., 2014), o qual aponta que houve um expressivo aumento de publicações associadas ao tema de serviços ecossistêmicos, principalmente após a Avaliação Ecossistêmica do Milênio – Millennium Ecosystem Assessment – MEA (MEA, 2003, 2005). Da mesma forma, Costanza e Kubiszewski (2012), observaram que 2.386 trabalhos científicos tiveram o conceito de serviço ecossistêmico como tópico. Além disso, citações associadas a este tema estavam em torno de 30.000 até a data da publicação (op. cit.). Após esta publicação e, com o consequente aumento da repercussão sobre o tema, em 2012 é lançada em 2012 a revista Ecosystem Services para consolidar o conceito e ampliar a discussão. O relatório da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005) foi o resultado de um esforço de mais de mil pesquisadores do mundo todo, iniciado em 2001 pelo Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA). Este estudo consiste em uma análise do estado em que se encontravam os serviços e recursos naturais do planeta, com base na abordagem de Serviços Ecossistêmicos. Dentro da proposta há claramente uma intenção de quebrar com a dicotomia homem-natureza, integrando os sistemas socioecológicos.

Esta avaliação busca analisar o impacto das alterações dos ecossistemas sobre o bem estar humano, ressaltando que os ecossistemas vêm sendo modificados não apenas em sua estrutura (tais como habitats), mas também em suas funções e processos. Esse estudo aponta que os serviços ecossistêmicos, provenientes dos ecossistemas, derivam diretamente de processos como ciclos biogeoquímicos, que vêm sendo modificados significativamente.

Quadro 1 Síntese de algumas definições de Serviços Ecossistêmicos.

Autor	Definição
Costanza et al. (1997)	Os Serviços do Ecossistema são os benefícios que as populações humanas obtem, direta ou indiretamente, das funções do ecossistema.
Daily (1997)	As condições e processos através dos quais os ecossistemas naturais, e as espécies que os constituem, sustentam e realizam a vida humana.
De Groot et al. (2002)	A capacidade dos processos e componentes naturais de fornecer bens e serviços que satisfaçam as necessidades humanas, direta ou indiretamente.
Daly & Farley (2004)	As funções do ecossistema que possuem valor para os seres humanos.
Millenium Ecosystem Assessment (MEA, 2003):	Os serviços ecossistêmicos são benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas.
WRI (2005)	Os serviços ecossistêmicos são benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas.
Boyd and Banzhaf (2007):	Não são os benefícios que os humanos obtêm dos ecossistemas, mas sim os componentes ecológicos diretamente consumidos ou usufruídos para produzir o bem-estar humano. Os Serviços Ecossistêmicos são componentes da natureza, desfrutados, consumidos ou usados diretamente para produzir o bem-estar humano.
Fisher and Turner (2008):	Os serviços ecossistêmicos não precisam ser utilizados diretamente. (...) Argumentamos que, enquanto o bem-estar humano for afetado por processos ou funções ecológicas, eles serão serviços. (...) Os benefícios que os humanos obtêm dos ecossistemas são derivados dos serviços intermediários e finais.
Fisher et al. (2009):	Os aspectos dos ecossistemas utilizados (ativa ou passivamente) para produzir o bem-estar humano. (...) Os serviços ecossistêmicos incluem a organização ou estrutura do ecossistema, bem como processos e / ou funções, se forem consumidos ou utilizados pela humanidade direta ou indiretamente. (...) Sem beneficiários humanos não são serviços.
Haines-Young and Potschin (2009)	Em contraste com a definição da MEA de um serviço como os benefícios que os ecossistemas fornecem para as pessoas, esta revisão sugere que os serviços ecossistêmicos são agora amplamente entendidos como as contribuições que os ecossistemas fazem para o bem-estar humano. No entanto, a maioria aceita a equivalência dos termos 'bens' e 'serviços', conforme usando pela MEA.
TEEB Foundations (2010)	Serviços ecossistêmicos são as contribuições diretas e indiretas dos ecossistemas para o bem-estar humano

No relatório da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005) também foi realizada uma classificação dos serviços ecossistêmicos, os quais são alocados nas categorias:

- **Serviços de provisão:** estes serviços seriam os produtos obtidos diretamente dos ecossistemas para a utilização humana. Como exemplo deste serviço tem-se a obtenção de alimentos, madeira, etc.
- **Serviços de regulação:** seriam os benefícios humanos obtidos pelos processos de regulação dos processos ecossistêmicos, como, por exemplo, a regulação da qualidade do ar.
- **Serviços culturais:** seriam os benefícios não materiais obtidos dos ecossistemas que proporcionam um enriquecimento espiritual, desenvolvimento cognitivo, reflexão, recreação e experiências estéticas.
- **Serviços de suporte:** esta categoria engloba todos os serviços necessários para a produção de todos os outros serviços ecossistêmicos.

Aprofundando-se na discussão conceitual sobre os serviços ecossistêmicos, pode-se compreendê-los, em última instância, como fluxos de energia, matéria e informação provindos dos ecossistemas que, associados aos demais tipos de capitais (manufaturado, social e humano) (ANDRADE & ROMEIRO, 2009a, 2009b), contribuem para o bem-estar humano. Esses fluxos, por sua vez, resultam dos processos ou funções ecossistêmicas, que derivam do capital natural.

Em termos conceituais há uma diferenciação evidente entre funções e serviços ecossistêmicos, como se pode observar em De Groot (1992), Costanza et al (1997), De Groot et al. (2002), Daly e Farley (2004) e MEA (2005). Sinteticamente, de acordo com Costanza et al. (1997), De Groot et al (2002) e Daly e Farley (2004), os serviços ecossistêmicos são gerados pelas funções ecossistêmicas que emergem das interações entre os componentes bióticos e abióticos do meio.

Fisher et al. (2009) defendem que, para um uso efetivo da abordagem de serviços ecossistêmicos na tomada de decisão, é necessário que haja um entendimento claro, preciso e objetivo de como os serviços contribuem para o bem-estar humano. O sistema de classificação deve ter potenciais práticos além dos acadêmicos. Existem diversas iniciativas para a classificação dos serviços ecossistêmicos visando a sua padronização, de modo a facilitar o seu uso em políticas públicas. A título de exemplo temos a classificação CICES da Comunidade Européia.

A classificação proposta pelo Millennium Ecosystem Assessment (MEA, 2005) baseia-se na funcionalidade dos serviços ecossistêmicos, o que a torna lógica e de fácil compreensão.

A Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (IPBES, 2016, 2018 e 2019) desenvolveu uma nova visão introduzindo o conceito para os Serviços Ecossistêmicos como "contribuições da natureza para as pessoas" (DÍAZ et al., 2015; DÍAZ et al., 2018). Esta plataforma tem procurado aprofundar o debate sobre como melhor gerenciar a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos visando o bem-estar humano. Há o reconhecimento do contexto político e cultural sobre os serviços ecossistêmicos, relacionando-se com a abordagem de sistemas sócio-ecológicos. Neste contexto, há um agrupamento das categorias e uma visão de continuidade neste processo, levando a um entendimento que um serviço pode ser classificado de diversas formas. Entretanto, há um esforço no sentido de uniformizar os conceitos visando possibilitar comparar as diversas avaliações (CICES).

Olhar para a o futuro: perspectivas para pesquisas e políticas públicas

Na literatura dos marcos históricos da trajetória de conceitualização dos serviços ecossistêmicos observa-se que há uma clara busca no sentido de ressaltar a natureza do serviço ecossistêmico como sendo um fenômeno ecológico e não uma condicionante das atividades humanas. Há também uma necessidade deste reconhecimento para melhoria da gestão destes mesmos serviços, visando a sua continuidade ou mesmo no sentido de ampliar o entendimento sobre a dependência das atividades humanas dos serviços ecossistêmicos.

Sendo um conceito antropocêntrico e utilitarista (DE GROOT et al., 2002; MEA, 2005), em que os processos ou componentes biológicos somente são tomados como serviços quando há uma relação estabelecida entre este e a utilidade para os seres humanos (DAILY, 1997). Esta pode ser uma forma de melhor entender a relação entre as funções e serviços. Um exemplo que pode ser tomado é das plantas medicinais. Se há uso por alguém com esta finalidade é um serviço, e se não há o serviço a planta somente faz parte da estrutura e funções do ecossistema.

A natureza antropocêntrica do conceito não o transforma em uma abordagem voltada para a garantia do suprimento do serviço para o bem-estar. Mas há uma discussão importante associada à definição de limites, ou seja, o quanto podemos alterar as características do meio, mantendo os serviços ecossistêmicos. Ou melhor, o quanto devemos manter do ambiente natural para termos a garantia de fornecimento mínimo dos serviços ecossistêmicos necessários ao bem-estar humano?

A questão basilar é quando, por quanto tempo e por quem serão apropriados os serviços ecossistêmicos. Se a decisão for pela perenidade temporal dos serviços, sua exploração deveria ser limitada pela resiliência dos ecossistemas. Adicionalmente, se a decisão for pela equidade na apropriação, ela seria balizada por parâmetros minimamente aceitáveis de justiça ambiental. Neste sentido, o conceito de serviços ecossistêmicos implica a necessidade de um posicionamento ético e científico, sendo melhor entendido pelos próprios beneficiários ou recebedores do serviço (COSTANZA et al., 1991; FISHER et al., 2009).

Ou seja, o conceito de serviços ecossistêmicos consolida-se como um instrumento para ampliar o entendimento sobre a dependência de recursos e fluxos da natureza para o bem-estar humano. Dependendo do olhar dado aos serviços ecossistêmicos, eles podem ter finalidades distintas como intermediários ou finais, além de locais, regionais e globais. A abordagem sobre serviço ecossistêmico final e intermediário está associada em explicitar em como está sendo apropriado o serviço à condição humana (COSTANZA, 2014).

Mesmo tendo o conceito de serviço ecossistêmico uma denominação que extrapola a sua própria aplicação, este pode mascarar alguns aspectos importantes. Norgaard e Richard (2010) criticam o uso leviano deste conceito, uma vez que pode comunicar de maneira superficial a importância da sua manutenção. Ou seja, proporcionar uma noção de relação de consumo entre ecossistemas e humanidade muitas vezes otimista quanto à resiliência das funções ecossistêmicas e quanto à possibilidade de substituição da base (constituída pelo capital natural) por capital construído. Esta postura de otimismo exagerado é contraditória com os princípios de precaução e prevenção recomendados para as decisões em condições de incerteza ou ignorância, muito recorrentes na governança de sistemas socioecológicos.

Deste modo, o conceito de serviços ecossistêmicos atrelado à governança ambiental da Macrometrópole Paulista pode contribuir no sentido de promover uma maior clareza nas relações de oferta e demanda por esses serviços e os múltiplos territórios, atores e instituições envolvidos nos sistemas. Este conceito pode também fornecer ferramentas qualitativas e quantitativas para compreender a importância dos ecossistemas na economia regional, além de subsidiar diversas ferramentas de apoio à tomada de decisão e políticas públicas, como a elaboração de cenários e modelos preditivos de causa-efeito decorrentes de mudanças no uso e ocupação do solo ou como estabelecer arranjos de políticas de pagamentos por serviços ambientais, que serão discutidas nos capítulos seguintes.

Entretanto, o termo passou a ser incorporado, de forma pouco consistente, como paradigma de políticas públicas e ações de conservação ambiental. Por meio de, por exemplo, programas de pagamento por serviços ecossistêmicos, tem-se a noção que os anseios econômicos e conservacionistas estariam suficientemente compreendidos e harmonizados por este instrumento de incentivo. Há diversos exemplos de uso deste conceito para definição de políticas públicas, desde conservação de áreas preservadas até nas políticas urbanas, que serão apresentados no capítulo específico.

Neste sentido, a Lei 14.119 que Institui a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, de 13 de Janeiro de 2021, apresenta a definição distinta de Serviço Ambiental e Serviço Ecossistêmico, no seu Artigo 2º:

> II – serviços ecossistêmicos: benefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais, ...
> III – serviços ambientais: atividades individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos.

Portanto, sob a ótica legal há uma clara distinção entre os conceitos de serviços ecossistêmicos e serviços ambientais, principalmente atrelado para fins de Pagamentos por Serviços Ambientais.

Se o termo serviços ecossistêmicos foi primeiramente criado para que se tivesse uma melhor noção da importância dos fluxos de matéria e energia provenientes dos ecossistemas, que beneficiam o ser humando, visando a sua conservação, e/ou o melhor manejo, a mesma abordagem desencadeia uma apropriação do termo por outras esferas, como a do setor produtivo. A definição dada por um grupo importante de cientistas para os serviços ecossistêmicos mostra a incorporação do manejo na sua definição:

> Ecosystem services are produced along the full spectrum of heavily managed ecosystems (e.g., agroecosystems) to ecosystems with low human imprint. Ecosystem services can be final (produce benefits directly, such as seafood) or intermediate (underpinning final services; e.g., the generation of habitats that support fish populations) (Gerry et al., 2015).

Por outro lado, dentro da concepção do IPBES[1], serviços ecossistêmicos são

> The benefits (and occasionally losses or detriments) that people obtain from ecosystems. ..... Other approaches distinguish 'final ecosystem services' that directly deliver welfare gains and/or losses to people through goods from this general term that includes the whole pathway from ecological processes through to final ecosystem services, goods and anthropocentric values to people (Diaz, 2015).

Sob o ponto de vista da análise realizada, a definição mais abrangente de Serviços Ecossistêmicos está associada ao IPBES com a contribuição de vários autores que tratam os serviços como os benefícios provenientes dos ecossistemas. Nesta definição não há relação direta (ou indireta) com as necessidades humanas, e olha os serviços sob a ótica de benefícios (que são passíveis de valorar). Mas abre uma discussão sobre os ecossistemas manejados, como a produção de alimentos.

1. Intergovernmental Platform on Biodiversity and Ecosystem Services (IPBES).

Neste sentido, não estamos mais diante da visão de uma natureza intocada, mas que responde à ação humana. Esta mudança conceitual leva, por um lado, a uma melhor integração entre o homem e o ecossistema, mas também permite a apropriação do conceito em um espectro maior de análise.

Esta definição mais abrangente permite uma análise diferenciada tanto no aspecto de avaliação da contribuição para o bem estar humano, mas também na própria discussão de natureza dos serviços. Já os Serviços Ambientais, dentro deste entendimento, seriam aqueles que envolvem ação antrópica visando à redução de um impacto ambiental ou a manutenção do fornecimento de serviços ecossistêmicos.

Além disso, é importante destacar que há uma discussão sobre o papel de como os ecossistemas manejados, ou não, atuam no sentido de proporcionar bem-estar humano ou a sua melhoria, sem olvidar da necessidade da manutenção das demais espécies e funções.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), processos n. 2015/03804-9 e 2018/16781-5 e bolsa processo 2019/22940-1; e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq), Bolsa PQ/processo 314096/2020-5.

Referências

ANDRADE, D. C.; ROMEIRO A. R. Capital natural, serviços ecossistêmicos e sistema econômico: rumo a uma "Economia dos Ecossistemas". **Texto p/ Discussão 159**. IE/UNICAMP, 2009b.

ANDRADE, D. C. ; ROMEIRO A. R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem estar humano. **Texto p/ Discussão 155**. IE/UNICAMP, 2009a.

BOYD, J.; BANZHAF, S. What are ecosystem services? The need for standardized environmental accounting units. **Ecological Economics 63**. 2 (2007): 616-626.

BRAAT, L. C.; DE GROOT, R. The ecosystem services agenda:bridging the worlds of natural science and economics, conservation and development, and public and private policy. **Ecosystem Services.** v. 1, issue 1, p. 4-15. 2012.

COSTANZA, R. (ed.)(1991). **Ecological Economics** – The Science and Management of Sustainability. New York, Columbia University Press. 525 p.

COSTANZA, R.; d'ARGE, R. et al (1997). The Value of the World's Ecosystem Services and Natural Capital. **Nature**, 387: 253 – 260.

COSTANZA, R.; KUBISZEWSKI, I. The authorship structure of "ecosystem services" as a transdisciplinary field of scholarship. **Ecosystem Services**, v.1, n.1, p.16-25, jul 2012.

COSTANZA, R; DE GROOT et al (2014). Changes in the global value of ecosystem service. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152-158, May 2014.

DAILY, G. C. et al. Ecosystem Services: Benefits Supplied to Human Societies by Natural Ecosystems. **Issues in Ecology**, n. 2, p. 2 -16, Spring, 1997.

DAILY, G. C. (editor). **Nature's services**: Societal dependence on natural ecosystems. Island Press, Washington, D.C., 1997.

DALY, H.E.; FARLEY, J. **Ecological Economics Principles and Applications**. Washington, DC: Island Press, 2004. p. 484.

DÍAZ, S.; DEMISSEW, S.; CARABIAS, J.; JOLY, C.; LONSDALE, M.; ASH, N.; ADHIKARI, J. R.; ARICO, S.; BARTUSKA, A.; BASTE, I. A.; BILGIN, A.; BRONDIZIO, E.; CHAN, K. M. A.; FIGUEROA, V. E.; DURAIAPPAH, A.; FISCHER, M.; HILL, R.; KOETZ, T.; LEADLEY, P.; THOMAS, S. (2015). The IPBES Conceptual Framework — connecting nature and people. **Current Opinion in Environmental Sustainability**, 14, 1–16. https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.11.002.

DÍAZ, S.; PASCUAL, U.; STENSEKE, M.; MARTÍN-LÓPEZ, B.; WATSON, R. T.; MOLNÁR, Z.; HILL, R.; CHAN, K. M. A.; BASTE, I. A.; BRAUMAN, K. A.; POLASKY, S.; CHURCH, A.; LONSDALE, M.; LARIGAUDERIE, A.; LEADLEY, P. W.; OUDENHOVEN, A. P. E. van; PLAAT, F. van der; SCHRÖTER, M.; Lavorel, S.; SHIRAYAMA, Y. (2018). Assessing nature's contributions to people. **Science**, 359(6373). https://doi.org/10.1126/science.aap8826.

DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions , goods and services. **Ecological Economics**, v. 41, p. 393–408, 2002.

FISHER, B; TURNER, R.K; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological Economics**, 68, p.643-653, 2009.

GERRY, A.D. et all (2015) Natural capital and ecosystem services informing decisions: From promise to practice. **PNAS**. June 2015. Vol. 112 n. 24. pgs. 7348-7355.

GÓMEZ-BAGGETHUN, ERIK; DE GROOT, RUDOLF; LOMAS, PEDRO L.; MONTES, CARLOS The history of ecosystem services in economic theory and practice: From early notions to markets and payment schemes. **Ecological Economics**, 69 (2010) 1209–1218.

GOODLAND, R. (1995). The Concept of Environmental Sustainability. **Annual Review of Ecology and Systematics**, v. *26*, 1-24. http://www.jstor.org/stable/2097196.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. **The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being**. In: Raffaelli, D. & C. Frid (eds.): Ecosystem Ecology: a new synthesis. BES Ecological Reviews Series, CUP, Cambridge, 2009.

IGARI, A. T.; PAVANELLI, J. M. M.; OLIVEIRA, C. E.; SINISGALLI, P. A. A. (2020). Mudanças institucionais e governança de serviços ecossistêmicos. **Diálogos socioambientais na Macrometrópole paulista**, v. 3, n. 07, 9-11. Disponível em: https://periodicos.ufabc.edu.br/index.php/dialogossocioambientais/issue/view/26.

IPBES. (2016). **Summary for policymakers of the methodological assessment of scenarios and models of biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services**. IPBES Secretariat, Bonn, Germany. Retrieved from https://www.ipbes.net/assessment-reports/scenarios

IPBES. (2019). **Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services**. IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages. Retrieved from https://ipbes.net/system/tdfipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers.pdf?file=1&type=node&id=35329

Retrieved from https://ipbes.net/system/tdfipbes_global_assessment_report_summary_for_policymakers.pdf?file=1&type=node&id=35329

IPCC. (2018). **Summary for Policymakers. In Global Warming of 1.5°C**. An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty. Retrieved from https://www.ipcc.ch/sr15/

MARSH, J.P. (1864) **Man and Nature**. Cambridge. Harvard University Press. 467 pg.

MEA – MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being**: A Framework For Assessment. Island Press, Washington, DC; 2003.

MEA – MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT. **Ecosystems and Human Well-being**: Synthesis. Island Press, Washington, DC; 2005.

MOONEY, H. A.; EHRLICH, P. R. **Ecosystem services**: a fragmentary history. In: DAILY, G. C. (Orgs.). Nature's services: societal dependence on natural ecosystems. Washington – DC: Island Press, 1997. cap.1, p.11-22.

NORGAARD, R. B. Ecosystem services: From eye-opening metaphor to complexity blinder. **Ecological Economics**, 69.6 (2010): 1219-1227.

ODUM, E.P. (2001). **Fundamentos de Ecologia**. Fundação Calouste Gulbenkian. Lisboa. 6° Edição. 927 p.

ROCKSTRÖM, J.; STEFFEN, W.; NOONE, K. et al. (2009). A safe operating space for humanity. **Nature**, v. 461, 472–475. https://doi.org/10.1038/461472a

STEFFEN, W.; RICHARDSON, K.; ROCKSTRÖM, J. et al. (2015) Planetary boundaries: Guiding human development on a changing planet. **Science**, v. 347, n. 6223, 1-10. https://doi.org/10.1126/science.1259855

Study of Critical Environmental Problems (SCEP). 1970. **Men's impact on the Global Environment**. Cambridge, Mass.: MIT Press.

TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity. **Ecological and Economic Foundations**. London: Earthcan, 2010. 411p.

Capítulo 22

Valoração econômica, ecológica e sociocultural

Alexandre Toshiro Igari, Victor Kinjo, Anelise Gomes da Silva, Camila Espezio de Oliveira, João Marcos Mott Pavanelli, Jeferson Brás de Lima e Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli

Valor e valoração

Valor é um conceito que está no centro de reflexões filosóficas e científicas, relacionando-se à ética, à moral, à cultura, à formação da riqueza, dos preços e dos processos políticos. Por conta disso, o debate sobre valoração tende a ser um campo de conflitos e disputas, mas também um terreno fértil para a reflexão teórica, ontológica e epistemológica sobre a natureza do conhecimento socioambiental e as relações entre ambiente e sociedade, economia e cultura. O ato de valorar está relacionado a atribuir valor, avaliar, valorizar, julgar e, nesse sentido, estabelecer relações entre diferenças a fim de comparar, hierarquizar ou equiparar elementos, cenários e possibilidades.

No campo da valoração de serviços ecossistêmicos, talvez por sua hegemonia como linguagem privilegiada nas políticas públicas e na racionalidade da gestão privada, a perspectiva econômica tem trazido as contribuições mais marcantes, mas não livres de limitações e críticas. Neste capítulo, pretendemos apresentar um panorama científico sobre valoração em suas abordagens econômica, ecológica e sociocultural, identificando problemáticas, potencialidades e limitações.

Abordagem econômica

Sob a perspectiva neoclássica da economia, a valoração busca na precificação uma referência unificadora, capaz de estabelecer uma hierarquia de preferências entre os serviços ecossistêmicos, traduzindo a subjetividade das preferências individuais em sinais quantitativos expressos

em preços. Entretanto, ao sintetizar os valores e preferências como demanda precificada de bens e serviços, exclui-se boa parte das questões éticas e morais, elementos substantivos acerca das manifestações das preferências de uma sociedade.

Por outro lado, pela perspectiva da oferta, o valor corresponderia aos custos com trabalho incorporados na produção de bens e serviços (Smith, 1776). Desta maneira, dadas as curvas de produção e as preferências de demanda (limitadas pela renda dos consumidores) em um dado momento, chega-se ao equilíbrio de mercado, que determina o preço e a quantidade ótimos para a geração de riqueza numa sociedade. Este mecanismo de oferta e demanda também delimita quais os compradores que terão seus desejos e necessidades atendidas – aqueles com disposição a pagar igual ou maior preço de equilíbrio – assim como os ofertantes que conseguirão vender seus produtos e serviços – aqueles com custos adicionais de produção menores ou iguais ao preço de equilíbrio. Complementarmente, o ponto de equilíbrio também delimita os consumidores que não serão atendidos e os produtores que não conseguirão vender os bens e serviços. Os mercados funcionam então, sob esta perspectiva, como instrumentos para alocação ótima de bens e serviços na sociedade, assim como de exclusão de consumidores e produtores, observando como parâmetros alocativos a disposição a pagar e renda dos consumidores, assim como os custos e a eficiência nos processos produtivos.

Essa visão econômica utilitarista assumiu uma posição predominante nas decisões da vida social. O debate e as disputas nas arenas sociais perderam espaço para a mediação dos anseios e interesses por meio da estrutura supostamente neutra dos mercados. Assim, subtraem-se a reflexão e o debate substantivo sobre os caminhos moralmente desejáveis à sociedade e as decisões passam a ser pautadas predominantemente pelos benefícios e custos econômicos relativos às transações nos mercados. A extrapolação da racionalidade econômica para outros aspectos sociais, como questões de saúde pública, criminalidade e conservação ambiental, dotadas de valor moralmente concebido na vida social, ao serem convertidos para equivalentes monetários, notadamente ganham maior repercussão, passando a ser comparáveis entre si e até mesmo, no limite, à utilidade produzida por bens e serviços transacionados em mercados.

No âmbito das políticas públicas, a ponderação e priorização das demandas da sociedade, frente aos limitados recursos disponíveis aos governos, representam um debate alocativo crucial. A valoração econômica das questões socioambientais supostamente apresenta-se como alternativa para superação dos dilemas éticos das decisões na sociedade. A relevância das demandas, sob esta perspectiva, pode ser comparada e priorizada a partir de uma base monetária comum, com um apelo de neutralidade de procedimentos e precisão quantitativa que suscitam uma objetividade pretensamente irrefutável para a resolução de disputas nas políticas públicas.

Gómez-Baggethun et al. (2010) argumentam que embora a valoração monetária e políticas baseadas em mercados tenham atraído atenção à proteção ambiental, incluindo apoio político, isso se deu em conjunto com a mercantilização dos ecossistemas e suas funções, por meio de um processo iniciado na economia clássica, reduzindo a natureza aos seus valores de troca. A primeira revolução industrial multiplicou a exploração e uso de recursos naturais, mas isso não foi considerado um problema na perspectiva da maioria dos economistas clássicos, pois pensadores tão distintos quanto Adam Smith (1776), David Ricardo (2005) ou Karl Marx (1985) não entendiam que eles seriam fatores limitantes de produção. Na formulação clássica da produção industrial seriam limitantes o trabalho e o capital financeiro, enquanto a terra e os recursos naturais (representações dos serviços ecossistêmicos), apesar de bens providos de valor, eram relativamente pouco escassos frente aos outros capitais, sendo menos relevantes para os esforços de alocação e apropriação.

Entretanto, com a crescente escala da produção industrial, o capital natural passou a apresentar sinais de escassez, e com isso cresceu sua importância relativa frente aos demais fatores de produção. O pensamento malthusiano passa então a ser aplicado não somente ao dilema entre crescimento populacional e produção de alimentos, mas também ao retorno decrescente decorrente da redução de disponibilidade de terras mais apropriadas à produção, reflexo da escassez de Capital Natural e dos impactos socioambientais negativos associados. Com isso, emergem correntes na microeconomia voltadas à investigação sobre a exploração, apropriação, alocação, valoração e conservação do capital natural e dos serviços ecossistêmicos a ele associados.

A disputa mais acirrada sobre a conservação ambiental ocorre entre as abordagens da Sustentabilidade Forte e Fraca, que são associadas, respectivamente, à Economia Ecológica e à Economia Ambiental Neoclássica. A Economia Ambiental entende o capital natural e os serviços ecossistêmicos dentro de uma lógica de mercado, podendo estes serem valorados (internalizados) e plenamente substituídos por equivalentes em capital humano ou construído (infraestrutura, insumos e tecnologia). Este equacionamento ambiciona a eficiência econômica ótima no uso combinado dos fatores de produção, mas não necessariamente garante as condições para manutenção dos estoques de capital natural em longo prazo. Já a Economia Ecológica pressupõe que a base ambiental deve ser condicionante para o funcionamento da economia. Há uma inversão de pressupostos. Assume-se que o capital natural e os serviços ecossistêmicos não são plenamente substituíveis pelo capital construído, sendo complementares. Assume-se que a valoração econômica é insuficiente para revelar toda a gama de contribuições que o capital natural e serviços ecossistêmicos proporcionam ao bem-estar humano. Além disso, os mecanismos de mercado não são garantias de níveis adequados de conservação e qualidade ambiental. Neste sentido, a Economia Ecológica parte do princípio que a economia deve ser regida pelos limites biofísicos máximos de degradação do capital natural, restringindo as possibilidades para a economia (IGARI et al., 2020).

Evidentemente a valoração econômica não se presta necessariamente a estabelecer valores de troca em mercados para todos os serviços ecossistêmicos. Boa parte dos métodos de valoração parte das premissas da Economia Ambiental Neoclássica para estabelecer valores de referência, sujeitos às incertezas relativas à informação incompleta e racionalidade limitada de consumidores e produtores. Estes valores de referência resultantes da valoração econômica podem ser utilizados para o estabelecimento de multas ou compensações relativas a danos ambientais provocados pelas atividades produtivas e atores sociais ou para balizamento de taxações ou subsídios (PIGOU, 1920).

É um equívoco presumir que avaliar os serviços ecossistêmicos em unidades monetárias seria o mesmo que privatizá-los ou mercantizá-los, dado que, em sua maior parte, os serviços ecossistêmicos são bens públicos (não rivais e não excludentes) ou recursos comuns (rivais, mas não

excludentes) (COSTANZA, 2006; COSTANZA et al., 2014), e sua privatização ou mercantilização dependeria de arranjos institucionais e tecnológicos com substancial custo econômico, social e político.

A excludabilidade refere-se à possibilidade de posse exclusiva de um bem e a rivalidade à impossibilidade de mais de um indivíduo utilizar determinado recurso ao mesmo tempo. Bens privados, transacionáveis em mercados, são exclusivos e rivais. A excludabilidade de serviços ecossistêmicos envolve graus variados de dificuldade de estabelecer instituições (regras) que definam e assegurem direitos de propriedade com o menor custo de transação possível. Assim, a excludabilidade constitui uma condição dada pelas regras de apropriação e transação vigentes. Já a rivalidade resulta de características biofísicas próprias dos serviços ecossistêmicos, que demandam não somente arranjos institucionais próprios, mas também arranjos físicos e tecnológicos para estabelecer ou simular situações de escassez (FARLEY, 2010). Os métodos de valoração econômica fundamentados em simulação de mercados para os serviços ecossistêmicos necessariamente têm que controlar a sua não-excludabilidade e não-rivalidade.

O dilema da livre apropriação (não-excludabilidade) de serviços ecossistêmicos tidos como bens comuns (provisão de água, exploração pesqueira, uso de pastagens públicas) leva à exaustão desses bens, dado que, na ausência de custos de acesso ou uso, os agentes acabam por otimizar seus ganhos através da maximização do seu uso individual, favorecendo também agentes com maior capacidade de exploração dos serviços ecossistêmicos e consequentemente potencializando a injustiça intrageracional e intergeracional na apropriação do capital natural e serviços ecossistêmicos (OLIVEIRA et al., 2020).

Diversos são os modelos que visam corrigir esse dilema da livre apropriação de bens comuns. A valoração econômica de serviços ecossistêmicos pode ser aplicada sob a perspectiva popularizada por Arthur Cecil Pigou, de taxações e incentivos pigouvianos, que assume o papel central do Estado no equacionamento do dilema dos bens comuns (PIGOU, 1920). O modelo estabelece que agentes privados ficariam sujeitos a taxações, ou receberiam subsídios e incentivos (como os Pagamentos por Serviços Ambientais – PSA) de acordo com seu papel no uso, degradação ou conservação dos bens comuns. Estes instrumentos econômicos podem asso-

ciar-se aos princípios morais de "poluidor-pagador" ou "protetor-recebedor" (OLIVEIRA, PAVANELLI e IGARI, 2020). A inclusão de perspectivas que extrapolam o escopo dos mercados e questões relacionadas à equidade, limites biofísicos, justiça social e metodologias de avaliação não monetárias são desenvolvidas majoritariamente na Economia Ecológica (MARTINEZ-ALIER, 2002; COSTANZA et al., 2017).

Neste contexto, a valoração econômica de serviços ecossistêmicos apresenta um papel destacado na pesquisa socioambiental e assume posição cada vez mais dominante no âmbito das políticas públicas, ao alinhar-se à hegemonia da racionalidade econômica, principalmente sob as variantes mais liberais do Estado. A aparente universalidade da racionalidade econômica resulta do domínio nas arenas sociais, tanto acadêmicas quanto políticas. A ontologia que fundamenta a Economia Neoclássica permeia a visão de mundo dos tomadores de decisões, concretizando as bases teóricas, cognitivas e institucionais para a estruturação, reprodução e legitimação dos mercados como elementos basilares para a vida em sociedade. As normas e regras (instituições) socialmente constituídas que balizam o funcionamento dos mercados, conhecidas como leis de mercado, assumem dimensões dogmáticas, comparáveis até às irrefutáveis leis físicas, como a termodinâmica e a relatividade.

Abordagem ecológica: análise eMergética e entropia

Segundo Martinez-Alier (1994), as descobertas da ciência no final do século XIX, tais como as leis da termodinâmica – desenvolvidas para propiciar o entendimento do funcionamento da máquina a vapor – e a teoria evolucionista, proposta por Charles Darwin, contribuíram de forma definitiva para o desenvolvimento de linhas de pesquisa, tanto na física como na biologia, alicerçadas na questão energética, preocupadas tanto com a sua disponibilidade quanto nos seus fluxos e utilização na natureza e na sociedade.

A pesquisa sobre o sistema econômico, tomando como base os pressupostos físicos e biológicos, tem como expoente o economista romeno Nicholas Georgescu-Roegen, que estabelece os princípios teóricos e metodológicos em seu livro seminal "*The Entropy Law and the Economic Process*" (1971). De acordo com Amazonas (2001), a esta abordagem deu-

se a denominação de bioeconomia, que posteriormente contribuiu para a fundação da Economia Ecológica.

Dentro da Economia Ecológica há uma vertente que procura analisar o funcionamento do sistema econômico firmada em pressupostos físicos e biológicos. As relações entre o processo econômico e a termodinâmica, sob o ponto de vista desta última, conduzem à compreensão de que a transformação de recursos naturais em produtos com maior grau de complexidade demanda necessariamente uso de energia, como o calor, trabalho animal ou humano, e gera rejeitos e calor residual. Pode-se entender que o processo econômico-termodinâmico tem sentido único: da transformação de recursos naturais de baixa entropia em produtos e resíduos de alta entropia. Segundo Amazonas (2001:92), "*a entropia é um conceito integrador da análise da interação entre a dinâmica ambiental e a econômica*".

A entropia, sob uma perspectiva bastante simplista, representa o grau de desorganização da matéria e dos sistemas físicos e biológicos. A transformação de matéria de alta entropia, como elementos químicos em suas formas mais simples, em compostos orgânicos e inorgânicos mais complexos, e destes em organismos e ecossistemas, implica em redução de entropia por meio de aporte energético aos processos transformadores. No sentido oposto, a morte e decomposição de organismos libera a energia que mantinha a baixa entropia dos sistemas vivos, que são convertidos em compostos orgânicos e inorgânicos de maior entropia. A segunda lei da termodinâmica prevê que as transformações nos sistemas naturais são favorecidas no sentido do aumento de entropia, e que, por outro lado, para que ocorra redução da entropia em um sistema, é preciso que ocorra incorporação de energia pelos processos de transformação.

Assim, seria possível estimar a quantidade de energia demandada para a transformação e manutenção de materiais e sistemas, tanto naturais quanto antrópicos, em um determinado nível de organização. Esta estimativa resulta no conceito de eMergia. É possível estimar a eMergia em um quilo de alumínio, um automóvel, um boi ou uma xícara de café. A valoração eMergética parte de princípios físicos e biológicos para o estabelecimento de uma moeda comum, capaz de ser aplicada na avaliação tanto de sistemas naturais como de sistemas construídos. Esta metodologia de valoração ambiental alicerça-se na Ecologia de Sistemas,

que pode ser considerada uma linha de pesquisa vinculada à Economia Ecológica. Através de uma conceituação própria, a abordagem ecológica procura valorar os recursos naturais na forma de eMergia, buscando uma forma de integração entre a ecologia e a economia (ODUM, 1994). É uma alternativa à valoração baseada em princípios da economia neoclássica. Essa abordagem possibilita a identificação, quantificação e ordenamento dos fluxos energéticos e materiais de um sistema, através da conversão em unidades de eMergia, de modo a vislumbrar os elementos e suas interações.

A análise eMergética permite avaliar se uma sociedade é capaz de manter-se em níveis de baixa entropia exclusivamente com o fluxo de energia solar incidente, principalmente por meio da fotossíntese nos sistemas naturais e antrópicos, ou se estamos aprisionados no uso de reservas fósseis de baixa entropia, fruto do acúmulo biogeoquímico de energia solar ao longo de centenas de milhões de anos. Além de constituir-se como instrumento para análise macroestrutural da sociedade, a análise eMergética também é capaz de avaliar de forma multiescalar produtos e processos antrópicos, como a geração de energia elétrica, produção de biocombustíveis, tecnificação da agricultura, no intuito de estabelecer parâmetros biofísicos e termodinâmicos para a tomada de decisão em âmbito público e, desejavelmente, também privado. Entretanto, cabe observar que a valoração emergética apresenta limitações análogas àquelas da valoração econômica, como o reducionismo dos aspectos ecossistêmicos, sociais e humanos a meras relações de transferência e troca, sejam elas eMergéticas ou econômicas. Além do reducionismo, ambas abordagens pautam-se numa pretensa objetividade termodinâmica ou econômica nos seus métodos, que prescindiriam de parâmetros éticos à conservação ambiental ou para a prosperidade social.

Abordagem sociocultural

A valoração sociocultural aborda as percepções humanas sobre os ecossistemas, incluindo as menos utilitaristas, como as preocupações éticas e sociais associadas aos serviços ecossistêmicos, assim como as preferências e atitudes derivadas deste processo cognitivo (MAESTRE-ANDRÉS et al., 2016). O processo de valoração sociocultural inclui variáveis

externas aos indivíduos como a estrutura social, histórica, cultural e os arranjos institucionais, e também fatores internos, como as emoções, valores e preferências. Desse modo, os fatores externos e internos contribuem em conjunto para influenciar as decisões individuais quanto aos valores atribuídos aos serviços ecossistêmicos. Portanto, compreende-se que os indivíduos respondem aos seus próprios interesses, mas são influenciados por fatores externos que encorajam ou restringem as preferências individuais (VAN RIPER et al., 2017).

Do ponto de vista sociológico, os fenômenos sociais estão imersos (*embedded*) em estruturas sociais, relações de poder e processos sócio-históricos. As interações entre humanos e ambiente, mercado e sociedade, ciência e realidade estão moduladas pelos contextos históricos e socioculturais em que ocorrem. Assim, a valoração – em seus dados, premissas, métodos e conclusões – não é apenas a identificação de uma realidade objetiva, mas a construção de uma visão sobre um determinado fenômeno, processo ou objeto, cuja complexidade se relaciona aos interesses, valores e anseios dos diversos atores sociais envolvidos, bem como ao contexto micro e macro-sociológico em que acontecem.

Nessa perspectiva, a dimensão sociocultural da valoração é fundamental em pelo menos dois sentidos: i) para desenvolver métodos quantitativos e qualitativos que possam, ainda que de modo incompleto, representar aspectos socioculturais dos processos ou fenômenos envolvidos, complexificando, contradizendo ou complementando resultados de valorações econômicas e ecológicas e ii) para fazer compreender que toda valoração, seja econômica, ecológica ou sociocultural, por mais objetiva que possa parecer, está enraizada em valores sociais, culturalmente condicionados, subjetivamente internalizados, sobre o que se pensa ser a natureza, a economia, a ciência e suas funções na sociedade.

A relevância da dimensão sociocultural do conhecimento torna-se evidente quando amplia-se o escopo para a reflexão sobre diversidades epistemológicas e mesmo cosmológicas da relação entre humano-natureza, ambiente e sociedade, o planeta e seus habitantes. Em cosmovisões indígenas, por exemplo, a terra não é apenas capital natural, mas o lugar onde se enterram os mortos, de onde brota o alimento para a vida, onde se enraízam as tradições. E água não é um bem, nem um "recurso hídrico", nem somente H_2O, mas uma dádiva, elemento sagrado, não pode ser

vendido nem comprado. Como lembrou Ailton Krenak (2020:47), "(..) aquele rio que está em coma é também o nosso avô". E quando diz "nosso avô", não quer dizer o avô somente dos indígenas mas de toda a "humanidade", que insiste em se enxergar separada da natureza. O pensamento dicotômico antropocêntrico que leva a enxergar a natureza como parte separada e externa ao ser humano é um obstáculo para encarar mais holisticamente os desafios das pesquisas a respeito das mudanças ambientais (MORAN, 2011).

A insolubilidade dos problemas ambientais globais tem deixado em evidência que a ciência ocidental não pode ser o único modo legítimo de produção de conhecimento. A dimensão sociocultural da valoração convida, nesse sentido, à transformação do próprio conhecimento científico, provocando sua interlocução com outros saberes historicamente deslegitimados nos processos decisórios. Isso quer dizer que, no campo da valoração, governança e proposição de políticas públicas, é necessário abrir espaços nas arenas sociais para que a voz daqueles que não dominam a linguagem científica também seja ouvida.

Nesse sentido, os cientistas podem atuar não somente como representantes ou portadores do conhecimento, mas também como interlocutores que possam traduzir fenômenos sociais, como as desigualdades e injustiças ambientais, para a linguagem da valoração, e também traduzir as reflexões da ciência ambiental para a gramática do senso comum. A comunicação científica parece ser um dos grandes desafios para o enfrentamento social, econômico, político e cultural de problemas globais como uma pandemia ou as mudanças climáticas.

O desenvolvimento dos métodos de valoração sociocultural em interlocução com as dimensões econômico-ecológicas dos fenômenos deve ser orientada por uma ética socioambiental pautada na diversidade e sustentabilidade, inovando na comunicação de resultados em articulação com atores múltiplos da sociedade. E, nesse sentido, parece fundamental uma radicalização dos diálogos inter/transdisciplinares e inter/transculturais a fim de fomentar inovações na cultura acadêmica e científica que possam alcançar a dimensão e urgência dos desafios da governança ambiental contemporânea.

Contribuições, limites e perspectivas da valoração de serviços ecossistêmicos

A valoração econômica dos serviços ecossistêmicos viabiliza e fundamenta uma análise custo-benefício que pretensamente compara numa mesma base monetária os aspectos econômicos, sociais e ambientais das atividades antrópicas. Uma vez que a racionalidade econômica é dominante nos processos decisórios, a valoração ambiental contribui para a desinvisibilização e para a inserção da temática ambiental na agenda das organizações privadas e nas políticas públicas. Entretanto, a valoração evidencia valores econômicos atribuídos aos recursos naturais, que são estimados a partir do limitado conhecimento presente sobre a estrutura e função do capital natural, e parte de premissas questionáveis quanto à capacidade humana de obtenção e articulação de informação completa para uma plena e coerente manifestação de preferências e, sobretudo, é questionável o otimismo quanto ao grau de substitubilidade do capital natural por capital humano e construído.

Assim, a recorrente afirmação de que a valoração é útil para demonstrar a importância dos serviços ecossistêmicos providos por áreas naturais para o bem-estar da sociedade humana representa um paradoxo lógico. Na medida em que os métodos de valoração econômica assumem que há informação completa nos mercados, como ela poderia contribuir para o aumento da compreensão da sociedade a respeito dos benefícios que os serviços ecossistêmicos trazem para o seu bem-estar? O paradoxo é contornado empiricamente nos métodos de valoração, que estimam a demanda econômica por serviços ecossistêmicos por duas abordagens principais: (i) estimam a demanda por serviços ecossistêmicos por meio de bens complementares ou substitutos transacionados em mercados reais; e (ii) ao aplicar os questionários diretos para estimar a disposição a pagar dos consumidores pelos serviços ecossistêmicos, são fornecidas informações suficientes e bases de comparação com outros bens, enfatizando-se sobretudo a limitação de renda dos respondentes. Com isso, assume-se que a amostra de consumidores tem muito mais informações e estímulos para uma decisão de consumo mais coerente que o restante da sociedade.

Ainda assim, a valoração econômica permanece assumindo a premissa da Economia Ambiental Neoclássica de plena substitutibilidade entre

os capitais, partindo-se de uma mesma base monetária de comparação. Esta premissa fundamenta-se e realimenta o otimismo tecnológico que move as abordagens hegemônicas de gestão ambiental (e.g. modernização ecológica, ecoinovação, ecoeficiência) norteadas predominantemente pelo crescimento econômico e pela lucratividade empresarial. Desta forma, recomenda-se também que o valor monetário deve ser associado a outros tipos de valores não monetários, como os resultantes de processos de valoração ecológica e sociocultural, para garantir o entendimento sobre a importância desses serviços ecossistêmicos de forma mais ampla nos processos decisórios (CARRILHO; SINISGALLI, 2019). Abordagens heterodoxas na gestão ambiental, como a Economia Ecológica, a Ecologia Política e a Justiça Ambiental, preconizam como parâmetros balizadores das atividades econômicas os limites sociais mínimos (e.g. eliminação da pobreza, trabalho digno, equidade) e limites ambientais máximos fundamentados na capacidade de suporte e limiares de resiliência dos ecossistemas (MARTINEZ-ALIER, 2002).

Entende-se também que a valoração econômica sinalizaria a escassez de um serviço ecossistêmico. A lógica é que o aumento de preço reduziria o consumo, e isso funcionaria com um mecanismo de *feedback* para controle da escassez (Quadro 1). A primeira fragilidade deste equacionamento consiste na premissa de que a tecnologia de exploração é constante. O aumento do preço de mercado pode estimular o uso de tecnologias mais caras, que antes eram economicamente inviáveis, como a exploração de petróleo na camada de pré-sal. Além disso, o aumento de preço pode não garantir a redução do consumo, especialmente quando a curva de demanda é inelástica (o consumo varia pouco em função do preço, como ocorre com o consumo de arroz no Brasil).

A valoração transcende o escopo econômico sob a perspectiva da Economia Ecológica. Os mercados e as sinalizações de preços relativos deixam de ser os mecanismos prioritários de alocação do capital natural e dos serviços ecossistêmicos. Concomitantemente, o ótimo econômico deixa também de representar o objetivo final da alocação dos serviços ecossistêmicos. O crescimento econômico e a lucratividade das organizações, na perspectiva da Economia Ecológica, passam a ser limitados pelos parâmetros sociais moralmente almejados e pelos limites ambientais cientificamente fundamentados.

Quadro 1 Síntese das propostas, potencialidades e fragilidades das valorações econômica, ecológica e sociocultural

	Valoração Econômica	**Valoração Ecológica**	**Valoração Sociocultural**
Propostas	Busca estabelecer uma referência monetária unificadora, capaz de estabelecer uma hierarquia de preferências entre os serviços ecossistêmicos comparativamente a outros bens e serviços antrópicos, traduzindo a subjetividade das preferências individuais em sinais quantitativos expressos em preços.	Avalia, através da análise eMergética, serviços ecossistêmicos e suas contribuições em produtos e processos antrópicos no intuito de estabelecer parâmetros biofísicos e termodinâmicos para a tomada de decisão em âmbito público e, desejavelmente, também privado.	Identifica a percepção humana sobre os ecossistemas e seus serviços associados, pautada em valores culturais e sociais, por meio de um processo holístico que inclui variáveis externas aos indivíduos, como a estrutura social, histórica, cultural e os arranjos institucionais associados, e também fatores internos aos indivíduos, como as emoções, valores e preferências.
Potencialidades	Proposta é convergente com a racionalidade econômica dominante nas instâncias privadas e públicas de tomada de decisão, e assim pode representar um caminho para inserção da temática ambiental nestas agendas mais ortodoxas.	A valoração eMergética apropria-se da termodinâmica e das irrefutáveis variações de entropia nos sistemas para avaliar a eficiência e os impactos negativos das intervenções humanas nas redes de fluxos, reservatórios e sumidouros de energia e matéria.	Explicita a heterogeneidade cultural e social na atribuição de valor aos ecossistemas e seus serviços, contestando e relativizando a dominância da economia, das ciências, das instituições vigentes e da própria modernidade na relação humana com a natureza.
Fragilidades	As premissas de informação completa e racionalidade plena para a valoração econômica dificilmente são confirmadas com relação aos serviços ecossistêmicos. As incertezas podem resultar em equívocos substanciais nas estimativas de valor presente de benefícios e custos futuros relacionados ao Capital Natural. Além disso, não há garantia que a sinalização de escassez traduzida em aumento de preços resulte em redução da degradação da natureza, e muito menos que esta degradação ocorra dentro dos limites de resiliência dos ecossistemas.	A valoração eMergética deixa de enfatizar os aspectos socioculturais que se entrelaçam, influenciam e são influenciados pelas redes de matéria e energia.	Trata-se de uma abordagem contra-hegemônica, que nem é aderente à racionalidade liberal neoclássica, como a valoração econômica, e nem pauta-se no positivismo e determinismo dominantes nas ciências naturais para o entendimento das relações de causalidade em sistemas biofísicos, como ocorre com a valoração eMergética. Assim, a valoração sociocultural enfrenta desafios empíricos, em função da dominância da racionalidade econômica, e científicos, em função de seu posicionamento epistemológico contra-hegemônico

Vertentes convergentes da Economia Ecológica, da Ecologia Política e da Justiça Ambiental evidenciam o papel do Estado, dos movimentos sociais, da vida política e das disputas em arenas sociais na apropriação e conservação do capital natural. Assim, os mercados e a valoração econô-

mica passam a representar apenas uma das múltiplas possibilidades de arranjos institucionais para a conservação ambiental, abrindo um espaço mais equilibrado para os resultados das valorações ecológica e sociocultural.

A valoração, desta forma, é um processo menos objetivo do que se pensa, enquanto a decisão fundamentada por parâmetros éticos e civilizatórios é menos subjetiva que se supõe.

Agradecimentos – Agradecemos o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Projeto Temático: 2015/03804-9).

Referências

AMAZONAS, M.C. (2001) **Valor e Meio Ambiente. Elementos para uma Abordagem Evolucionista**. Tese (Doutorado). Instituto de Economia – IE/UNICAMP.

CARRILHO, C. D.; SINISGALLI, P. A. A. (2019). Por Que Valorar a Natureza? Uma Discussão à Luz das Correntes da Economia Ambiental e Economia Ecológica. **Revista Gestão e Sustentabilidade Ambiental**, v. 8, n. 2, p. 452-486. http://dx.doi.org/10.19177/rgsa.v8e22019452-486

COSTANZA, R. (2006). Nature: ecosystems without commodifying them. **Nature,** 443, 749. https://doi.org/10.1038/443749b

COSTANZA, R.; DE GROOT, R.; SUTTON, P.; VAN DER PLOEG, S.; ANDERSON, S. J.; KUBISZEWSKI, I.; FARBER, S.; TURNER, R. K. (2014). Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, 26, 152-158. https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2014.04.002

COSTANZA, R.; DE GROOT, R.; BRAAT, L.; KUBISZEWSKI, I.; FIORAMONTI, L.; SUTTON, P.; FARBER, S.; GRASSO, M. (2017). Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go? **Ecosystem Services**, v. 28, 1-16. https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008

EHRLICH, P. R. (1968). The population bomb. New York, 72-80.

FARLEY, J. Conservation through the economics lens. **Environmental Management**, v. 45, n. 1, p. 26-38, 2010. https://doi.org/10.1007/s00267-008-9232-1

GEORGESCU-ROEGEN, N. (1971). **The Entropy Law and the Economic Process**. Cambridge, MA: Harvard University Press.

GÓMEZ-BAGGETHUN, E.; DE GROOT, R.; LOMAS, P. L.; MONTES, C. (2010). The history of ecosystem services in economic theory and practice: from early notions to markets and payment schemes. **Ecological economics**, v. 69, n. 6, p. 1209-1218. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2009.11.007

IGARI, A. T.; PAVANELLI, J. M. M.; OLIVEIRA, C. E.; SINISGALLI, P. A. A. (2020). Mudanças institucionais e governança de serviços ecossistêmicos. **Diálogos socioambientais na Macrometrópole paulista**, v. 3, n. 7, 9-11. Disponível em: https://periodicos.ufabc.edu.br/index.php/dialogossocioambientais/article/view/295. Acesso em: Mar. 2021.

KRENAK (2020), A. **Ideias para adiar o fim do mundo** (2020). São Paulo: Companhia das Letras.

MAESTRE-ANDRÉS, S.; CALVET-MIR, L.; VAN DEN BERGH, J. C. J. M. (2016). Sociocultural valuation of ecosystem services to improve protected area management: a multi-method approach applied to Catalonia, Spain. **Regional Environmental Change**, **16**(3), 717–731. https://doi.org/10.1007/s10113-015-0784-3

MARTINEZ-ALIER, J. (1994). **De la economía ecológica al ecologismo popular**. Barcelona: ICARIA Editorial, S.A.

MARTINEZ-ALIER, J. (2002). **The environmentalism of the poor – a study of ecological conflicts and valuation**. Cheltenham, UK: Edward Elgar.

MORAN, E. F. (2011). **Meio ambiente e ciências sociais: interações homem-ambiente e sustentabilidade**. São Paulo: Senac, 2011. 307 p.

ODUM, H.T. (1994). **Ecological and General Systems: An Introduction to Systems Ecology**. Colorado, University Press of Colorado. 644 p.

OLIVEIRA, C. E.; PAVANELLI, J. M. M.; IGARI, A. T. (2020). Serviços ecossistêmicos e bens comuns: uma breve conceitualização. **Diálogos socioambientais na Macrometrópole paulista**, v. 3, n. 7, 24-26. Disponível em: https://periodicos.ufabc.edu.br/index.php/dialogossocioambientais/article/view/302. Acesso em: Mar. 2021.

PIGOU, A. C. (1920). **The Economics of Welfare**. Londres: Macmillan and Co.

SMITH, A. (1776). **A Riqueza das Nações-Adam Smith: Vol. I** (Vol. 1). LeBooks Editora.

VAN RIPER, C. J.; LANDON, A. C.; KIDD, S.; BITTERMAN, P.; FITZGERALD, L. A.; GRANEK, E. F.; IBARRA, S.; IWANIEC, D.; RAYMOND, C. M.; TOLEDO, D. (2017). Incorporating sociocultural phenomena into ecosystem-service valuation: The importance of critical pluralism. **BioScience**, **67**(3), 233–244. https://doi.org/10.1093/biosci/biw170.

Capítulo 23

Modelos, ferramentas e instrumentos para incorporação da avaliação de serviços ecossistêmicos na tomada de decisão

Priscila Ikematsu, Bruno Portes, Bruna Fatiche Pavani, Mariana Marques, Walter Mendes, Wilson Cabral de Sousa Jr., Paulo Antonio de Almeida Sinisgalli e José Alberto Quintanilha

Introdução

O conceito de serviços ecossistêmicos tratado nos capítulos anteriores transmite uma ideia geral intuitiva e facilmente compreensível a respeito da dependência do bem-estar humano em relação aos ecossistemas (SCHWILCH et al., 2016). Entretanto, apesar dos avanços em pesquisas nas últimas décadas, a incorporação do conceito de serviços ecossistêmicos na tomada de decisões e gestão do território ainda apresenta grandes desafios, como lacunas de pesquisa sobre as relações causais entre as funções ecossistêmicas, os serviços por elas produzidos e o bem-estar humano, (DE GROOT et al., 2010; PIRES et al., 2018) e abordagens transdisciplinares que relacionem, de maneira genuína, diferentes setores sociais e formas de conhecimento para solucionar complexos desafios socioambientais (PEREVOCHTCHIKOVA et al. 2019). De maneira correlata, observa-se também uma lacuna entre a ciência e a prática, predominando uma visão unidirecional de transferência de conhecimento científico baseado em evidências em Ecologia e Conservação, na qual dificilmente são considerados aspectos como a limitação da racionalidade humana, a complexidade de fatores, atores e interesses na tomada de decisão, os limites difusos entre a ciência e a prática e a pluralidade de sistemas de conhecimento e visões de mundo envolvidas nas esferas de decisão (BERTUOL-GARCIA et al., 2018). Este descompasso entre a ciência e a prática se re-

flete na dificuldade em transportar uma estrutura conceitual do mundo ordenado e simplificado dos marcos conceituais para a realidade complexa do mundo real, onde os problemas a serem enfrentados estão interligados com múltiplas questões, sistemas de conhecimento, ambientes institucionais, econômicos e políticos (JAX et al., 2018).

Frente a estes desafios, é importante que sejam desenvolvidas ferramentas de operacionalização do conceito de serviços ecossistêmicos com o objetivo de torná-los utilizáveis pelos tomadores de decisão nas diversas condições e situações do mundo real. Esse processo inclui procedimentos e métodos para tornar visíveis as complexas relações socioecológicas, de modo que seja possível compreendê-las, avaliá-las, elaborar cenários possíveis e estabelecer parâmetros que auxiliem na tomada de decisão (JAX et al., 2018). Existem diversas ferramentas que auxiliam tanto na identificação, mapeamento e avaliação dos serviços ecossistêmicos, quanto na elaboração de cenários como mudanças de uso do solo, aumento de temperatura, expansão urbana e seus possíveis impactos, utilizando de metodologias de apoio à tomada de decisão e à elaboração e monitoramento de políticas públicas.

Cabe ressaltar que operacionalizar o conceito de serviços ecossistêmicos não significa que há uma solução única e um esquema simples de aplicação, mas uma variedade de ferramentas e métodos disponíveis que podem levar a diversas rotas de soluções para os problemas a serem enfrentados, de acordo com seus contextos ecológicos, sociais e políticos específicos (JAX et al., 2018). Além disso, a escolha dos instrumentos e metodologias deve ser ajustada às condições de disponibilidade de dados, de capacidade técnica e de atuação institucional dos diversos órgãos de planejamento e gestão do território (GRÊT-REGAMEY et al., 2017).

A modelagem espacial de serviços ecossistêmicos é um campo de pesquisa emergente (OCHOA & URBINA-CARDONA, 2017) e possibilita o desenvolvimento de métodos inovadores para construção de cenários, análise de serviços ecossistêmicos e práticas de gestão, as quais têm grande potencial para criar soluções personalizadas que atendam às necessidades dos tomadores de decisão no planejamento do uso da terra e formulação de políticas públicas.

A Figura 1 apresenta um framework conceitual sobre a inclusão dos serviços ecossistêmicos em políticas públicas, destacando cinco grandes

etapas. A primeira etapa "Selecionar e analisar os serviços ecossistêmicos" compreende o "modelo de cascata" adaptado para fornecer uma estrutura conceitual na compreensão do fluxo de produtos do ecossistema até as pessoas (POTSCHIN & HAINES-YOUNG, 2016). A cascata inicia com um conjunto de estruturas biofísicas e processos ecológicos que encontramos em uma área. Este conjunto sustenta as funções ecossistêmicas, que muitas vezes são consideradas serviços intermediários ou de suporte. Essas funções geram os serviços ecossistêmicos finais, que são considerados potencialmente úteis para as pessoas através da provisão de bens e benefícios. Por fim, um valor (monetário ou não) pode ser atribuído a essas contribuições do ecossistema para o bem-estar humano.

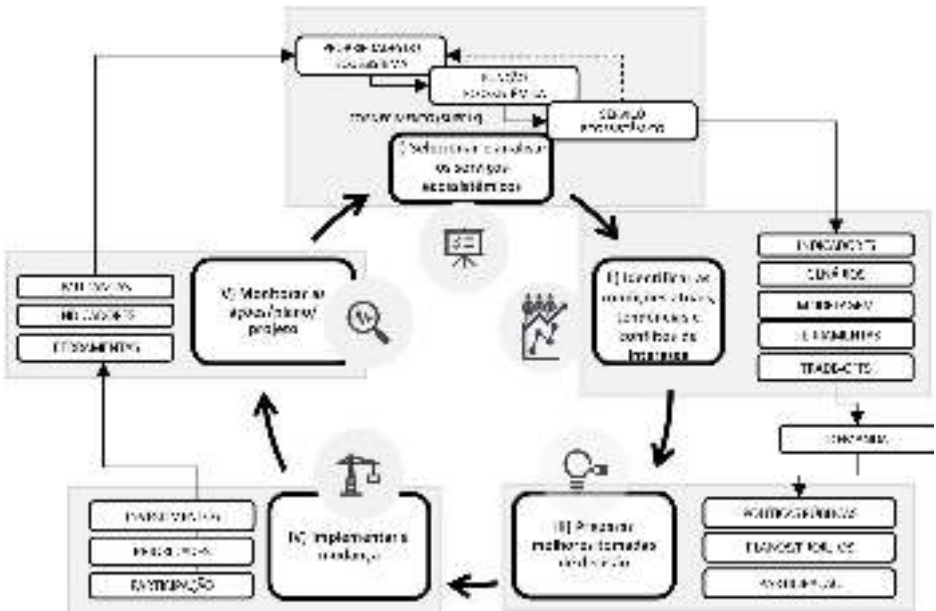


Figura 1 Inclusão dos serviços ecossistêmicos no ciclo de planejamento de políticas públicas de conservação para redução dos riscos associados à perda dos ecossistemas. *Fonte:* Autora Priscila Ikematsu.

Entendendo-se que os serviços ecossistêmicos são os produtos dos ecossistemas (naturais, seminaturais ou altamente modificados) que são considerados potencialmente úteis para as pessoas, sugere-se utilizar a *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES) para a auxiliar a identificação desses serviços (HAINES-YOUNG & POTSCHIN,

2018). Apesar da maioria das 90 classes ser identificada na área da Macrometrópole Paulista, por limitações metodológicas ou na disponibilidade de dados, as pesquisas tendem a analisar apenas uma pequena parcela dos serviços, tais como: água de superfície para beber ou usada como fonte de energia, regulação da condição química da água doce por processos vivos, regulação da composição química da atmosfera e controle de taxas de erosão (FERREIRA et al, 2019; PAVANI et al., 2020).

A Etapa 2 "Identificar as condições atuais, tendências e conflitos de interesse" visa analisar indicadores para a compreensão do *status quo* da relação entre os ecossistemas e as pessoas, delimitando possíveis cenários. Diferentes métodos de modelagem (social, econômica, ambiental, ecológica, entre outras) são acoplados em ferramentas usadas para avaliar, mapear e valorar os serviços ecossistêmicos. A utilização desses instrumentos visa explorar como as mudanças nos ecossistemas podem levar a mudanças nos fluxos dos bens e benefícios para as pessoas, avaliando os conflitos de interesse e *trade-offs*.

Os resultados encontrados através dos modelos e ferramentas devem ser utilizados na etapa seguinte: "Preparar melhores tomadas de decisão". Esses resultados devem ser consolidados em planos e projetos com escopo bem definido para atingir os objetivos propostos nas políticas públicas de interesse. O envolvimento de diferentes atores sociais na discussão e na tomada de decisão traz celeridade e eficiência para essas políticas públicas participativas.

A quarta etapa "Implementar a mudança" é essencial para otimizar a alocação de investimentos e dar segurança ao retorno esperado. Uma das principais ações desta etapa é a priorização de temas e áreas de interesse. Da mesma maneira que a etapa anterior, a participação da sociedade neste processo é fundamental para garantir que além de escolhas corretas na priorização, o processo de implementação desta mudança realmente aconteça da maneira esperada.

A última etapa "Monitorar ações, plano e projeto" garante a aplicação das ações e mudanças promovidas ao longo do tempo, e consequentemente, também garantem a manutenção e/ou a ampliação na provisão dos serviços ecossistêmicos. O monitoramento trará dados empíricos para consolidar os indicadores e aprimorar as ferramentas em níveis adequados ao contexto espacial e à escala de informação.

Essas etapas são fundamentais para garantir a incorporação dos serviços ecossistêmicos no ciclo de planejamento de políticas públicas. As ações descritas neste fluxograma tendem a minimizar as perdas e maximizar os ganhos nos problemas e questões sobre uso e ocupação do solo, fornecimento de serviços ecossistêmicos e, consequentemente, sobre o bem-estar humano.

Os elementos discutidos neste capítulo estão inseridos na Etapa 2, principalmente no levantamento de modelos e ferramentas de avaliação de serviços ecossistêmicos que podem ser utilizados como instrumentos para a tomada de decisão. A ideia, mais do que apresentar detalhes e resultados ou uma exaustiva revisão das ferramentas e metodologias existentes, é identificar elementos e apresentá-los como um caminho eficiente e teoricamente justificável para a inserção dos serviços ecossistêmicos nas políticas públicas de preservação, conservação e uso sustentável de ecossistemas, biodiversidade e florestas.

Este capítulo organiza-se nos seguintes tópicos: 1. Modelagem e cenários como instrumentos de planejamento e gestão; 2. Ferramentas para análise de serviços ecossistêmicos; 3. Aplicabilidade e restrições para a modelagem de serviços ecossistêmicos na Macrometrópole Paulista; 4. Considerações finais.

Modelagem e cenários como instrumentos de planejamento e gestão

A construção de cenários objetiva examinar futuros plausíveis, possíveis, prováveis e/ou preferíveis para um ou mais componentes de um sistema, baseados em um conjunto coerente e internamente consistente de pressupostos sobre vetores de mudanças, incertezas, incógnitas e relações-chave (CARPENTER et al., 2005; HERNANDEZ et al., 2010; IPBES, 2016; KRÖGER & SCHÄFER, 2016; LAMBIN & GEIST, 2006; PETERSON et al., 2003).

A construção desses cenários representa um valioso esforço de compreensão das relações socioecológicas no território, particularmente quando os resultados ecológicos são altamente dependentes de fatores indiretos como crescimento econômico e demográfico (CARPENTER, 2005). Nos estudos de serviços ecossistêmicos, a análise de cenários foi aplicada com sucesso em nível local, bem como em avaliações no âmbito nacio-

nal, regional e global (BURKHARD & MAES, 2017) e o número de trabalhos nessa temática vem aumentando (HASEGAWA et al., 2018).

A construção de cenários é um processo complexo e requer narrativas plausíveis, relacionáveis e internamente consistentes de partes interessadas que são traduzidas e depois mapeadas por meio de uma variedade de métodos disponíveis (BERG et al., 2016). O relatório da IPBES (2016) reforça que a construção de cenários idealmente deve incluir o engajamento ativo de diferentes atores por meio de processos participativos, deliberação entre painéis de especialistas e simulações quantitativas por modelagem.

Na área de abrangência da Macrometrópole Paulista, Ferreira et al. (2019) modelaram seis parâmetros hidrológicos na Bacia do Rio Tietê usando o *WaterWorld Policy Support System*, simulando a linha de base atual e seis cenários futuros. Os resultados indicam que a mudança climática deve impactar os serviços ecossistêmicos de purificação (regulação da condição química da água doce por processos vivos) e provisão de água (água de superfície para beber ou usada como fonte de energia), principalmente em áreas urbanas. Por outro lado, um aumento da cobertura florestal tem potencial de amortecer esses impactos negativos na megalópole de São Paulo. Como as áreas urbanas não são elegíveis para reflorestamento massivo, este não será suficiente para restaurar todos os parâmetros hidrológicos na bacia, sendo necessário complementar com práticas agrícolas sustentáveis. Desse modo, o estudo traz informações relevantes para políticas e iniciativas voltadas ao reflorestamento e restauração florestal, como o Plano Nacional de Recuperação da Vegetação Nativa, o Código Florestal Brasileiro (Lei Federal nº 12.651/2012), o Pacto Mata Atlântica e os Programas de Pagamentos por Serviços Ambientais.

Com o objetivo de analisar o risco às secas no contexto das mudanças climáticas e as respostas políticas para o território da Macrometrópole, Campello Torres et al. (2021) utilizaram o Índice de Vulnerabilidade a Desastres Naturais relacionados a Secas (IVDNS) para identificar e selecionar os municípios mais vulneráveis nesse território. Apesar de terem capacidades positivas para responder às mudanças climáticas, os resultados indicam que os municípios selecionados estão longe de avançar do *status quo* ou de tomar as ações necessárias para enfrentar futuros desafios em um cenário de emergência climática, onde existe uma necessida-

de maior de articulação com outros níveis de governança. De acordo com os autores, a insuficiente integração dos mapeamentos de risco geotécnico em planos diretores municipais, a pouca representatividade de processos participativos na definição de prioridades na gestão de riscos e desastres e a falta de diálogo entre as instituições técnicas e políticas, têm impedido o gerenciamento municipal adequado das mudanças climáticas. Nesse contexto, ao indicar as áreas onde a vulnerabilidade a secas e desastres naturais é maior, o trabalho qualifica o serviço ecossistêmico de regulação das condições físicas, químicas e biológicas, contribuindo para orientar os tomadores de decisão no desenvolvimento de estratégias para adaptação e resiliência às mudanças climáticas na Macrometrópole Paulista, as quais são urgentes nos municípios estudados, e, também, ao cumprimento das metas do Acordo de Paris.

Outra análise relevante foi realizada por Pavani et al. (2018) que quantificaram o valor do balanço de carbono em três cenários de mudança do uso da terra no Litoral Norte da Macrometrópole Paulista realizada com os softwares Dinamica EGO e InVEST (módulo Carbon). O estudo indicou maior perda de carbono no cenário influenciado pela logística de infraestrutura, exploração de óleo-gás e pressão sobre os ambientes naturais, com perdas monetárias da ordem de US$90 milhões em 20 anos. Os resultados claramente mostram alterações no serviço ecossistêmico de regulação da composição química da atmosfera e podem subsidiar políticas públicas para o gerenciamento sustentável dos sistemas costeiros, para adaptação às mudanças climáticas e para conservação de ambientes naturais.

Como pode ser observado nos estudos citados acima, os cenários são projetados para entender as mudanças nos ecossistemas e, consequentemente, na oferta de serviços ecossistêmicos, estudando como reduzir possíveis impactos e auxiliar na tomada de decisão. A formulação de políticas públicas também pode ser beneficiada por essa abordagem, promovendo a conscientização e o envolvimento dos fornecedores e consumidores desses serviços. Na implementação de políticas, abordagens de cenários são frequentemente usadas para ajudar a identificar quais atividades serão permitidas ou incentivadas em partes específicas da paisagem para atingir diferentes objetivos, como proteção ambiental, produtividade agrícola, desenvolvimento econômico e manutenção da biodiversidade (IPBES, 2016).

Assim, a previsão de mudanças futuras no fornecimento de serviços ecossistêmicos sob vários cenários representa um importante subsídio ao planejamento do território, pois podem indicar áreas importantes que necessitam de ações de restauração ou planos de conservação de acordo com as prioridades da região. O desafio é encontrar um caminho a partir dos diversos cenários que, na medida do possível, seja capaz de fornecer um portfólio mais amplo de serviços e, ainda, garanta a continuidade no seu fornecimento. Para isso, a escolha da ferramenta certa é fundamental para que os resultados melhorem, de fato, o entendimento e caminhos dos objetivos almejados.

Ferramentas para análise de serviços ecossistêmicos

Para a avaliação de serviços ecossistêmicos em diferentes cenários, Burkhard et al. (2018); Dunford et al. (2017) e Harrison et al. (2018) mencionam métodos biofísicos para mapear e modelar os ecossistemas; métodos socioculturais para entender preferências de serviços ecossistêmicos ou valores sociais; e técnicas monetárias para estimar valores econômicos. Grêt-Regamey et al. (2015) e Turner et al. (2016) acrescentam as ferramentas computadorizadas, como Sistemas de Informação Geográfica (SIG), sensoriamento remoto e modelos de uso do solo, hidrológicos e ecológicos.

Alguns portais e documentos técnicos (CIASCA, 2014; SNELL, 2016; NEUGARTEN et al., 2018) sistematizam um banco de dados com ampla gama de métodos, ferramentas e fontes. É possível selecionar aquela mais aderente ao objetivo do estudo, tipo de abordagem a ser utilizada (biofísica, monetária, social, etc.) e categoria de serviços ecossistêmicos a serem avaliados (provisão, regulação, culturais e de suporte).

As ferramentas podem ser utilizadas para análise (espacial ou não) e para a valoração dos serviços (ou ambos) considerando fatores sociais, ambientais e econômicos, em diversas escalas (nacional, regional, local). A maioria utiliza mapas como fontes de informação e produz mapas como saídas. Outras permitem a entrada de tabelas e dados qualitativos (entrevistas, grupos focais, *surveys*), resultando em relatórios, gráficos e diagramas (IKEMATSU & QUINTANILHA, 2020). Esforços têm sido empreendidos para conceber ferramentas que combinam sistemas de indicadores quantitativos, recursos de mapeamento espacialmente explícitos e percepção

qualitativa das partes interessadas de forma complementar (INOSTROZA et al., 2017).

Desse modo, os produtos advindos da sua aplicação podem facilitar a visualização da situação atual e futura dos serviços ecossistêmicos aos tomadores de decisão, por meio da representação cartográfica (mapas) e visual (diagramas), informando a situação atual e os impactos e as implicações de diferentes ações e políticas para a economia e para o bem estar humano e ambiental, de maneira integrada. A definição de áreas para restauração ou enriquecimento florestal, a proposição de corredores ecológicos, oportunidades no mercado de créditos de carbono e de pagamentos por serviços ambientais são alguns exemplos de ações que podem ser subsidiadas pelos produtos gerados.

Algumas ferramentas são de uso simplificado e rápido, conduzidas por planilhas práticas para a realização de avaliação qualitativa e quantitativa dos serviços ecossistêmicos, bem como uma análise de indicadores, conselhos sobre questões relevantes e um compêndio de informações sobre o tema. Essas ferramentas auxiliam na avaliação dos benefícios que as pessoas recebem da natureza, gerando informações para influenciar a tomada de decisão em determinados locais. Neste contexto, pode-se citar *Ecosystem Services Toolkit (EST)*, *Protected Areas Benefits Assessment Tool (PA-BAT)* e *Toolkit for Ecosystem Service Site-based Assessment (TESSA)*.

Outras ferramentas requerem habilidades em softwares e sistemas de informação georreferenciada (SIG), utilizando mapas e informações geoespaciais para identificar, avaliar e mapear os serviços ecossistêmicos. A web-ferramenta *Co$ting Nature* (*C$N*) tem objetivo de avaliar espacialmente os impactos de intervenções humanas nos serviços ecossistêmicos, fornecendo um índice relativo para auxiliar na priorização de conservação e avaliação de benefícios, pressões e ameaças. Para valores sociais atribuídos aos serviços ecossistêmicos culturais, como valores estéticos ou recreativos, o *Social Values for Ecosystem Services (SolVES)* combina a alocação de pontos de pesquisas com métricas e intensidades de valores. Para avaliação dos serviços hidrológicos em condições atuais e em cenários de uso do solo e mudanças climáticas, a *WaterWorld (WW)* é uma *web*-ferramenta que fornece resultados biofísicos quantitativos e índices relativos.

Além da experiência em SIG, algumas ferramentas também requerem habilidade em modelagem e até treinamento para garantir a correta mo-

delagem espacial de serviços ecossistêmicos. Dois exemplos são o *Artificial Intelligence for Ecosystem Services (ARIES)* e o *Multiscale Integrated Models of Ecosystem Services (MIMES)*. Ambas as plataformas foram projetadas para integrar diferentes modelos ecológicos e econômicos na modelagem de serviços ecossistêmicos. Essas plataformas incluem avaliação por cenários que podem ser utilizados na otimização de programas de Pagamentos por Serviços Ecossistêmicos e no planejamento de políticas geoespaciais.

Uma das ferramentas mais utilizadas internacionalmente é o *Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST)*, desenvolvido pelo *Natural Capital Project* da Universidade de Stanford. Apesar de ter código aberto, o software possui uma interface amigável que auxilia na utilização do conjunto de modelos para mapeamento e quantificação de serviços ecossistêmicos em termos biofísicos e econômicos em diferentes cenários. Outras ferramentas são o *Soil and Water Assessment Tool (SWAT)*, *Land Utilisation and Capability Indicator (LUCI)* e *Resource Investment Optimization System model (RIOS)*.

No contexto do projeto MacroAmb, alguns estudos aplicaram o *InVEST* e suas funções de produção ecológica para gerar previsões espacialmente explícitas da oferta de serviços ecossistêmicos com base em mapeamentos de usos do solo e cobertura vegetal, atributos biofísicos correspondentes a cada uso e dados adicionais representando condições ambientais como clima, solo e topografia. Em uma dessas análises, Pavani, Ikematsu e Ribeiro (2020) avaliaram dois indicadores de serviços ecossistêmicos: sequestro de carbono e retenção de sedimentos a partir do software InVEST. Os resultados preliminares indicaram um grande armazenamento de carbono na região da Macrometrópole Paulista, porém essa capacidade se mostrou reduzida em cenários de aumento de temperatura decorrentes do aquecimento global. Já a análise de retenção de sedimentos indicou que o controle da erosão pode auxiliar na quantificação da economia em tratamento de água devido à redução da turbidez, atrelada à melhora do uso do solo na bacia hidrográfica. As autoras destacam a importância de incentivar os agricultores a adotar o sistema agroflorestal, por meio de pagamentos por serviços ambientais, para o restabelecimento dos benefícios proporcionados pelo ecossistema.

Em outra escala, De Abreu Marques (2018) aplicou o *InVEST* na Bacia da Represa do Jaguari, localizada no Vale do Paraíba para avaliação do

serviço ecossistêmico de provisão de água. Esta bacia pertence à rede integrada de reservatórios do Sistema Cantareira, que atende a demanda hídrica da Macrometrópole de São Paulo. O cenário analisado considera o reflorestamento total da Área de Preservação Permanente de rios e córregos na Bacia com vegetação natural e com sistemas agroflorestais. Os resultados indicaram a importância da utilização da infraestrutura natural e de soluções baseadas na natureza, na forma de áreas vegetadas, no balanço hídrico e na resiliência hídrica da bacia.

Pavani et al. (2020) avaliaram o benefício de controle da erosão e a redução da quantidade de sedimentos em suspensão na água em 24 bacias hidrográficas, sob influência da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Paraíba do Sul também por meio do *InVEST*. Para estimar a proteção dos recursos hídricos por meio do reflorestamento, o cenário atual foi comparado a um cenário hipotético, no qual pastagens degradadas são substituídas por florestas. Assim, ao debelar a erosão do solo pode reduzir cerca de 40 t.ha-1.ano-1, e o reflorestamento poderia evitar gastos com tratamento de água, disposição de lodo e dragagem em torno de US$ 7,8 milhões por ano. O trabalho contribui sobremaneira na discussão de programas e iniciativas de Pagamentos por Serviços Ambientais hídricos e restauração florestal com objetivos de incentivos econômicos, de forma a evitar o esgotamento dos recursos hídricos e desigualdades no acesso à água.

Aplicabilidade e restrições para a modelagem de serviços ecossistêmicos na Macrometrópole Paulista

A vantagem dos modelos preditivos é a possibilidade de aplicação em diferentes paisagens a partir da troca de dados iniciais (locais ou regionais), principalmente de grandes extensões territoriais, como é o caso da Macrometrópole Paulista. O emprego de ferramentas computacionais com interface cartográfica (mapas) e visual (diagramas) facilita a representação da situação atual e futura dos serviços ecossistêmicos aos tomadores de decisão e demais atores.

Os modelos podem ser aplicados em diversas escalas, podendo incluir tanto extensão da Macrometrópole Paulista e sua complexa heterogeneidade territorial, quanto porções menores do território, como as regiões metropolitanas, aglomerações urbanas ou bacias hidrográficas.

Como coexistem áreas de alto e baixo dinamismo, com potencialidades diferenciadas de desenvolvimento econômico, social e urbano em suas distintas unidades regionais, bem como no interior delas (CUNHA et al., 2013; GALVÃO, 2017; NEGREIROS et al., 2015), os resultados encontrados estão atrelados às condicionantes iniciais, às dinâmicas adotadas e as próprias restrições do modelo. Entretanto, representam uma importante contribuição para mostrar as diversas possibilidades e quais caminhos podem ser traçados a partir destes resultados.

Entre as dificuldades para a elaboração de cenários e da modelagem ambiental estão o pré-processamento de dados, que exige grandes esforços de pesquisa e adaptação dos dados de entrada, e a dinâmica não linear entre serviços ecossistêmicos em diferentes trajetórias, impulsionados por fatores biofísicos e decisões de gestão. Além disso, esbarra-se na falta de elementos para uma análise na escala macrometropolitana e na dificuldade de modelar as complexas relações que engendram *trade-offs* entre o fornecimento de serviços ecossistêmicos e as ações previstas para a região. As incertezas associadas à modelagem ambiental, bem como a impossibilidade de contemplar todas as dimensões, interações, variações e fatores envolvidos nas diferentes unidades físicas ao longo do tempo e espaço nas simulações (CAVENDER-BARES et al., 2015; DENG & GIBSON, 2016), também fazem parte do rol limitações para a modelagem de serviços ecossistêmicos na Macrometrópole Paulista.

Alguns modelos podem ser operados com limites administrativos (CAMPELLO TORRES et al., 2021; PAVANI et al., 2018) e outros necessitam de bacias hidrográficas como recorte espacial (DE ABREU MARQUES, 2018; FERREIRA et al., 2019; PAVANI et al., 2020). A escolha de qual unidade de análise será adotada para uma análise integrada e de clusters espaciais de serviços ecossistêmicos também é essencial nos estudos de modelagem.

Felizmente, caminhamos para uma realidade marcada pela evolução das ferramentas e técnicas de processamento e pela disponibilização de dados de entrada com maior qualidade e de mais fácil acesso. O uso e cobertura da terra, por exemplo, uma das informações essenciais na modelagem de serviços ecossistêmicos e elaboração de cenários, depende do processo de classificação adotado e da velocidade das dinâmicas de transformação do território. O Projeto Mapbiomas, que mapeou o uso e cobertura do solo para todo o Brasil, foi elaborado por meio do *Google*

Earth Engine (GEE), uma avançada plataforma de processamento geoespacial baseada em nuvem que permite análises de dados ambientais em escala planetária e macro-regionais de uma maneira rápida e otimizada. O GGE possui, ainda, uma base catalográfica de vários *petabytes* de imagens de satélite e de algoritmos na nuvem, ou seja, o usuário pode realizar diversos processamentos sem precisar estocar em sua máquina os dados de entrada e saída (GORELICK et al., 2017).

Cabe mencionar, também, que muitas das ferramentas para a modelagem de serviços ecossistêmicos são periodicamente atualizadas de forma a incorporar novas variáveis e novas demandas. Um exemplo é o Urban InVEST que está sendo desenvolvido pelo Natural Capital em parceria com governos municipais e líderes de cidades nos Estados Unidos e na Ásia-Pacífico, cujos estudos estão apoiando avaliações ecológicas urbanas nas principais cidades chinesas e a avaliação dos co-benefícios da infraestrutura verde em Paris, França e várias cidades dos EUA (HAMEL et al., 2021).

Apesar dos avanços tecnológicos e de uma relativa adoção dessas ferramentas na tomada de decisão, é preciso avançar na relação unilateral entre ciência e prática de modo a integrar diferentes fontes de conhecimento local a respeito dos serviços ecossistêmicos e suas relações com diferentes setores da sociedade para avaliar com maior precisão e complexidade as relações e problemas socioambientais a serem enfrentados (BERTUOL-GARCIA et al. 2018) Uma abordagem mais participativa ("valor para quem?" e "valor a partir de quando?") aumenta a credibilidade, a relevância e a legitimidade do processo, fornece insumos para ferramentas de avaliação, apoia a interpretação dos resultados iniciais, cria um entendimento mútuo do problema e de como usar os resultados para subsidiar as decisões (RUCKELSHAUS et al., 2015; DUNFORD et al., 2017). A inclusão da visão dos diferentes atores sociais em modelagem não é trivial, dado que os valores não são estáticos e variam dependendo de quais grupos atribuem valor aos serviços ecossistêmicos (DUNFORD et al., 2017) em resposta a mudanças ambientais, socioeconômicas ou fatores políticos. Além disso, a inclusão das percepções dos atores nos modelos ainda é ponto a ser mais apropriado e desenvolvido (AMAZONAS et al., 2021).

Desse modo, há a necessidade de estimular uma participação mais ativa da sociedade no debate dos problemas, objetivos e soluções que influenciam seus destinos, assim como investir em processos educativos

e de comunicação da importância dos serviços ecossistêmicos para as lideranças atuais e sociedade em geral. O envolvimento dos diversos atores sociais deve ser feito, como mostrado na Figura 1, durante todo o processo de formulação de políticas públicas, de forma a construir e reconstruir novas leituras, interpretações e proposições de soluções para a Macrometrópole Paulista, e outros recortes espaciais semelhantes.

Apesar do nível de incerteza que permeia qualquer estudo envolvendo modelagem ambiental, os estudos mostram que a escolha de ferramentas de análises espaciais adequadas, adotadas conjuntamente com técnicas estatísticas e indicadores, podem ajudar a responder perguntas sobre os impactos potenciais das decisões políticas no futuro nos serviços ecossistêmicos, bem como apoiar a formulação e implementação de ações de restauração, conservação e uso sustentável baseadas em fundamentos científicos. Assim, gerar conhecimento sobre a situação atual e futura dos serviços fornecidos pelos ecossistemas é fundamental para o planejamento integrado desses mesmos ecossistemas e paisagens associadas, já que diferentes estratégias e decisões sobre o uso e cobertura da terra geram impactos significativos sobre a oferta e a demanda de serviços ecossistêmicos.

Considerações finais

Este capítulo descreveu as rotas metodológicas para a integração do conceito de serviços ecossistêmicos em processos de tomada de decisão, apresentando alguns estudos de caso para ilustrar essa abordagem em diferentes contextos de políticas públicas da Macrometrópole Paulista, como recuperação e conservação florestal, adaptação às mudanças climáticas, proteção de sistemas costeiros, bacias hidrográficas e ambientes naturais. Uma série de ferramentas e instrumentos disponíveis para apoiar essa integração foi apresentada. Algumas requerem habilidades em softwares e sistema de informações geográficas, utilizando mapas e informações geoespaciais para identificar, avaliar e mapear serviços ecossistêmicos; mas também existem softwares simples e rápidos de usar. O Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs (InVEST), um dos softwares de código aberto mais utilizados nesse sentido, foi aplicado para gerar previsões espacialmente explícitas de prestação de serviços ecossis-

têmicos (sequestro de carbono, retenção de sedimentos e controle de erosão) com base em mapeamentos de uso da terra e cobertura vegetal, atributos biofísicos e dados adicionais representando condições ambientais como clima, solo e topografia no contexto macrometropolitano.

Constata-se que o uso de modelos em áreas de grandes extensões territoriais, como a Macrometrópole Paulista, é útil aos tomadores de decisão e demais interessados. Algumas limitações ainda permanecem, como o pré-processamento dos dados, a dinâmica não linear entre os serviços ecossistêmicos, as relações complexas que ocorrem na escala macrometropolitana e as incertezas associadas à modelagem ambiental no tempo e no espaço. Felizmente, novas tecnologias e bancos de dados livres estão disponíveis e podem ajudar a enfrentar esses desafios, juntamente com o engajamento de diferentes stakeholders por meio de processos participativos em simulações quantitativas por modelagem. Apesar da heterogeneidade do território da Macrometrópole Paulista, essa abordagem representa uma importante contribuição para mostrar as diferentes possibilidades e caminhos que podem ser traçados a partir desses resultados para um futuro mais sustentável na maior aglomeração urbana do Brasil.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) Processo nº 2015/03804-9, nº 2018/16781-5 e bolsa 2019/22940-1; e do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) Bolsa PQ Processo nº 314096/2020-5 e nº 305188/2020-8.

Referências

AMAZONAS, I.; SCHIMITD, A.; ZANETTI, V.; FARLEY, J.; SINISGALLI, P.A.A. A participatory modeling experience with young farmers: assessing the sustainability of family farmers in Brazil. **Research, Society and Development**, v. 10, p. 1-14, 2021

BERG, C.; ROGERS, S.; MINEAU, M. Building scenarios for ecosystem services tools: Developing a methodology for efficient engagement with expert stakeholders. **Futures**, v. 81, p. 68–80, 2016.

BERTUOL-GARCIA, D.; MORSELLO, C.; EL-HANI, C. N.; et al. A conceptual framework for understanding the perspectives on the causes of the science-practice gap in ecology and conservation. **Biol. Rev**. 93: 1032-1055, 2018.

BURKHARD, B. et al. An operational framework for integrated Mapping and Assessment of Ecosystems and their Services (MAES). **One Ecosystem**, v. 3, p. e22831, 2018.

BURKHARD, B.; MAES, J. **Mapping Ecosystem Services**. Sofia: Pensoft Publishers, 2017. v. 14

CAMPELLO TORRES, P.H.; GONÇALVES, D.A.; MENDES DE ALMEIDA COLLAÇO, F.; LOPES DOS SANTOS, K.; CANIL, K.; CABRAL DE SOUSA JÚNIOR, W.; JACOBI, P.R. **Vulnerability of the São Paulo Macro Metropolis to Droughts and Natural Disasters**: Local to Regional Climate Risk Assessments and Policy Responses. Sustainability 2021, 13, 114. https://doi.org/10.3390/su13010114.

CARPENTER, S. R. et al. **Ecosystems and Human Well-Being**: Scenarios. MEA, 2005.

CAVENDER-BARES, J. et al. A sustainability framework for assessing trade-offs in ecosystem services. **Ecology and Society**, v. 20, n. 1, 2015.

CIASCA, B.S. **Estado da arte de metodologias e ferramentas voluntárias de compensação pelo setor privado**. Rio de Janeiro: Funbio, 2014. 72 p. : il. ISBN: 978-85-89368-16-2

CUNHA, J. M. P. DA et al. A mobilidade pendular na Macrometrópole Paulista: diferenciação e complementaridade socioespacial. **Cadernos Metrópole**, v. 15, n. 30, p. 433–459, dez. 2013.

DE ABREU MARQUES, M. G. Comparação de balanço hídrico na restauração de APP com mata nativa e sistema agroflorestal: estudo de caso. 2018. 75 f. **Dissertação**. Mestrado em Engenharia de Infraestrutura Aeronáutica - Instituto Tecnológico de Aeronáutica, São José dos Campos, 2018.

DE GROOT, R. S. et al. Challenges in integrating the concept of ecosystem services and values in landscape planning, management and decision making. **Ecological Complexity**, v. 7, Issue 3, p. 260-272, 2010.

DENG, X.; LI, Z.; GIBSON, J. A review on trade-off analysis of ecosystem services for sustainable land-use management. **Journal of Geographical Sciences**, v. 26, n. 7, p. 953–968, 2016.

DUNFORD, R. W.; HARRISON, P. A.; BAGSTAD, K. J. **Computer modelling for ecosystem service assessment**. In: Mapping Ecosystem Services. Bulgaria: Benjamin Burkhard & Joachim Maes, 2017.

FERREIRA, P. et al. Can forests buffer negative impacts of land-use and climate changes on water ecosystem services? The case of a Brazilian megalopolis. **Science of The Total Environment**, v. 685, p. 248–258, 2019.

GALVÃO, R. F. P. O rural na urbanização paulista em contexto macrometropolitano. **Tese** (Doutorado em Ciências) apresentada à Universidade de São Paulo, 2017.

GORELICK, N. et al. Google Earth Engine: Planetary-scale geospatial analysis for everyone. **Remote Sensing of Environment**, v. 202, p. 18–27, dez. 2017.

GRÊT-REGAMEY, A. et al. A tiered approach for mapping ecosystem services. **Ecosystem Services**, v. 13, p. 16–27, 2015.

GRÊT-REGAMEY, A. et al. Review of decision support tools to operationalize the ecosystem services concept. **Ecosystem Services**, v. 26, p. 306-315, 2017.

HAINES-YOUNG, R.; M.B. POTSCHIN (2018): Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) V5.1 and Guidance on the Application of the Revised Structure. Available from www.cices.eu.

HAMEL, P. et al. Mapping the benefits of nature in cities with the InVEST software. **Npj Urban Sustainability**, v. 1, 25, 2021. https://doi.org/10.1038/s42949-021-00027-9

HARRISON, P. A. et al. Selecting methods for ecosystem service assessment: A decision tree approach. **Ecosystem Services**, v. 29, p. 481–498, 2018.

HASEGAWA, Y.; OKABE, K.; TAKI, H. A scenario approach for ecosystem-service changes. **Futures**, v. 96, p. 23–31, 2018.

HERNANDEZ, M. et al. The Use of Scenario Analysis to Assess Water Ecosystem Services in Response to Future Land Use Change in the Willamette River Basin , Oregon. Chapter 5. Liotta, P.; Kepner, W.; Lancaster, J.; Mouat, D. (ed.), Achieving Environmental Security: Ecosystem Services and Human Welfare. **IOS Press**, Amsterdam, Netherlands, 69:265-268, (2010).

IKEMATSU, P.; QUINTANILHA, J. A. A review of ecosystems services trade-offs, synergies and scenarios modelling for policy development support. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 54, 22 dez. 2020.

INOSTROZA, L; KÖNIG, H.J.; PICKARD, B.; ZHEN, L. Putting ecosystem services into practice: Trade-off assessment tools, indicators and decision support systems. **Ecosystem Services**, 2017; 26:303–305.

IPBES - INTERGOVERNMENTAL SCIENCE-POLICY PLATFORM ON BIODIVERSITY AND ECOSYSTEM SERVICES. **The methodological assessment report on scenarios and models of biodiversity and ecosystem services**. IPBES, 2016.

JAX, K. et al. Handling a messy world: Lessons learned when trying to make the ecosystem services concept operational. **Ecosystem Services**, v. 29, p. 415-427, 2018.

KRÖGER, M.; SCHÄFER, M. Scenario development as a tool for interdisciplinary integration processes in sustainable land use research. **Futures**, v. 84, p. 64–81, 2016.

LAMBIN, E. F.; GEIST, H. **Land-Use and Land-Cover Change**: Local Processes and Global Impacts. [s.l.] Springer, 2006.

NEGREIROS, R.; SANTOS, S. M. M. DOS; MIRANDA, Z. A. I. Nova escala de planejamento, investimento e governança na macrometrópole paulista. **Revista Iberoamericana de Urbanismo**, v. 12, n. ano 7, p. 121–136, 2015.

NEUGARTEN, R.A. et al. **Tools for measuring, modelling, and valuing ecosystem services**: Guidance for Key Biodiversity Areas, natural World Heritage Sites, and protected areas. Gland, Switzerland: IUCN, 2018. 70pp.

OCHOA, V., URBINA-CARDONA, N. Tools for spatially modeling ecosystem services: Publication trends, conceptual reflections and future challenges. **Ecosystem Services**, 26, 2017. p.155-169.

PAVANI, B. F. et al. Estimating and valuing the carbon release in scenarios of land-use and climate changes in a Brazilian coastal area. **Journal of Environmental Management**, v. 226, p. 416–427, 2018.

PAVANI, B. F. et al. Payments for Ecosystem Services to Water Resources Protection In Paraíba do Sul Environmental Protection Area. **Ambiente & Sociedade**, v. 23, p. e01341, 2020.

PAVANI, B. F.; IKEMATSU, P.; RIBEIRO, A. C. G. . Mapeamento de indicadores de serviços ecossistêmicos da Macrometrópole Paulista. **Diálogos Socioambientais na Macrometrópole Paulista**, v. 3, n. 07, p. 12-15, 15 jul. 2020.

PETERSON, G. D.; CUMMING, G. S.; CARPENTER, S. R. Scenario Planning: a Tool for Conservation in an Uncertain World. **Conservation Biology**, v. 17, n. 2, p. 9, 2003.

PEREVOCHTCHIKOVA, M.; LA MORA-DE, D.; LA MORA, G.; et al. Systematic review of integrated studies on functional and thematic ecosystem services in Latin America,1992–2017. **Ecosystem Services**. v.36, 2019

PIRES, P. F. A.; AMARAL, A. G.; PADGURSCHI, M. C. G.; JOLY, C. A.; SCARANO, F. R.. Biodiversity research still falls short of creating links with ecosystem services and human well-being in a global hotspot. **Ecosystem Services**, v. 34, p.68-73, 2018.

POTSCHIN, M. AND HAINES-YOUNG, R. (2016): **Defining and measuring ecosystem services**. In: Potschin, M., Haines-Young, R., Fish, R. and Turner, R.K. (eds) Routledge Handbook of Ecosystem Services. Routledge, London and ä New York, pp 25-44.

RUCKELSHAUS, M. et al. Notes from the field: Lessons learned from using ecosystem service approaches to inform real-world decisions. **Ecological Economics**, v. 115, p. 11–21, 2015.

SCHWILCH, G. et al. Operationalizing ecosystem services for the mitigation of soil threats: A proposed framework. **Ecological Indicators**, v. 67, p. 586-597, 2016.

SNELL, M. **Review of Ecosystem Services Valuation Tools**. 2016. Disponível em: https://frenchmanbaypartners.org/wp-content/uploads/2016/09/Review-of-Ecosystem-Services-Valuation-Tools.pdf. Acesso em: Fev. 2021.

TURNER, K. G. et al. A review of methods, data, and models to assess changes in the value of ecosystem services from land degradation and restoration. **Ecological Modelling**, v. 319, p. 190–207, 2016.

Capítulo 24

Políticas públicas, serviços ecossistêmicos e governança ambiental

Denise de La Corte Bacci, Vânia Maria Nunes dos Santos, Anelise Gomes da Silva, Bruno César Nascimento Portes, João Marcos Pavanelli, Luciana Yokoyama Xavier, Leandra Gonçalves e Wilson Cabral de Sousa Jr.

Introdução

As políticas públicas podem ser definidas como um conjunto de formulações conceituais promovidas por um ente governamental que resulta em ações práticas, cujos objetivos são orientados para a solução de determinadas questões que visam ao interesse público (KLEMZ et al., 2017).

As políticas públicas ambientais envolvem ações e compromissos entre a sociedade e poderes legalmente institucionalizados, constituindo-se num conjunto de metas e instrumentos que visam reduzir os impactos negativos da ação antrópica no ambiente (LUTOSA et al., 2010; RODRIGUES, 2014). Toda política pública deve possuir uma justificativa para a sua existência, fundamentação teórica, metas, instrumentos e penalidades.

As políticas ambientais, à medida em que se deparam com o seu caráter multisetorial, tornam-se, complexas e peculiares. A característica de interdependência intrínseca ao ambiente, implica no caráter multidisciplinar das políticas ambientais, o que demanda o envolvimento de diversos atores nas tomadas de decisão e no desenho institucional complexo, o qual influencia o cenário de formulação de políticas públicas e afeta direta ou indiretamente as políticas que contemplem a qualidade ambiental (RODRIGUES, 2014).

A inserção das questões ambientais nas agendas políticas governamentais ainda encontra dificuldades. Alguns dos entraves devem-se ao fato de que os problemas ambientais são dificilmente previsíveis e suas soluções são complexas e possuem consequências de longo prazo. Ou seja, a dinâmica dos ecossistemas naturais nem sempre é tangenciável no âmbito das tomadas de decisões (LE PRESTE, 2000).

Sendo assim, se faz necessário ter claro o conceito de serviços ecossistêmicos para a formulação de políticas públicas ambientais. Como apontado nos capítulos anteriores, os serviços ecossistêmicos são abordados nas políticas públicas pelo viés econômico, como uma condicionante das atividades humanas e não como sendo um fenômeno ecológico. Os serviços ecossistêmicos, entendidos como um instrumento para ampliar o entendimento sobre a dependência de recursos e fluxos da natureza para o bem-estar humano, podem fornecer subsídios mais sólidos para a elaboração de políticas públicas. Primeiro, porque fornecem uma justificativa antropocêntrica para a conservação dos ecossistemas naturais, com base na dependência dos bens e serviços que as funções ecossistêmicas fornecem ao bem-estar humano (LAMARQUE et al., 2011). Segundo, porque permitem a tradução dos problemas ambientais, ou seja, o que poderia ser compreendido apenas cientificamente passa a ser algo tratado nas políticas. Este, por sua vez, está relacionado também com a valoração econômica dos serviços ecossistêmicos, a qual pode implicar na formulação de políticas responsivas ao meio ambiente, economicamente atraentes (DAILY & ELLISON, 2002; KIESLICH & SALLES, 2021).

No presente capítulo, as políticas públicas ambientais foram consideradas como um dos dispositivos de governança, que podem influenciar as ações dos agentes e o arranjo institucional.

A governança é entendida como um conjunto de políticas, modelos regulatórios e aderência às regras legais (IMF, 2021), não se distinguindo da governança institucional (KAUFMANN; KRAAY, 2007). Os modelos de governança entendidos como arranjos organizacionais institucionalizados contemplam um conjunto de regras formais, resultados de processos históricos (NORTH, 1990, 2008; ELINOR ÖSTROM, 2005, 2008).

A governança, no âmbito das políticas ambientais, segundo a Nova Economia Institucional[1], compreende os ambientes institucionais que

1. Claude Ménard e Mary Shirley (2008) abrem o "*Handbook of New Institutional Economics*" afirmando que a Nova Economia Institucional (NEI) estuda as instituições e como elas interagem com os arranjos organizacionais. Isso significa que a NEI está interessada tanto na estrutura macro dos incentivos e constrangimentos (explícitos e implícitos) como na maneira que os agentes organizam seus recursos diante destes ambientes institucionais e respondem com estratégias (arranjos). Ao mesmo tempo que o ambiente institucional constrange a possibilidade de arranjos organizacionais, os arranjos por sua vez também podem influenciar a preferência por instituições no instante seguinte.

constrangem ou incentivam a ação coletiva vislumbrada pelo Estado, a qual é tratada como meta da política ambiental. Considera, para além de seus impactos econômicos, suas consequências e externalidades socioambientais nos processos de apropriação, uso e distribuição dos recursos provenientes de serviços ecossistêmicos (McGINNIS; ÖSTROM, 2014; IGARI et al., 2020).

Östrom (1990), Paavola (2006), Folke (2006), Moran e Östrom (2009) e McGinnis e Östrom (2014) apresentam macro visões teóricas que contemplaram o papel das instituições (políticas públicas, leis, resoluções normativas, ou outros constrangimentos formais e informais) para atingir os objetivos de preservação. As disputas pelo controle das instituições ao propor regras não são desinteressadas, pois os agentes trazem consigo interesses e dotações sociais, políticas e econômicas, para além dos constrangimentos biofísicos, impostos pelo capital natural e sua capacidade de reposição (PAVANELLI et al., 2021). Isso implica que nem sempre os agentes apresentam interesses sinérgicos quanto à necessidade e mesmo intensidade de preservação dos recursos, podendo inclusive desprezar qualquer interesse de preservação, disputando apenas a apropriação máxima do capital natural e sua transformação em capital financeiro. Nesses casos, surgem os conflitos ambientais e movimentos que clamam pela justiça ambiental (TORRES et al., 2019).

No processo de governança, abarca-se ainda a característica transescalar da provisão dos serviços ecossistêmicos (GONÇALVES et al., 2020a), as quais são difusas e interdependentes em diferentes escalas e níveis (CASH et al., 2006). A exemplo, os serviços ecossistêmicos abordados nas políticas públicas ambientais locais geram impactos para além de suas fronteiras políticas. Uma ação coordenada de governança, na forma de políticas públicas ambientais dos poderes locais, pode favorecer ações de preservação, unificando informações dos fluxos dos recursos intra e entre municípios.

Assumindo esse viés antropocêntrico do conceito que está presente nas políticas públicas, fez-se um recorte de três diferentes políticas ambientais e planos estratégicos em níveis hierárquicos institucionais distintos, que estão relacionados com a proposição de políticas públicas mitigadoras das mudanças climáticas e dos recursos hídricos, para assim investigar seus interesses de preservação relacionados aos serviços

ecossistêmicos. O presente capítulo apresenta uma revisão analítica das políticas públicas que tratam dos serviços ecossistêmicos, arranjos legais, sociais e institucionais, nos âmbitos federal, estadual e municipal, com o objetivo de compreender suas implicações na governança ambiental no contexto das mudanças climáticas.

Marcos regulatórios e políticas ambientais relacionadas aos serviços ecossistêmicos

A identificação das políticas públicas e planos estratégicos que apresentam relações com os serviços ecossistêmicos são apresentados na Tabela 1.

A partir da revisão da literatura e da experiência de pesquisa dos autores, foram escolhidas, de forma ilustrativa porém não exaustiva, algumas políticas e planos estratégicos em âmbito nacional, estadual e regional e também no âmbito da macrometrópole paulista, as quais apresentam relações com os serviços ecossistêmicos, com as mudanças climáticas e recursos hídricos.

Tabela 1 Identificação das políticas públicas e planos estratégicos nos níveis institucionais e como abordam os serviços ecossistêmicos.

Ano	Plano ou Política	Nível Hierárquico	Relação e abordagem dos Serviços Ecossistêmicos
2021	Política Nacional de pagamentos por serviços ambientais – PSA	Federal	Lei federal que institui o Pagamento por Serviços Ambientais. Apresenta conceitos diferenciados para serviços ecossistêmicos e serviços ambientais. Os serviços ambientais são entendidos como atividades individuais ou coletivas que favorecem a manutenção, a recuperação ou a melhoria dos serviços ecossistêmicos. O pagamento por serviços ambientais é definido como: transação de natureza voluntária, mediante a qual um pagador de serviços ambientais transfere a um provedor desses serviços recursos financeiros ou outra forma de remuneração, nas condições acertadas, respeitadas as disposições legais e regulamentares pertinentes.
2019	Plano Nacional de Segurança Hídrica – PNSH	Federal	O PNSH assegura ao Brasil um planejamento integrado e consistente de infraestrutura hídrica com natureza estratégica e relevância regional, até o horizonte de 2035, para redução dos impactos de secas e cheias. Além das obras, também são identificados os estudos adicionais e projetos necessários para viabilizá-las, bem como as lacunas de conhecimento em áreas de baixa segurança hídrica, para as quais foram propostas ações específicas. O PNSH não trata especificamente de serviços ecossistêmicos. A dimensão ecológica inserida no cálculo do índice de segurança hídrica considera apenas indicadores relacionados à qualidade da água e ao meio ambiente, de forma a sinalizar a vulnerabilidade de mananciais para abastecimento humano e usos múltiplos: água em quantidade suficiente para usos ecossistêmicos; água com qualidade adequada para manutenção da vida aquática; e riscos ambientais decorrentes de rompimentos de barragens de rejeitos de mineração.

Tabela 1 Identificação das políticas públicas e planos estratégicos nos níveis institucionais e como abordam os serviços ecossistêmicos (*continuação*).

Ano	Plano ou Política	Nível Hierárquico	Relação e abordagem dos Serviços Ecossistêmicos
2016	Plano Nacional de Adaptação – PNA	Federal	Visa orientar iniciativas para a gestão e diminuição do risco climático no longo prazo, conforme estabelecido na Portaria Ministerial no 150 de 10 de maio de 2016. O plano propõe ações, estratégias e diretrizes que visam a gestão e a diminuição do risco climático do País frente aos efeitos adversos da mudança do clima em suas dimensões social, econômica e ambiental, além de mecanismos institucionais para sua implementação de forma concertada entre os entes federativos, os setores e a sociedade, além de uma agenda de implementação de ações de caráter estruturante para suprir lacunas observadas no contexto nacional com vistas à promoção da adaptação à mudança do clima. Promover e integrar a metodologia de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) transversalmente nos setores, para o uso dos serviços ecossistêmicos como estratégia alternativa e/ou complementar de adaptação. (Ministério do Meio Ambiente, 2016, p. 22)
2012	Lei de Proteção da Vegetação Nativa	Federal	Lei nº 12.651/2012 (Código Florestal Brasileiro). O artigo 41 autoriza o poder público federal a instituir programas de PSA como forma de apoio e incentivo à conservação do meio ambiente. A partir dessa lei, houve incentivo aos estados e municípios com capacidade plena para estabelecerem suas normas legais e determinarem regras gerais sobre PSA.
2002	Política Nacional de Biodiversidade – PNB	Federal	Implementada pelo Decreto Nº 4.339, de 22 de agosto de 2002, a política traz o reconhecimento dos componentes do meio ambiente como recurso econômico-estratégico de um lado e, de outro lado, o reconhecimento, enquanto princípio, do valor intrínseco dos bens ambientais e dos direitos das futuras gerações a esses bens. A noção de uso sustentável remete ao conceito de desenvolvimento sustentável e, portanto, à compatibilização entre a exploração econômica de um componente do meio ambiente e a necessidade de que essa utilização não prejudique o direito das gerações futuras. Segundo o MMA, apresenta várias referências a serviços ecossistêmicos (no texto são referidos como serviços ambientais), reconhecendo a importância de sua manutenção, da realização de estudos para levantamento do seu valor e da implementação de ações para garantir a oferta destes serviços pelos ecossistemas.
2000	Sistema Nacional de Unidades de Conservação – SNUC	Federal	Instituído pela Lei No 9.985, de 18 de julho de 2000, o SNUC não inclui o conceito de serviços ecossistêmicos em seu texto. Apesar disso, é a principal política pública a tratar da conservação e preservação ambiental, o que assegura a integridade de muitos ecossistemas e a manutenção de seus serviços.
2011	Plano de Ação da Macrometrópole Paulista	Regional	Instrumento de planejamento proposto pelo Governo do Estado de São Paulo que intenciona a formulação e a integração de políticas públicas, projetos e ações no território da MMP. Elaborado sob coordenação da EMPLASA (Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S/A) teve como principal diretriz a integração e complementaridade entre as regiões da MMP e da MMP com as demais regiões do Estado de São Paulo (EMPLASA, 2014).
2016-2019	Plano Estadual de Recursos Hídricos	Regional	Os planos trazem dados específicos sobre a qualidade da água, o enquadramento dos corpos hídricos e os esquemas hidráulicos especificamente para o território da MMP.

Políticas que incentivam o pagamento por serviços ecossistêmicos são recentes na política pública ambiental, com vistas a estimular a proteção e a conservação dos ecossistemas. Tais políticas objetivam que tanto

os atores públicos quanto privados adotem comportamentos e práticas adequados para a manutenção ou a melhoria dos ecossistemas, assegurando o fornecimento dos serviços ecossistêmicos, por meio de apoio e incentivo econômico como contrapartida.

Segundo Klemz et al. (2017), a instituição de políticas públicas de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA), principalmente em âmbito estadual e municipal, vem ocorrendo no país por meio das seguintes regulações: leis de PSA e/ou leis que instituem o PSA, decretos que regulamentam a lei publicada ou que diretamente instituem a iniciativa e resoluções e portarias, publicadas pelas determinadas secretarias de governo.

Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (PNPSA) e Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (PFPSA)

A Lei 14.119 de 13 de janeiro de 2021 instituiu a Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais – (PNPSA), que define conceitos, objetivos, diretrizes, ações e critérios para sua implantação, institui o Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais (CNPSA) e o Programa Federal de Pagamento por Serviços Ambientais (PFPSA), e dispõe sobre os contratos de pagamento por serviços ambientais (BRASIL, 2021).

Na referida lei, os serviços ecossistêmicos são definidos como os "b*enefícios relevantes para a sociedade gerados pelos ecossistemas, em termos de manutenção, recuperação ou melhoria das condições ambientais*¨, nas seguintes modalidades: *serviços de provisão,* como água, alimentos, madeira; *de suporte*, como a ciclagem de nutrientes, a decomposição de resíduos, a dispersão de sementes; *de regulação*, como o sequestro de carbono, a purificação do ar, a moderação de eventos climáticos extremos, e *culturais*, aqueles que constituem benefícios não materiais providos, como turismo, recreação e as experiências espirituais e estéticas e do desenvolvimento intelectual. O PFPSA tem o objetivo de efetivar a PNPSA relativamente ao pagamento desses serviços pela União, nas ações de manutenção, de recuperação ou de melhoria da cobertura vegetal nas áreas prioritárias para a conservação, de combate à fragmentação de habitats, de formação de corredores de biodiversidade e de conservação dos recursos hídricos (BRASIL, 2021).

Tanto a política quanto o programa trouxeram definições importantes, como o que são os PSA, quem são os possíveis provedores, quem são os possíveis pagadores, conferindo mais segurança jurídica aos programas.

Castro e Young (2017) identificaram que entre 2007 e 2015, dez estados brasileiros normatizaram seus próprios programas de pagamento para diferentes serviços ambientais, e que outros estados têm trabalhado nesta mesma perspectiva para a criação de políticas de PSA.

Coelho et al. (2021) apresentam um panorama de iniciativas de PSA no Brasil relacionadas aos recursos hídricos, sistematizam as experiências brasileiras, com foco nos recursos hídricos até 2017, observando a base legal e os métodos de valoração para determinação dos valores dos incentivos monetários, além de identificar os padrões metodológicos e as tendências recentes da política. As autoras apontam que há números divergentes de iniciativas em andamento em âmbito estadual e local e destacam as 10 experiências mais frequentemente citadas na literatura e tomadas como o *benchmarking* do PSA hídricos brasileiro, mas afirmam que existe um universo de iniciativas bem maior do que esse, muitas vezes restrito à publicação em diário oficial das unidades subnacionais, o que dificulta sua visibilidade. Das 68 iniciativas de PSA hídricos em andamento ou concluídas no território nacional descritas pelas autoras, identificam-se na MMP, os seguintes projetos: Produtor de Água Bacia PCJ, Comitê de Bacias Hidrográficas Sorocaba e Médio-Tietê, Mina d'Água São Luiz do Paraitinga, PSA Água Vale do Paraíba, Crédito Ambiental Paulista RPPN, PSA Água Bacia Paraíba do Sul e Mais Água de São José dos Campos. As iniciativas ocorreram principalmente nos níveis estadual e municipal, como estratégia para atender demandas locais e especificidades das bacias hidrográficas e foram essenciais para subsidiar a construção da recém-aprovada Política Nacional de PSA.

Planos Nacional de Adaptação

No Brasil, a adaptação às mudanças climáticas está inserida no âmbito da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC – Lei 12.187/2009) e, apesar da urgência do tema, representa uma agenda que ainda carece de ser implementada e consolidada (TORRES et al., 2020).

Dentre os instrumentos vinculados à essa política, o Plano Nacional de Adaptação às Mudanças Climáticas – PNA (BRASIL, 2016a) visa instituir uma

economia de baixo carbono no país e contribuir para a proteção do sistema climático global, com base na implementação de um sistema de governança multinível. Em nível nacional, o PNA fornece as diretrizes, princípios e metas para a adaptação das mudanças climáticas que devem orientar sua tradução para ações em nível subnacional. Essas ações devem reduzir riscos e vulnerabilidades relacionadas às mudanças climáticas por meio de mudanças estratégicas nos sistemas social, natural, econômico e de infraestrutura. Para sua implementação, o PNA conta com uma estrutura de governança que busca ser descentralizada e inclusiva, conectando gestores governamentais de diferentes esferas (federal, estadual, municipal) e atores sociais. Como exemplo, a plataforma AdaptaClima, que integra ministérios, ONG's, centros de pesquisa e representantes da iniciativa privada para orientar gestores em medidas de adaptação aÌ mudança do clima.

O PNA segue a proposta de "adaptação baseada em ecossistemas" do PNUMA, incluindo princípios de gestão baseada em ecossistemas (EBM) (TRAVERS et al., 2012) e mencionando de forma explícita a importância estratégica dos serviços ecossistêmicos (definidos, segundo MEA, 2005). Na seção "Estratégia de Biodiversidade e Ecossistemas", o plano apresenta os serviços ecossistêmicos relacionados aos outros setores e reforça a importância de *sensibilizar os setores para a integração de abordagens de AbE e serviços ecossistêmicos às ações, planos, estratégias e políticas públicas dos setores, especialmente os mais vulneráveis e os que se beneficiam de serviços ecossistêmicos* (BRASIL, 2016b).

Apesar desse reconhecimento, o conceito é pouco explorado nas demais seções e não há, de fato, diretrizes para ações focadas na questão dos serviços ecossistêmicos em si, além das encontradas na Estratégia de Biodiversidade e Ecossistema. Há de se reconhecer que de forma geral o PNA foi um avanço na estrutura da política ambiental brasileira, porém, por seus desafios de implementação, e pelas dificuldades políticas e econômicas enfrentadas em outras políticas de planejamento ambiental (OSORIO; SANTOS, 2016) no Brasil e no mundo, a implementação dessa agenda ainda enfrenta desafios na prática.

Plano de Ação da Macrometrópole Paulista

O Plano de Ação da Macrometrópole Paulista (PAM) é uma ferramenta de planejamento de longo prazo, com o objetivo de dar suporte à formula-

ção e implementação de políticas públicas e às ações de governo para o território da Macrometrópole Paulista (MMP). Foi elaborado pela a Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano S.A, (EMPLASA) , visando o período de 2013 a 2040. Os indicadores do PAM foram publicados em 2019.

Segundo Torres et al. (2019), verificou-se que a infraestrutura de suporte ao desenvolvimento e condições ambientais da MMP foram delimitados como temas relevantes para o planejamento e a gestão desta macrorregião, sendo definidos respectivamente como vetores macrometropolitanos de desenvolvimento territorial e de desenvolvimento sistêmico.

A categoria vetores de desenvolvimento sistêmico englobou o "ativo ambiental" da MMP que se refere aos remanescentes de vegetação natural e às Unidades de Conservação, partindo do pressuposto de que há necessidade de proteção do patrimônio ambiental da MMP, uma vez que ressalta o potencial de valoração dos serviços ecossistêmicos. Compreendem a disposição de bens naturais (água, biodiversidade), concebidos como recursos para serviços ambientais, ao capital humano e sociotécnico (tecnologia, mão de obra e gestão fiscal). Segundo o PAM, esses vetores podem promover maior atratividade de capitais, favorecer a coesão territorial e promover uma urbanização mais inclusiva (EMPLASA, 2015; ARAÚJO et al., 2020).

O PAM está estruturado em três eixos estratégicos, que orientaram a formulação de projetos e suas ações. O eixo Conectividade Territorial e Competitividade Econômica, objetiva melhorar as condições de conectividade entre os territórios, com ações de infraestrutura, de eficiência da circulação econômica, em prol da atração de investimentos e de empresas que gerem empregos na MMP. Nesse eixo, se deixa bem clara a importância de incentivar a adoção de requisitos de sustentabilidade ambiental como componente da competitividade econômica das metrópoles e de implementar as metas para a mitigação e adaptação das mudanças climáticas (ARAÚJO et al., 2020).

O eixo Coesão Territorial e Urbanização Inclusiva visa a combinar desenvolvimento territorial, qualidade de vida e urbanização inclusiva de interesse social, a recuperar áreas degradadas por ocupações irregulares e a coibir novas ocupações (EMPLASA, 2015; ARAÚJO et al., 2020).

O eixo Governança Metropolitana está centrado na necessidade de adequações na administração pública para o desenvolvimento da macro-

metrópole e para a promoção da equidade territorial (EMPLASA, 2015; ARAÚJO et al., 2020).

Exemplos de instrumento de planejamento para governança ambiental

Zoneamento Ecológico Econômico do estado de São Paulo

O Zoneamento Ecológico-Econômico (ZEE) (decreto nº 4.297 de 10/07/2002) é um instrumento de planejamento e diagnóstico ambiental previsto na Política Nacional de Meio Ambiente (PNMA, Lei nº 6.938 de 31/08/81). Aplicado a diversas unidades territoriais, bacias hidrográficas, regiões econômicas, entre outras, e com diferentes metodologias, o ZEE indica possibilidades de uso e ocupação do solo baseadas em critérios técnicos e sociais. Com a finalidade de auxiliar a formulação de políticas públicas e estratégias de desenvolvimento, o ZEE permite a elaboração de cenários e mapas de aptidão e fragilidade do território relacionando a capacidade de suporte do meio e diversos tipos de ocupação, por exemplo, alocação de indústrias, áreas agrícolas, aterros sanitários, expansão urbana, entre outros.

O Instituto Florestal tem desenvolvido um projeto de ZEE para o estado de São Paulo baseando-se na metodologia TEEB (*The Economics of Ecosystems & Biodiversity*) de diagnóstico e mapeamento dos serviços ecossistêmicos para formuladores de políticas locais e regionais (TEEB, 2020). Para isso foi realizada uma análise experimental do ZEE na APA Cantareira, na qual a partir da análise do uso do solo foram estimados os serviços ecossistêmicos de relevância local, sendo esses: serviços de provisão de alimentos, matéria-prima e água; de regulação climática, de sequestro e estoque de carbono e de processos geohidrológicos; de suporte, contemplando polinização e hábitat natural; e serviços culturais.

Os serviços críticos foram, então, analisados quanto ao seu atual estado de conservação, quais as tendências futuras (crescimento, estabilização ou decrescimento), quais os fatores determinantes de mudanças e atores na APA, de modo a pensar como as políticas públicas podem impactar nesses serviços. Deste processo resultou um mapeamento da pressão sobre os serviços ecossistêmicos no território da APA Cantareira, a partir de uma construção participativa de mapas de impacto, demanda e fornecimento.

Reserva da Biosfera e Cinturão Verde da Cidade de São Paulo

Na escala da Macrometrópole, uma importante unidade de governança territorial baseada na abordagem dos serviços ecossistêmicos é a Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo (RBCV), que engloba 78 municípios, além de ecossistemas costeiros e marinhos anexados em 2008 (SÃO PAULO, 2020).

Composta majoritariamente por Unidades de Conservação (48,6% da área terrestre e 73,4% da área marinha), a RBCV se divide em três zonas de acordo com o tipo e as características dessas unidades no território: (1) a Zona Núcleo composta por UC de proteção integral e zonas de vida silvestre das UCs da categoria Áreas de Proteção Ambiental (APA); (2) a Zona Tampão ou de Amortecimento, composta por APAs terrestres e marinhas, excluindo suas respectivas zonas de vida silvestre, Áreas de Proteção e Recuperação de Mananciais não urbanizadas, florestas maduras, redes de zonas verdes e parques urbanos e zonas especiais de interesse ambiental; e (3) Zona de Transição ou cooperação que corresponde à área restante, exceto as manchas urbanas (SÃO PAULO, 2020).

A RBCV faz parte de uma rede internacional de reservas da biosfera criada no âmbito do programa Homem e Biodiversidade da Organização das Nações Unidas para a Educação, a Ciência e a Cultura – UNESCO. Criadas com o objetivo de serem territórios destinados a explorar e demonstrar abordagens de conservação alinhadas ao desenvolvimento sustentável em escala regional, as reservas da biosfera se fundamentam em uma abordagem ecossistêmica que considera tanto os processos dos ecossistemas, quanto às próprias cidades como sistemas socioecológicos (RODRIGUES, 2006). Neste sentido, a RBCV se caracteriza pelas intensas relações entre os serviços ecossistêmicos e o metabolismo metropolitano, onde as pressões urbanas sobre o ambiente são chave para a melhoria da sustentabilidade urbana e ambiental, sendo assim considerada como uma Reserva da Biosfera Urbana (RODRIGUES, 2006).

Dentre as ações do plano que concentram a maior parte dos esforços da RBCV, merece destaque a avaliação dos serviços ecossistêmicos no âmbito das Avaliações Sub Globais (ASG) nos moldes da Avaliação Ecossistêmica do Milênio. Essas avaliações, nas escalas local e regional, fazem parte de um processo global multiescalar que utiliza as mesmas metodologias para compreender como as relações entre ser humano e meio

ambiente se dão nas distintas escalas e localizações geográficas e fornecer subsídios para a gestão ambiental desses espaços. Neste sentido, a RBCV consiste em um dos espaços de aplicação dessa metodologia com o objetivo de trazer ao conhecimento público os serviços ecossistêmicos que precisam ser protegidos e aqueles que devem ser recuperados (SÃO PAULO, 2020).

Como parte da avaliação, foram realizados o diagnóstico e o mapeamento da capacidade de fornecimento de SE no território e os principais vetores que atuam sobre os ecossistemas, como o estresse ambiental e social sobre o solo e a água e o comprometimento da capacidade de renovação dos sistemas e seus impactos no bem-estar humano. Foram analisados os serviços de provisão com foco na produção de água, alimentos, recursos florestais madeireiros e derivados, produtos bioquímicos, medicamentos naturais e produtos farmacêuticos; os serviços de regulação referentes aos processos geohidrológicos de erosão, escorregamentos, assoreamentos e inundações, de regulação da qualidade do ar, de fixação de carbono em superfície e redução de gases de efeito estufa e os serviços associados à regulação climática; os serviços culturais do folclore caipira presentes na região, assim como o ecoturismo, o turismo rural e de aventura; e os serviços de suporte com base na biodiversidade. Além do diagnóstico, foi realizada também a valoração econômico-ecológica dos ecossistemas e seus serviços buscando levar em conta os valores monetários, sociais e ambientais e a natureza complexa dos ecossistemas, bem como os riscos de perdas irreversíveis de estruturas e funções ecossistêmicas (RODRIGUES et al., 2018).

Conclusões

O estado atual das políticas públicas que tratam dos serviços ecossistêmicos e dos arranjos legais, sociais e institucionais, nos âmbitos federal, estadual e municipal, apontaram possibilidades para a governança ambiental no contexto das mudanças climáticas. A maioria dos programas e planos analisados estão instituídos legalmente nos âmbitos estadual e municipal, no entanto, ainda é necessário avançar na direção de um arranjo institucional forte no âmbito nacional, de forma garantir a continuidade dos programas em longo prazo.

A Política Nacional de PSA estabelece um marco legal e traz oportunidades e diretrizes para a expansão e o aperfeiçoamento dos programas no Brasil, mas ainda há lacunas que precisam ser consideradas, como a ausência dos dispositivos relacionados ao Conselho Deliberativo e à implantação do Cadastro Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais, ambos importantes para a transparência e o controle social. Os incentivos fiscais e tributários para quem adotar programas de PSA, bem como os incentivos ao desenvolvimento dos mesmos também não foram definidos.

A integração dessa política aos planos regionais e locais, bem como a expansão para regiões que ainda não contemplam tais programas é urgente.

Na Macrometrópole paulista há a necessidade de avanços numa perspectiva de integração interfederativa ou de escalas de gestão para arranjos institucionais, pois os planos e as políticas estaduais e municipais, bem como aqueles que abrangem as bacias hidrográficas, que não contemplam a complexidade dos problemas socioambientais. É necessária uma abordagem abrangente e holística, que avance para além dos padrões tradicionais e busque incorporar as dimensões ecológicas e sociais.

O Plano de Ação da Macrometrópole, como instrumento de governança, não foi suficiente para promover a integração do território, considerando as diferentes dimensões territoriais (GONÇALVES et al., 2020b). A direção estratégica apontada pelo PAM indicou predominância de um modelo que trata a questão do desenvolvimento sustentável de forma marginal, além de frágil articulação com a variada gama de atores sociais. Além disso, não contempla a complexidade, fluxos e escalas que são necessárias para a promoção da governança ambiental macrometropolitana e dos serviços ecossistêmicos.

Já o Zoneamento Ecológico Econômico possibilita a articulação territorial de políticas de pagamentos por serviços ambientais e ações previstas no PNA e PAM, por meio da identificação das áreas provedoras de serviços ecossistêmicos, os vetores de pressão sobre elas, os atores e instituições envolvidos na implementação dessas políticas. Esta experiência pretende ser ampliada para o estado de São Paulo, com destaque para o litoral, entretanto ainda são encontrados desafios, como a disponibilidade de dados espaciais de uso e ocupação do solo, que não estão atualizados e em escala compatível para todos os municípios.

Com relação à Reserva da Biosfera e Cinturão Verde da Cidade de São Paulo, os resultados obtidos do diagnóstico e seu mapeamento alinhados à valoração econômico-ecológica, constituem importantes subsídios para a governança ambiental da Macrometrópole, com resultados incorporados ao processo de elaboração do Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da RMSP em 2018 (SÃO PAULO, 2020). Além de balizar as tomadas de decisão, a avaliação oferece subsídios para políticas de transferência monetária baseadas na valoração ecológica econômica como o PSA, voltado para atores privados, e o ICMS ecológico, voltado para o setor público.

Embora exista base legal e algumas experiências exitosas de aplicação de políticas públicas relacionadas aos serviços ecossistêmicos na escala local, é preciso caminhar no sentido de ampliar e atualizar os vetores de transformações sobre eles, além do esforço em consolidar essas experiências em um sistema de governança ambiental participativa na escala macrometropolitana.

Em síntese, os governos locais e as abordagens regionais são fundamentais na proposição de estratégias (DI GIULIO, 2019). Enfatiza-se a necessidade do diálogo, de fortalecimento dos espaços participativos, bem como de abordagens interdisciplinares e de uma atuação integrada entre os níveis e as escalas de planejamento. A articulação entre a ciência e a gestão é fundamental para orientar processos de adaptação que busquem a sustentabilidade. Assim, a gestão de base ecossistêmica auxilia nesse processo e se apresenta como uma alternativa metodológica emergente para a construção de processos mais participativos e dialógicos, que reflitam os interesses da sociedade.

As análises das políticas públicas e planos estratégicos, aqui apresentados, indicam que há um longo caminho a percorrer para estimular e promover a governança do território nacional, considerando a interdependência, a transescalaridade, a dinamicidade e a complexidade dos serviços ecossistêmicos. Nesse caminho, destaca-se a importância e a necessidade de se promover processos de educação e aprendizagem social, tanto para a compreensão da temática como para elaboração de políticas públicas democráticas, sustentáveis e que possibilitem o controle social.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9 e bolsas LYX 2017/21797-5; LRG 2018/00462-8).

Referências

AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS (2019). **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: 112 p.

ARAÚJO, G.P.; RODRIGUES, L.S.; DUNDER, B.D. ZANIRATO, S.H. (2020). **Planejamento e sustentabilidade urbana**: uma análise do Plano de Ação da Macrometrópole Paulista. Revista Brasileira de Meio Ambiente. v.8, n.1.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (2000). **Sistema Nacional de Unidades de Conservação**. Brasília/DF.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (2002). **Política Nacional de Biodiversidade**. Brasília/DF.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2012). **Lei de Proteção da Vegetação Nativa**. Brasília/DF.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2016a). **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima – Volume I: Estratégia Geral.** Brasília/DF.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (2016b). **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima – Volume II: Estratégias Setoriais e Temáticas**. Brasília/DF.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (2021). **Política Nacional de Pagamento por Serviços Ambientais**. Brasília/DF.

CASH, D.W.; ADGER, W.N.; BERKES, F.; GARDEN, P.; LEBEL, L.; OLSSON, P.; PRITCHARD, L.; YOUNG, O. (2006). **Scale and Cross-Scale Dynamics**: Governance and Information in a Multilevel World. Ecol. Soc. 11, art8, doi:10.5751/ES-01759-110208.

COELHO, N.R.; GOMES, A.S.; CASSANO, C.R.; PRADO, R.B. (2021). Panorama das iniciativas de pagamentos por serviços ambientais hídricos no Brasil. **Eng Sanit Ambiental**. v.26 n.3. maio/jun. p.409-415.

DAILY, G.C.; ELLISON, K. (2002). **The new economy of nature**: the quest to make conservation profitable. Washington D.C, Island Press.

DI GIULIO, G.M. (2019). Como impulsionar ações que alinhem adaptação e sustentabilidade urbana nas cidades paulistas. In: Torres et al. (2019). **Governança e planejamento ambiental**: adaptação e políticas públicas na macrometrópole paulista. Editora Letra Capital. Rio de Janeiro. P.

IMF. **IMF and Good Governance**. https://www.imf.org/en/About/Factsheets/The-IMF-and-Good-Governance (Acessado Março 2021).

EMPLASA – EMPRESA PAULISTA DE PLANEJAMENTO METROPOLITANO (2015). **Plano de Ação da Macrometrópole Paulista 2013-2040** – Volume 2: uma visão da Macrometrópole (1a ed.). São Paulo: Secretaria da Casa Civil.

FOLKE, C. (2006). Resilience: The emergence of a perspective for social-ecological systems analyses. **Global Environmental Change**, 16(3), 253–267.https://doi.org/10.1016/j.gloenvcha.2006.04.002.https://drive.google.com/file/d/1crfpTFlLeVQPr3EGNDdolo59RC2gGkm8/view.

GONÇALVES, L.R.; OLIVEIRA, M.; TURRA, A. (2020a) **Assessing the Complexity of Social-Ecological Systems**: Taking Stock of the Cross-Scale Dependence. Sustain. p. 1-22.

GONÇALVES, L.R.; XAVIER, L.X.; TORRES, P.H.; ZIONI, S.; JACOBI, P.R.; TURRA, A. (2020b). O litoral da Macrometrópole: tão longe de Deus e tão perto do Diabo. **Desenvolv. e Meio Ambiente**. v. 54, p. 40–65, doi:10.5380/dma.v54i0.69275.

IGARI, A. T., PAVANELLI, J. M. M.; OLIVEIRA, C. E. DE; SINISGALLI, P. A. DE A. (2020). Mudanças institucionais e governança de serviços ecossistêmicos. **Diálogos Socioambientais**, 3(7), 9–11.

KAUFMANN, D.; KRAAY, A. (2007). **Governance Indicators**: Where Are We, Where Should We Be Going? Policy Research Working Papers: Policy Research Working Papers. Disponível em: <http://hdl.handle.net/10986/7588>.

KLEMZ, C. et al. (2017). **Guia para a formulação de políticas públicas estaduais e munici-pais de pagamento por serviços ambientais**. Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza (FGB) The Nature Conservancy do Brasil (TNC) Ministério do Meio Ambiente (MMA) Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH.

LAMARQUE, P., QUÉTIER, F., LAVOREL, S. (2011). The diversity of the ecosystem services concept and its implication for their assessment and management. **C. R Biologies**, 11, 791-804.

LE PRESTE, P. (2000). **Ecopolítica Internacional**. São Paulo, Editora SENAC.

LUTOSA, M.C. J.; CÁNEPA E. M.; YOUNG, C.E. (2010). **Política Ambiental**. In MAY, P.H. Economia do Meio Ambiente: teoria e prática. Rio de Janeiro: Elsevier.

KIESLICH, M.; SALLES, J. M. (2021). Implementation context and science-policy interfaces: Implications for the economic valuation of ecosystem services. **Ecological Economics**, 179(January 2020), 106857. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2020.106857

MCGINNIS, M. D.; ÖSTROM, E. (2014). Social-ecological system framework: Initial changes and continuing challenges. **Ecology and Society**, 19(2). https://doi.org/10.5751/ES-06387-190230.

MÉNARD, C.; SHIRLEY, M. M. (2008). **What is New Institutional Economics**? In: Ménard, C.; Shirley, M. M. (Ed.). Handbook of New Institutional Economics. 1a ed. Heidelberg: Springer. 1 p. 1–18.

MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT (MEA). (2005). **Ecosystems and Human Well-being**: Synthesis. Island Press, Washington, DC.

MORAN, E. F., ÖSTROM., E. (2009). **Ecossistemas Florestais**: Interação Homem-Ambiente (1st ed.). Edusp.

NORTH, D. (1990) **Institutions, Institutional Change and Economic Performance**. 1a ed. Washington: Cambridge University Press.

NORTH, D. C. (2008) **Institutions and the Performance of Economies over time**. In: Handbook of New Institutional Economics. Springer, p. 22–31.

ÖSTROM, E. (2005). **Understanding Institutional Diversity**. 1. ed. Princeton, New Jersey: Princeton University Press.

ÖSTROM, E. (2008). **Doing Institutional Analysis**: Digging Deeper than Markets and Hierarchies. In: Handbook of New Institutional Economics. 1o ed. Springer, p. 819–848.

PAAVOLA, J. (2006). Institutions and environmental governance: A reconceptualization. Ecological Economics, 63, 93–103. https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2006.09.026

PAVANELLI, J. M. M.; OLIVEIRA, C. E.; IGARI, A. T. (2021). **Expandindo as variáveis externas do IAD de Östrom**: como Análises Históricas Institucionais Contribuem com Problemas Ambientais Complexos. Anais do Seminário Interdisciplinar de Sustentabilidade: Agendas Locais e Globais da Sustentabilidade.

RODRIGUES, D. F. (2014). **A política brasileira de mudanças climáticas**: competição, cooperação e diversidade institucional. Fortaleza, Edições UFC.

RODRIGUES, E. A. et al. (2006). A Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo como marco para a gestão integrada da cidade, seus serviços ambientais e o bem-estar humano. **São Paulo em Perspectiva**, v. 20, n. 2, p. 71-89.

RODRIGUES, E. A. (2018). **Ecosystem Services and Human Well-Being in the São Paulo City Green Belt Biosphere Reserve** – Executive Summary. Instituto Florestal, 2018.

SÃO PAULO. SECRETARIA DE INFRAESTRUTURA E MEIO AMBIENTE, INSTITUTO FLORESTAL (2020). **Serviços Ecossistêmicos e Bem-estar Humano na Reserva da Biosfera do Cinturão Verde da Cidade de São Paulo**. São Paulo, Instituto Florestal.

TEEB. The Economics of Ecosystems & Biodiversit. http://teebweb.org. Acessado em: jul. 2021.

TORRES P. H. C.; JACOBI, P. R.; BARBI, F; GONÇALVES, L. R. (2020). **Adaptation and public policies in the São Paulo Macrometropolis**: A science-policy approach, 1st ed. São Paulo, IEE – USP.

TORRES, P. H. C.; RAMOS, R. F.; GONÇALVES, L. R. (2019). Conflitos ambientais na Macrometrópole Paulista: Paranapiacaba e São Sebastião. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo. Vol. 22. p 1-21.

TORRES, P. H. C.; LEONEL, A. L.; PIRES DE ARAÚJO, G.; JACOBI, P. R. (2020). Is the Brazilian national climate change adaptation plan addressing inequality? Climate and environmental justice in a global south perspective. **Environmental Justice**, 13(2), 42-46.

TRAVERS A.; ELRICK, C.; KAY, R. VESTERGAARD, O. (2012). Ecosystem-based Adaptation/ Guidance: Moving from Principles to Practices. United Nations Environment Programme April. UNEP.

XAVIER, L.Y.; GONÇALVES, L. R. (2019). **Ciência e Política: desafios e oportunidades para a gestão do território macrometropolitano**. In: Torres et al (2019). Governança e Planejamento Ambiental: adaptação e políticas públicas na macrometrópole paulista. Editora Letra Capital. Rio de Janeiro.

Parte VII
Aprendizagem Social no Projeto MacroAmb

Capítulo 25

Diálogo e aprendizagem social: Análise dos desafios para integrar diferentes saberes

Rafael de Araujo Arosa Monteiro, Renata Ferraz de Toledo, Luciana Yokoyama Xavier e Pedro Roberto Jacobi

Introdução

Inúmeros são os desafios socioambientais neste início do século XXI, bem como os possíveis caminhos inovadores para o seu enfrentamento. Dentre os possíveis caminhos, existe certo consenso sobre a necessidade de fontes de conhecimentos que ultrapassem as barreiras disciplinares e, até mesmo, os limites da ciência. Para os problemas complexos atuais, é necessário integrar disciplinas e diferentes fontes de conhecimento acadêmico e não acadêmico (FUNTOWICZ & RAVETZ, 1994). Nesse sentido, pesquisadores, gestores e a sociedade vêm buscando meios de trabalhar colaborativamente para avançar nessa integração.

No campo científico figura o Projeto Temático *Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à Variabilidade Climática* (MacroAmb), financiado pela FAPESP (Processo 2015/03804-9), com o propósito de contribuir para a inovação da governança ambiental na Macrometrópole Paulista. Para isso, agrega uma diversidade de pesquisadoras(es) de diferentes áreas do conhecimento, assumindo a intencionalidade por um processo de aprendizagem colaborativa, pautada pela teoria da Aprendizagem Social para a Sustentabilidade (AS), enquanto um caminho para fomentar uma forma inovadora de fazer pesquisa.

Tendo em vista tal pretensão do MacroAmb e os desafios e limitações que predominam até o momento da descoberta do novo em qualquer processo de inovação, pesquisas que busquem aprofundar o conhecimento a respeito de tais desafios se fazem necessárias. Com elas é possível ter maior clareza de limites não percebidos que obstaculizam o processo pretendido. Por isso, o presente estudo buscou evidenciar e discutir os

desafios de tal processo inovador de se fazer pesquisa à luz de um conceito importante para a AS: o diálogo. Para compreender sua relevância para o campo da AS apresentamos a seguir os princípios de tal aprendizagem e sua base dialógica.

Aprendizagem social para a sustentabilidade e sua base dialógica

No campo dos estudos e intervenções educadoras em prol da sustentabilidade vigoram inúmeras compreensões teóricas e práticas. Entre elas, está a Aprendizagem Social para a Sustentabilidade. Esta carece de um consenso conceitual e metodológico, existindo uma diversidade de concepções embasadas em diferentes teorias, as quais podem ser agrupadas em duas categorias: teorias da aprendizagem comunicativa e teorias da aprendizagem transformadora (MURO & JEFFREY, 2008).

Por conta de tal diversidade, ao se trabalhar com a AS é importante explicitar qual linha se está adotando. Neste capítulo assumimos a perspectiva transformadora. Com base na literatura (WALS et al., 2009; WALS, 2011; HARMONICOP, 2005; MURO, 2008; REED et al., 2010; SCHOLZ et al., 2014), é possível elencar algumas de suas características mais relevantes: a importância da diversidade; o reconhecimento da interdependência entre os atores; a confiança e coesão social; a responsabilização dos atores em manter o processo; a promoção de uma nova forma de pensar; a construção coletiva de significado, sem a necessidade de se chegar a consensos; o desenvolvimento de soluções possíveis para os problemas vividos; a concretização de mudanças cognitivas, relacionais e contextuais; o estabelecimento de acordos coletivos; e a construção e realização de ações colaborativas.

Tais características podem ser sintetizadas num processo complexo e cíclico, o qual, apenas para efeito de representação, enunciamos a partir de uma linearidade: um ou vários problemas do contexto em que se vive fomenta(m) a interação entre diferentes atores sociais, os quais realizam o exercício coletivo de reflexividade em torno de suas ideias e valores, gerando mudanças cognitivas e relacionais. Essas levam a negociações que se materializam em ação coletiva que, por sua vez, promovem novas mudanças cognitivas, relacionais e contextuais. Nesse processo, o grupo adquire novas habilidades interpessoais, reconhece a necessidade de

processos colaborativos e reflexivos, identifica e compreende outros problemas a serem enfrentados, renovando o ciclo.

Todo esse processo de aprendizagem social está assentado numa base dialógica (HARMONICOP, 2005; JACOBI et al., 2020). As ideias de destacados pensadores sobre o tema do diálogo, como David Bohm (2005; 2007) e Paulo Freire (1983; 2017), sustentam tais processos de aprendizagem. Os autores enfatizam a abertura e o respeito para ouvir quem pensa diferente; a possibilidade de poder expressar o que se acredita; a reflexão conjunta para a busca da criticidade e coerência do pensamento, a partir da suspensão dos pressupostos; a construção de confiança entre as pessoas; a transformação de ideias, relações e comportamentos fruto dos processos reflexivos; e a colaboração para materializar as ideias cocriadas.

Essa base dialógica tem sido evidenciada por alguns autores da AS. Monteiro (2009), ao discutir três dimensões que compreendem a construção conceitual da AS, aponta o diálogo na concepção de David Bohm como uma delas, uma vez que que estimula a criatividade e a interação de visões de mundo. No mesmo sentido, Selby (2009) propõe a utilização dos preceitos de diálogo de Bohm em processos de Aprendizagem Social, enunciando o termo Aprendizagem Social Dialógica. Souza, Wals e Jacobi (2019) apresentam, a partir de uma síntese das ideias de Paulo Freire e Humberto Maturana, três princípios-chave que podem orientar processos de aprendizagem social transformadora, figurando entre eles a interação dialógica em um clima de aceitação mútua, com base no diálogo proposto por Paulo Freire e, em menor medida, nas idéias de Bohm.

Ademais, algumas pesquisas aplicadas já foram realizadas com o intuito de averiguar a ocorrência e qualidade das relações interpessoais em processos de AS, com base na teoria do diálogo, atestando a importância de se aprofundar o conhecimento a respeito das interações conversacionais para a transformação cognitiva e relacional entre as pessoas envolvidas (BEERS et al., 2016; BENTLEY BRYMER et al., 2018; KERKHOF, 2006).

Teoria do diálogo

Assim como a AS, o diálogo possui uma diversidade de concepções, sendo necessário explicitar qual se está assumindo ao trabalhar com ele. O arcabouço teórico do diálogo que adotamos aqui se baseia nas ideias

de Monteiro (2018); Monteiro e Sorrentino (2019a; 2019b); Jacobi, Monteiro e Souza (2020); Monteiro e Ribeiro (2020); Monteiro (2020), desenvolvidas, essencialmente, a partir das ideias de Martin Buber, David Bohm, William Isaacs e Paulo Freire.

A partir das ideias de tais autores é possível depreender uma compreensão de diálogo ampliada, entendendo-o, como sugerem Jacobi, Monteiro e Souza (2020), enquanto uma forma particular de se relacionar com o outro, constituindo uma concepção de caráter ético-moral. Os princípios-base que subsidiam tal definição ampliada são: o reconhecimento de que somos seres constituídos a partir das relações que estabelecemos ao longo de nossas vidas; o reconhecimento de que estamos em um constante processo de devir, sendo seres incompletos e, portanto, com abertura para o novo; o reconhecimento de que cada um de nós possui uma trajetória de vida particular, mas inserida em determinado contexto histórico-cultural, que contribui para a diversidade de interpretações sobre a vida; e o reconhecimento de que a incerteza é algo intrínseco à existência, ao contrário do que a modernidade tem nos sugerido.

Tais princípios podem ser colocados em prática a partir de um ciclo reflexivo, como sugerem Monteiro e Sorrentino (2019a) e Monteiro (2020). O processo se inicia pela observação de uma situação ou pela escuta de algum depoimento. Fruto desse contato emergem emoções e sentimentos que podem auxiliar no processo de readmiração das crenças, dos valores e das ideias construídas e fortalecidas ao longo da vida do indivíduo. Por fim, devolve-se ao outro, por meio da fala (verbal e não-verbal) aquilo que foi sentido e pensado, possibilitando a ela/ele realizar o mesmo exercício. Assim, nutre-se o ciclo reflexivo de diálogo entre o eu e o outro, fomentando a compreensão e a conexão interpessoal.

Essas práticas estimulam a aproximação do eu com o outro que possui uma história, condições de vida e interpretações diferentes. Essa aproximação permite a emergência da criação de novos sentidos (BOHM, 2005) que, por sua vez, pode estimular a cocriação de ações (JACOBI et al., 2020). Monteiro e Ribeiro (2020), ao investigar um processo de formação dialógica desenvolvido com jovens de um coletivo ambientalista, verificaram a ocorrência de tal alternância entre um ciclo de reflexão, caracterizado pelo exercício da readmiração, e outro de ação, construída com base nos preceitos do diálogo, como sugere Freire (2017).

Dessa forma, podemos sintetizar o processo de diálogo da seguinte maneira: promove-se encontros em que se realizam as práticas dialógicas – ouvir, identificar emoções e sentimentos, readmirar e falar. Tais práticas fomentam a cocriação de novos sentidos, promovendo mudanças cognitivas e relacionais, a partir da ressignificação de ideias e comportamentos que, por sua vez, possibilitam a emergência de ações colaborativas em prol de transformações da realidade.

Metodologia

Adotamos uma abordagem qualitativa de pesquisa (CRESWELL, 2014), tendo como inspiração epistemológica o estudo de caso (BECKER, 1994). Como evidenciado na introdução, o caso em questão é o próprio Projeto Temático *Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à Variabilidade Climática*, com período de vigência de 2017 a 2022, o qual agrega cerca de 100 pesquisadores de diversas áreas do conhecimento divididos em cinco grupos de trabalho: 1) governança de saneamento ambiental e análises de vulnerabilidades na Macrometrópole Paulista; 2) territorialidades, espacialidades e inovação na governança ambiental; 3) a abordagem dos serviços ecossistêmicos na dinâmica da governança ambiental; 4) a governança das questões energéticas no contexto da Macrometrópole Paulista; 5) evolução da urbanização da cidade de São Paulo e seu impacto nos padrões atmosféricos da região: simulações numéricas do clima presente e futuro (INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE, s/d).

Para estimular a aprendizagem social entre os pesquisadores dos cinco grupos foram realizadas duas oficinas participativas. A primeira, em 21 de setembro de 2018, se deu com o objetivo de estimular o planejamento colaborativo das pesquisas e seus desdobramentos para a sociedade, utilizando para isso o Modelo Conceitual *Community Based Participatory Research* – CBPR (WALLERSTEIN et al., 2017) num encontro de quatro horas de duração que contou com a presença de vinte e duas pessoas.

A segunda, ocorrida em 30 de maio de 2019, teve como objetivo identificar e problematizar os principais desafios para a vivência da aprendizagem social entre os pesquisadores do Projeto Temático. Para isso, a oficina foi conduzida a partir das etapas do Itinerário de Pesquisa de Paulo Freire – Círculos de Cultura, com duração de quatro horas e contando com a participação de vinte pessoas.

Para o cumprimento do objetivo proposto neste capítulo buscamos analisar os desafios para o diálogo a partir das duas oficinas de AS supracitadas. Assim, para a coleta de dados utilizamos a observação direta (MARCONI; LAKATOS, 2003), uma vez que estivemos envolvidos na facilitação de tais oficinas, e as anotações realizadas no caderno de campo, a partir das quais é possível ter acesso à descrição metodológica e resultados atingidos. Ademais, consideramos também os dados coletados com um questionário (MARCONI; LAKATOS, 2003), aplicado dez meses após a segunda oficina, com o objetivo de apurar a percepção dos integrantes do Projeto Temático sobre a ocorrência da AS interna e externamente (com atores sociais que não atuam como pesquisadores do projeto).

Para a análise dos dados aplicamos um quadro analítico, construído previamente a partir dos aspectos teóricos do diálogo supracitados, com base em duas categorias de análise e respectivas perguntas-indicadoras (ver Quadro 1). Apoiados nelas, buscamos identificar indícios da presença dos princípios e práticas dialógicas a partir dos resultados das duas oficinas e do questionário.

Resultados e discussão

Condições estruturais para a emergência e manutenção do diálogo

A partir das análises das duas oficinas é possível tecer algumas considerações com base nas condições estruturais necessárias para a emergência do diálogo, como sugerem Bohm (2005), Isaacs (1999) e Freire (2017).

Em relação ao número de pessoas envolvidas nas oficinas é possível observar que se encontra dentro do intervalo ideal sugerido por Bohm (2005), de vinte a quarenta pessoas, o qual visa facilitar a construção de um microcosmo cultural que possibilita o encontro de perspectivas diversas para o diálogo. Por outro lado, tal número não garantiu a presença representativa dos cinco grupos, já que na oficina 1 não havia pesquisadores do Grupo 5 e na oficina 2 não havia integrantes dos Grupos 3, 4 e 5.

Sobre a frequência dos encontros podemos afirmar ser bastante baixa. Transcorreram oito meses entre um encontro e outro, de forma que podemos inferir que as oficinas foram encontros pontuais, sem a perspectiva de uma continuidade necessária para a emergência do diálogo com encontros semanais ou quinzenais (BOHM, 2005).

Quadro 1 Categorias de análise e perguntas-indicadoras.

Estrutural	Compreensiva-colaborativa
Há participação de número suficiente de pessoas para a emergência do diálogo (20-40 pessoas)?	Há indícios de respeito, humildade e curiosidade para o diferente?
O local possui boa acústica e baixa distração?	Todos podem se expressar livremente, dizendo aquilo que faz sentido para si?
A frequência dos encontros permite a manutenção do diálogo ao longo do tempo?	Há indícios de uma escuta horizontalizada?
A disposição espacial dos participantes fomenta o diálogo?	Busca-se compreender por que o outro pensa como pensa, readmirando as próprias ideias?
A liderança fomenta a construção de um ambiente seguro e de confiança?	Há indícios da não imposição de ideias e/ou ações?
Há indícios de transformação estrutural interna fruto dos processos vividos?	Permite-se a emergência e enfrentamento de conflitos?
	Há aprendizagem sobre si, sobre o outro e/ou sobre o mundo?
	Há transformação de comportamentos e/ou relações?
	Há ações colaborativas entre os Grupos?

Fonte: Própria, inspirada em Monteiro (2018); Monteiro e Sorrentino (2019a; 2019b); Jacobi, Monteiro e Souza (2020); Monteiro e Ribeiro (2020); Monteiro (2020); Bohm (2005); Isaacs (1999); Freire (2017).

Quanto à disposição dos participantes durante as oficinas foi possível perceber momentos em que os pesquisadores estavam dispostos em formato circular, arranjo geométrico que estimula a horizontalidade necessária para o diálogo (BOHM, 2005; FREIRE, 2017).

A respeito dos locais em que as oficinas ocorreram – Centro de Convivência do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo – IEE/USP (Oficina 1) e uma sala de aula da Faculdade de Saúde Pública da USP (Oficina 2), ambos possuíam boa acústica e baixa distração, possibilitando a atenção dos participantes no encontro.

Por fim, as oficinas contaram com a presença de uma liderança facilitadora, responsável pela articulação e estímulo dos processos dialógicos, o que vai ao encontro do que sugerem Bohm (2005) e Isaacs (1999) a respeito da relevância da liderança em processos de diálogo. Tal liderança deve exercer um papel de facilitação inicial, fomentando os encontros e os princípios dialógicos e ir se auto anulando com o passar do tempo (BOHM, 2005; ISAACS, 1999), à medida que os participantes forem se apropriando do processo. No entanto, ao longo do projeto, o papel de liderança parece não ter existido no período entre oficinas, nem após suas realizações, haja vista a inexistência de encontros coletivos em tais períodos nos mesmos moldes. Esse vácuo foi listado como um desafio para a continuidade das interações por alguns pesquisadores em suas respostas ao questionário.

Soma-se a isso outro desafio a ser vencido: o compartilhamento de poder, em especial por aqueles em posições hierárquicas mais altas, dando "mais poder de voz a pesquisadores novos e aos menos 'consolidados', já que o poder de fala se mantém costumeiramente com os pesquisadores de longa data, o que inibe a capacidade de inovação do pensamento formado no grupo, que segue enrijecido" (P6),[1] bem como a própria emergência do diálogo, como sugere Bohm (2005) e Isaacs (1999).

Condições para o estímulo da compreensão dialógica e ações colaborativas

Sobre essa categoria de análise foi possível identificar a presença de dois aspectos de grande importância para a emergência do diálogo. O primeiro é a *vontade em dialogar*, uma vez que "para ocorrer a aprendizagem os indivíduos precisam estar abertos a aprender e compartilhar" (P12). Tal vontade se apresenta na enunciação da intencionalidade compartilhada pelos pesquisadores participantes da primeira oficina, ao mencionarem como resultado esperado do Projeto Temático, "a construção da pesquisa em conjunto com a sociedade. Extrapolar a multidisciplinaridade para atingir a interdisciplinaridade (entre pesquisadores de diversas formações) e a transdisciplinaridade no diálogo com a sociedade." Comple-

1. Para preservar a identidade dos pesquisadores que responderam ao questionário cada um foi designado pela letra "P" seguida de um número (ex.: P10).

mentam reconhecendo a relevância do "diálogo permanente 'dentro e fora dos projetos', entre os pesquisadores do grupo e os diversos atores sociais que participam do processo".

Sobre isso, podemos dizer que a construção conjunta de pesquisa suscita o desejo de aproximação entre academia e sociedade, como sugerem Funtowicz e Ravetz (1993). Tal aproximação pode ser interpretada como um importante indício de abertura ao diálogo e à aprendizagem social, por parte dos pesquisadores, com as pessoas da comunidade em que estão inseridos e que produzem conhecimento a respeito, uma vez que suscita o encontro de diferentes visões de mundo. Isso se reforça ao enunciar a inter e transdisciplinaridade como aspectos a serem alcançados, de forma que a primeira pode ser entendida enquanto um caminho para a promoção do diálogo entre pesquisadores de diferentes áreas e a segunda um caminho para a promoção do diálogo entre eles e a sociedade.

O segundo aspecto é a *esperança* de que o diálogo com o outro é possível e de que o Projeto Temático abriga condições para seu estímulo, o qual pode ser inferido a partir da percepção dos pesquisadores, presentes na primeira oficina, de que o Projeto Temático é "propício à aprendizagem social entre pesquisadores de diferentes áreas e com experiências diversas e pela própria integração de temas específicos a serem estudados pelos grupos".

No entanto, tal *diversidade de áreas e saberes*, percebida como uma potencialidade para a AS, parece ter sido ressignificada como um desafio após oito meses durante a segunda oficina. Em hipótese, sustentamos que o desafio não é a diversidade em si, a qual é condição essencial para o diálogo e para a aprendizagem social, mas a dificuldade em lidar com ela, de compreender as diferentes visões e, portanto, de colocar em prática uma forma dialógica de relação (BUBER, 1979, 2014; FREIRE, 1983, 2017; JACOBI et al., 2020).

Isso parece se confirmar com o desafio da *tradução entre disciplinas* enunciado pelos pesquisadores, o qual pode indicar uma dificuldade em compreender os significados por trás dos diferentes conceitos e métodos utilizados pelos diversos grupos, com sentidos provenientes de áreas distintas do conhecimento. De fato, diferença de linguagem entre disciplinas (i.e., na definição e entendimento de termos e conceitos) é um desafio para integração entre pesquisadores de diferentes disciplinas e entre eles e a sociedade (KLUGER et al., 2021).

Somam-se a isso, *posturas individuais* caracterizadas por hábitos culturais antidialógicos, como a presença de visões fechadas para o novo, o que indica a aderência às próprias crenças, valores e ideias (BOHM, 1980, 2005, 2007); a priorização dos trabalhos individuais, frente ao coletivo, indício do valor moderno individualista (SANTOS, 2008; HARARI, 2018); e a compreensão de que algumas ciências são consideradas mais científicas do que outras, indicando a hierarquização dos saberes (SANTOS, 2007) e obstaculizando o diálogo pela falta de uma postura de humildade, como sugere Freire (2017).

Todos esses desafios, quando não enfrentados, fomentam o distanciamento entre os diferentes, reforçando a fragmentação e o isolamento entre os grupos (Gs) do Projeto. Como resultado surgem problemas na comunicação interna, evidenciados pelo *desconhecimento a respeito dos projetos de extensão no MacroAmb*, afirmados pelos pesquisadores na segunda oficina, o que leva a criação de um ciclo vicioso da antidialogicidade (MONTEIRO & SORRENTINO, 2019a).

Outro desafio encontrado para tal categoria foi a existência de uma *diversidade interpretativa sobre a ocorrência da AS* dentro do Projeto, a qual pode ser fruto de diferentes compreensões conceituais, incluindo interpretações desconexas entre diálogo e AS. Um depoimento que chama a atenção nesse sentido é o do P8 quando afirma crer "que as dinâmicas de aprendizagem social estão presentes essencialmente entre e dentro dos subgrupos do projeto. O diálogo entre pesquisadores e estudantes entre os subgrupos de trabalho considero inexistente" (P8). Aqui o entendimento da relação entre aprendizagem social e diálogo é fragmentado, desconhecendo a relação intrínseca existente entre eles, como sugerimos anteriormente.

Por fim, destacamos o desafio da *separação de "mundos" entre academia e sociedade civil*, posto pelos pesquisadores enquanto um desafio de linguagem, o que nos permite inferir que a separação mencionada é fruto desse aspecto. O diálogo exige o compartilhamento de uma base sígnica comum (BOHM, 2007), ou seja, de palavras com significados compartilhados. Sem isso o diálogo fica impedido, uma vez que não há entendimento. O que se ouve são sons desprovidos de sentidos, assim como acontece quando ouvimos alguém falar uma língua que desconhecemos.

Assim, é possível afirmar que o compartilhamento de uma base sígnica é um desafio presente dentro do Projeto entre os pesquisadores de diferentes áreas e entre os pesquisadores e atores externos, o que obstaculiza a possibilidade de compreensão e de superação da separação de mundos, gerando como consequências a falta de relações com movimentos sociais e demais atores fora da academia e o desconhecimento da sensibilidade de setores da sociedade ao conhecimento produzido na academia.

Apesar do cenário desafiador constituído, foi possível identificar nas visões de alguns pesquisadores aspectos essenciais para a busca da coerência dialógica, os quais podem estimular a emergência e manutenção de processos de aprendizagem social.

Entre os aspectos essenciais identificados figura a importância do *reconhecimento da fragmentação* existente entre os pesquisadores, reconhecida pelo P20 ao afirmar que "ainda existe uma certa segmentação entre os grupos, que seria desejável que seja revista, até para viabilizar ações conjuntas e produções conjuntas que foquem nas interrelações entre os grupos e suas pesquisas". Tal fragmentação persiste apesar das publicações coletivas, como evidenciado pelo P13: "mesmo as experiências de artigos/livros em conjunto não superam certa compartimentalização e desarticulação dos saberes".

Como consequência, instaura-se um cenário de inexistência de uma compreensão coletiva e compartilhada sobre a AS, como evidenciado pela diversidade interpretativa supracitada e pelo P13:

> a CPN [Ciência Pós-Normal] e AS não fazem parte de todas as pesquisas e trabalhos dos alunos, pesquisadores e grupos de pesquisa (o que não foi colocado como "pré-requisito" e complica sua realização). Para avançar nesse sentido, seriam necessários espaços-tempo de formação sobre esses referenciais para que todos do temático considerassem a perspectiva participativa e dialogada/dialógica e se posicionassem dentro desse espectro (P13).

Outros aspectos essenciais são o *reconhecimento e possível ressignificação da produtividade*, caracterizada pela pressão em produzir e cumprir as metas do cronograma, o que contribui para a obstaculização do

diálogo, como sugerem Luca e Andrade (2013). De acordo com o P20 "parece [...] que estamos sob uma permanente pressão e expectativa de aumentar a produtividade, o que favorece antes o trabalho mais individualizado ou em pequenos grupos, em detrimento de uma cooperação mais ampla entre os grupos" (P20). Em complemento, o P4 reforça a importância de "compreender que todos nós temos agendas bem cheias, inclusive dentro do contexto da participação dos Gs e de elaboração de nossas pesquisas e produtos (artigos, trabalhos para eventos científicos etc.)" (P4). A produção colaborativa entre diferentes disciplinas e áreas do saber demanda maior investimento de tempo e dedicação dos envolvidos (KLUGER & BARTZKE, 2020) e, em um mesmo período de tempo, gera menos publicações comparativamente a produções disciplinares (LEAHEY et al., 2017), e um contexto em que predomina a pressão por produção é prejudicial para tal colaboração.

Implicações para a aprendizagem social

Com as análises apresentadas anteriormente é possível afirmar haver uma distância entre a intencionalidade para o diálogo e Aprendizagem Social e sua materialização dentro do Projeto Temático, configurando um cenário de incipiência dialógica. Ao confrontarmos tal incipiência com a bibliografia do diálogo e da AS, é possível verificar certa convergência. Tais desafios não se apresentam como algo surpreendente, uma vez que, como sugerem Monteiro e Sorrentino (2019a), estamos todos imersos numa cultura predominantemente antidialógica, de forma que temos os valores do não diálogo fortemente arraigados em nós.

Apesar disso, a identificação aprofundada dos desafios para a ocorrência do diálogo se faz relevante no contexto específico da AS, uma vez que figura no campo a incipiência de pesquisas aplicadas que nos permitam a compreensão aprofundada de interações dialógicas para estimular processos de AS (BENTLEY BRYMER et al., 2018; BEERS et al., 2016; SCHWARZIN, 2011), havendo a necessidade de mais pesquisas sobre métodos estimuladores de diálogo e aprendizagens promotoras da transição para a sustentabilidade (KERKHOF, 2006).

Assim, os resultados aqui apresentados e discutidos não devem ser entendidos como uma denúncia culpabilizadora, mas como um avanço do reconhecimento dos diversos limites existentes dentro da iniciativa esti-

mulando a percepção da incoerência entre intenção e ação, como sugere Bohm (2007), o que permitirá ao Projeto atingir a inovação que deseja viver e promover uma forma dialógica de governança.

Considerações finais

Buscamos identificar neste capítulo os desafios para a emergência e manutenção do diálogo, entendido enquanto base para os processos de aprendizagem social, no contexto do Projeto Temático *Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à Variabilidade Climática*. Entre eles estão: o caráter pontual das atividades de AS; a atuação pontual de uma liderança facilitadora, limitada aos momentos de oficinas; o compartilhamento de poder; a diversidade de áreas e saberes; a tradução entre disciplinas; as posturas individuais; a diversidade interpretativa sobre a ocorrência da AS; a separação de "mundos" entre academia e sociedade civil; o reconhecimento da fragmentação; e o reconhecimento e possível ressignificação da produtividade.

Tais desafios, quando confrontados pela presença de duas importantes condições para o diálogo – a vontade em realizá-lo e a esperança de sua possibilidade, configuram um cenário de incipiência dialógica. No entanto, reforçamos que tal cenário condiz com os percalços de um processo de inovação, assim como o Projeto Temático se propõe a realizar.

Vale dizer que o percurso de trabalho dentro do Temático continuou para além do recorte temporal realizado neste capítulo, contando inclusive com a realização de uma pesquisa aplicada para investigar um método de fomento ao aprendizado do diálogo. A Aprendizagem Social é um processo contínuo, cujos frutos serão percebidos em médio e longo prazos. Portanto, os resultados apresentados e discutidos aqui representam um capítulo da história do Projeto, sendo necessárias futuras análises que considerem aspectos complementares.

Além disso, destacamos que a relevância dos achados neste capítulo diz respeito, em primeiro lugar, a realização da identificação dos desafios para a ocorrência do diálogo e AS, haja vista a incipiência de literatura que trate de indicadores (no nosso caso perguntas-indicadoras) que permitam a verificação da ocorrência (ou não) dos princípios e práticas dialógicas dentro e entre grupos.

Outra contribuição importante, relacionada à anterior, é que tais desafios não parecem ser exclusivos do MacroAmb, sendo possível perceber que alguns deles são comuns a grupos de pesquisa que visam trabalhar juntos, assumindo os princípios da inter e transdisciplinaridade. Sendo assim, os resultados aqui encontrados podem auxiliar outros grupos de pesquisa a realizarem uma autoanálise para diagnosticar o nível de diálogo que estão conseguindo imprimir em suas interações e, assim, vivenciar uma aprendizagem colaborativa, tal como previsto pela teoria da Aprendizagem Social para a Sustentabilidade.

Por fim, algumas recomendações podem auxiliar no processo de intensificação do diálogo dentro de grupos que pretendam trabalhar com os princípios da AS, tal como o MacroAmb. Em primeiro lugar é bastante importante haver uma compreensão comum a respeito do que é diálogo e aprendizagem social. Do contrário, haverá diferentes interpretações sobre aquilo que se experiencia. Outro ponto é a experimentação e aprendizado de métodos que permitam o salto quali-quantitativo das interações dialógicas entre as pessoas integrantes do grupo. Um terceiro aspecto é o cuidado com a frequência entre encontros dialógicos de AS, reconhecendo a importância de realizá-los periodicamente (a cada quinze dias ou uma vez por mês) para que o grupo possa criar e manter a sinergia e clima dialógicos. Aliado a isso, é relevante a definição de uma figura de liderança, a qual pode ser compartilhada por mais de uma pessoa, com a responsabilidade de cuidar dessa periodicidade dos encontros e nutrir durante eles o exercício dos princípios e práticas dialógicas. Outro ponto bastante delicado e complexo é o cuidado com o estabelecimento de prazos de entrega de produtos (artigos, dissertações, teses etc.). O tempo pode ser um importante obstáculo para o diálogo. Por isso, é interessante a transformação do tempo acordado com os financiadores, de forma que estes, se realmente querem incentivar pesquisas inovadoras, devem reavaliar os prazos que estipulam, bem como a forma de avaliar que, de maneira geral, foca no produto final e não no processo dessas pesquisas. Por fim, é relevante a realização de avaliação periódica para averiguar os avanços e desafios encontrados, buscando acertar o rumo daquilo que não está atingindo o esperado e fortalecendo o que está dando certo.

Agradecimentos – Agradecemos o apoio da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) (Projeto Temático: 2015/03804-9 e bolsa LYX: 2017/21797-5) e da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (bolsa RAAM: 88887.354687/2019-00).

Referências

BECKER, H. S. **Métodos de pesquisa em ciências sociais**. 2ª ed. São Paulo: HUCITEC, 1994.

BENTLEY BRYMER, A. L.; WULFHORST, J. D.; BRUNSON, M. W. Analyzing stakeholders' workshop dialogue for evidence of social learning. **Ecology and Society**, v. 23, n. 1, 2018.

BEERS, P. J.; MIERLO, B.; HOES, A. C. Toward an Integrative Perspective on Social Learning in System Innovation Initiatives. **Ecology and Society**, v. 21, n. 1, 2016.

BOHM, D. **A totalidade e a ordem implicada**. São Paulo: Cultrix, 1980.

BOHM, D. **Diálogo**: comunicação e redes de convivência. São Paulo: Palas Athena, 2005.

BOHM, D. **O pensamento como um sistema**. São Paulo: Madras, 2007.

BUBER, M. **Eu e Tu**. 2ª ed. São Paulo: Cortez & Moraes, 1979.

BUBER, M. **Do diálogo e do dialógico**. São Paulo: Perspectiva, 2014.

CRESWELL, J. W. **Investigação qualitativa e projeto de pesquisa**: escolhendo entre cinco abordagens. 3. ed. Porto Alegre: Penso, 2014.

FREIRE, P. **Extensão ou comunicação?** 8ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 1983.

FREIRE, P. **Pedagogia do oprimido**. 64ª ed. Rio de Janeiro: Paz e Terra, 2017.

FUNTOWICZ, S. O.; RAVETZ, J. R. Science for the Post-Normal Age. **FUTURES**, Oxford-UK, v. 25, n. 7, p. 739-755, 1993.

FUNTOWICZ, S. O.; RAVETZ, J. R. Uncertainty, complexity and post-normal science. **Environmental Toxicology and Chemistry**, v. 13, n. 12, p. 1881–1885, 1994.

HARARI, Y. N. **Sapiens**: uma breve história da humanidade. Tradução Janaína Marcoantonio. Porto Alegre, RS: L&PM, 2018.

HAMONICOP. **Learning together to manage together** – improving participation in water management. University of Osnabruck: Osnabruck, Germany, 2005.

INSTITUTO DE ENERGIA E AMBIENTE. **Proposta de projeto temático de pesquisa**: Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática. s/d.

ISAACS, W. **Dialogue and the art of thinking together**: a pioneering approach to communicating in business and in life. New York: Doubleday, 1999.

JACOBI, P. R.; MONTEIRO, R. A. A.; SOUSA, D. T. P. Caminhos para uma nova ética em tempos pós COVID-19: o desafio de ampliar diálogos e aprendizagem social. In: SOBRINHO, L. L. P.; CALGARO, C.; ROCHA, L. S. **COVID-19**: Direitos Humanos e Educação. Itajaí: UNIVALI, 2020, pp. 287-303.

KERKHOF, M. A dialogue approach to enhance learning for sustainability—A Dutch experiment with two participatory methods in the field of climate change. **The Integrated Assessment Journal**, v. 6, n. 4, pp. 7-34, 2006.

KLUGER, M. O.; BARTZKE, G. A practical guideline on how to tackle interdisciplinarity—A synthesis from a post-graduate group project. **Humanities and Social Sciences Communications**, v. 7, n. 1, p. 1-11, 2020.

LEAHEY, E.; BECKMAN, C. M.; STANKO, T. L. Prominent but Less Productive: The Impact of Interdisciplinarity on Scientists' Research. **Administrative Science Quarterly**, v. 62, n. 1, p. 105-139, 2017.

LÉTOURNEAU, A. Some challenges of interdisciplinarity. **Language and Dialogue**, v. 11, n. 1, p. 107-124, 2021.

LUCA, A. Q.; ANDRADE, D. F. O 'diálogo' como objeto de pesquisa na educação ambiental. In: GUNTZEL-RISSATO, C. et al. (Org.) **Educação ambiental e políticas públicas**: conceitos, fundamentos e vivências. Curitiba: Appris, 2013, pp. 119-129.

MARCONI, M. A.; LAKATOS, E. V. **Fundamentos de metodologia científica**. 5ª ed. São Paulo: Atlas, 2003.

MONTEIRO, F. Aprendizagem social e educação para a sustentabilidade. In.: MONTEIRO, F.; FERNANDES, M. L. B.; JACOBI, P. R. **Educação e Sustentabilidade**: caminhos e práticas para uma educação transformadora. São Paulo: Evoluir Cultural, 2009, pp.27-65.

MONTEIRO, R. A. A. **O diálogo em processos de educação ambiental**: análise das relações existentes entre uma ONG e pescadores artesanais marítimos do litoral paulista. 2018. 131f. Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) – Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018.

MONTEIRO, R. A. A. **Práticas do diálogo em tempos de isolamento e crise**. 2020. Disponível em: https://rafaelmonteirodialogo.files.wordpress.com/2020/04/praticas_do_dialogo.pdf Acesso em: 15 set. 2020.

MONTEIRO, R. A. A.; RIBEIRO, V. V. Diálogo e formação de jovens ambientalistas: uma experiência do Coletivo Jovem Albatroz. In: MONTEIRO, R. A. A.; SORRENTINO, M.; JACOBI, P. R. **Diálogo e Transição Educadora para Sociedades Sustentáveis**. São Paulo: IEE-USP : Editora Na Raiz, 2020, pp. 222-234.

MONTEIRO, R. A. A.; SORRENTINO, M. Dialogue and Environmental Education: Conflicts Between Marine Conservation and Fishing. **Journal of Dialogue Studies**, London-UK, edição especial, v. 7, pp. 139-161, 2019b.

MONTEIRO, R. A. A.; SORRENTINO, M. O Diálogo na Educação Ambiental: uma Síntese A Partir de Martin Buber, David Bohm, William Isaacs e Paulo Freire. **Pesquisa em Educação Ambiental**, São Carlos-SP/Rio Claro-SP/ Ribeirão Preto-SP, v. 14, n. 1, pp. 10-31, 2019a.

MURO, M.; JEFFREY, P. A critical review of the theory and application of social learning in participatory natural resource management processes. **Journal of Environmental Planning and Management**. London-UK, v. 51, n. 3, pp. 325–344, 2008.

MURO, M. **The role of social learning in participatory planning & management on water resoucers**. PhD Thesis. Cranfield University, 2008.

REED, M. S.; EVELY, A. C.; CUNDILL, G.; FAZEY, I.; GLASS, J.; LAING, A.; NEWIG, J.; PARRISH, B.; PRELL, C.; RAYMOND, C.; STRINGER, L. C. What is social learning? **Ecology and Society**, v. XX, n. YY, 2010.

SANTOS, B. S. Para além do pensamento abissal: das linhas globais a uma ecologia de saberes. **Novos Estudos CEBRAP**, 79, 2007. pp. 71-94. Disponível em: https://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-33002007000300004

SANTOS, B. S. **Um discurso sobre as ciências**. 5ª ed. São Paulo: Cortez, 2008.

SCHOLZ, G.; DEWULF, A.; PAHL-WOSTL, C. An Analytical Framework of Social Learning Facilitated by Participatory Methods. **Syst Pract Action Res**, v. 27, pp. 575–591, 2014.

SCHWARZIN, L. **Dialogic interaction for sustainability**: Exploring Complexities and Factors that Shape Interactive Processes. Dissertação (Mestrado) – Wageningen University, the Netherlands, 2011.

SELBY, D. Reaching into the holomovement: a Bohmian perspective on social learning for sustainability. In.: WALS, A. E. J. **Social learning towards a sustainable world**: principles, perspectives, and práxis. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2009, pp. 165-180.

SOUZA, D. T. P.; WALS, A. E. J.; JACOBI, P. R. Learning-based transformations towards sustainability: a relational approach based on Humberto Maturana and Paulo Freire, **Environmental Education Research**, London-UK, pp. 1-15, 2019.

WALLERSTEIN, N.; DURAN, B.; OETZEL, J.; MINKLER, M. (Eds.). **Community based participatory research for health**: advancing social and health equity. 3rd ed. San Francisco, CA: Wiley and Sons, 2017.

WALS, A. E. J.; HOEVEN, N.; BLANKEN, H. **The acoustics of social learning**: Design learning processes that contribute to a more sustainable world. The Netherlands: Wageningen Academic Publishers, 2009.

WALS, A. E. J. Learning Our Way to Sustainability. **Journal of Education for Sustainable Development**, New Delhi-IN, v. 5, n. 2, 2011, p. 177–186.

Síntese e palavras finais do livro

Pedro Roberto Jacobi, Alexander Turra, Célio Bermann, Edmilson Dias de Freitas, Klaus Frey, Leandro Giatti, Luciana Travassos, Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli, Sandra Momm e Silvia Zanirato

Ao discutir as múltiplas escalas, níveis, conexões e interdependências fica evidente a relevância do território macrometropolitano (MMP) como espaço de conflitos e de coalizões, como fórum de debates relevantes de inovação das práticas de governança ambiental, sobretudo considerando a participação, efetiva ou não, dos diferentes atores nas tomadas de decisões políticas.

Se de um lado o futuro da Macrometrópole Paulista (MMP) como unidade de planejamento é incerto com a extinção da EMPLASA - já o era, mesmo com a autarquia - as pesquisas desenvolvidas no projeto revelam um território bastante heterogêneo, com situações de desigualdades e vulnerabilidades socioeconômicas e ambientais consideráveis. A transição para um sistema resiliente de governança ambiental da MMP depende de abordagens inovadoras e dinâmicas que reforcem a conectividade e interatividade entre múltiplos atores de diversos níveis e escalas. Há que se considerar as incertezas e complexidades como atributos em tempos de crise ambiental e climática, superando assim as tradicionais barreiras dos atuais arranjos institucionais e padrões de governança pouco transparentes e participativos. Além disso, a problemática da segurança hídrica adquire relevância, e a ênfase nas relações hidrossociais, ou uma abordagem de territórios hidrossociais, configura uma ampliação das escalas a serem ativadas e construídas para garantir a redução de riscos para a população, principalmente. Destacam-se dois temas, a necessidade de promover a governança em múltiplos níveis e escalas e a importância de entender o nexo urbano em torno da água, energia e alimentação, das dinâmicas territoriais e dos serviços ecossistêmicos, de forma crítica para

compreender as relações que extrapolam limites territoriais e transversalizam setores distintos.

A pesquisa explicita a desarticulação e a precária visão de sustentabilidade de estruturas político-institucionais fragmentadas envolvendo um conjunto de agências públicas. Essa falta de concertação é observada nas diversas escalas e territórios, resultado da ação de atores com poder que privilegiam, nos processos de planejamento e nas políticas públicas, interesses econômicos particulares e/ou setoriais em detrimento dos interesses comuns e ambientais. O reconhecimento da importância de compreender e mobilizar a territorialidade da MMP como objeto de planejamento e de governança, sobrevivendo ou não ao fim da EMPLASA, apoia-se em pesquisas de diferentes âmbitos. Como aquelas que enfatizam a necessidade de revisão das lógicas economicistas e expansionistas prevalecentes pela compreensão da diversidade e pluralidade do espaço, enquanto campo de conhecimento e práticas, cada vez mais afetado pelas mudanças climáticas e os processos associados ao modelo predatório de desenvolvimento capitalista em seu estágio neoliberal.

O projeto MacroAmb vem propondo abordagens que discutem o próprio conceito de sustentabilidade, hoje amplamente capturado pelo sistema econômico hegemônico. Assim, revisita-se o debate já clássico de justiça ambiental e os mais emergentes sobre transições e suas diferentes perspectivas: energética, agroecológica, sociotécnica e política, bem como seus instrumentos numa dinâmica multiescalar, na qual se verifica que frequentemente a lógica prevalecente acaba reforçando as centralidades e exclusões já existentes na MMP. A centralização do processo de tomada de decisão, particularmente acentuada em tempos de crise, como evidenciado no caso da crise da água em São Paulo, tende a excluir e prejudicar sobremaneira as periferias, reforçando as desigualdades territoriais. Além disso, verifica-se uma insuficiente integração dos mapeamentos de risco geotécnico nos planos diretores municipais, com pouca representatividade e efetividade de processos participativos na definição de prioridades na gestão de riscos e desastres. Há também a falta de diálogo entre as instituições técnicas e políticas. Isto têm dificultado avançar com a adaptação aos riscos relacionados às mudanças climáticas em nível local e regional.

Os caminhos que apontam para mudanças que promovam mais resiliência nas cidades passam por processos e estratégias flexíveis e não

lineares. Para além do planejamento abrangente e integrado, projetos piloto e intervenções pontuais podem inspirar e pressionar por mudanças importantes na busca de práticas emergentes e possíveis soluções favoráveis à redução de riscos sistêmicos. Ao ampliar a rede de atores envolvidos nos processos de governança ambiental e de riscos - parcelas consideráveis da população, que majoritariamente vivem em áreas urbanas e periurbanas são mais afetadas pelos efeitos locais do aquecimento global, deveria ocorrer um processo de mobilização estimulando uma ampla participação da sociedade nos sistemas formais de planejamento e gestão urbanas. Para se ter uma transição sustentável há a necessidade premente da população se sentir parte deste processo.

Outro aspecto que a pesquisa apresenta é a importância de olhar para os pequenos municípios, que têm importante potencial ecossistêmico. Estes territórios demandam apoio para a conservação de suas áreas protegidas e o desenvolvimento das estruturas econômicas locais. Deve-se levar em consideração a necessidade de reduzir as vulnerabilidades e melhor preparar as localidades para os eventos decorrentes das mudanças climáticas.

Os resultados sinalizam para o aumento na formação das ilhas de calor, em virtude da forma como o processo de urbanização tem ocorrido, contribuindo para o aumento de eventos extremos, associados aos índices climáticos, seja por fornecer ambientes mais favoráveis à ocorrência de tempestades e outras formas de precipitação, seja porque estão vinculadas à impermeabilização do solo, na MMP como um todo. Isto mostra que as projeções de cenários de expansão urbana para o futuro precisam ser estudadas e que maiores mudanças no padrão de localização das chuvas podem ocorrer, fazendo com que deficiências no abastecimento de água possam ser agravadas dentro da MMP.

Os modelos de projeção climática – CMIP, e a estrutura de suporte de suas informações climáticas, padronizadas e disponíveis publicamente, sustentam os quadros das iniciativas teóricas, enquanto a modelagem hidrológica urbana possibilita o entendimento do impacto de diretrizes de ordenamento do território, utilizando projeções de cenários de uso e cobertura do solo. Estes modelos podem também ser utilizados para o mapeamento de áreas, na operação de alertas para eventos críticos, para orientar a mitigação do impacto de desastres, ou mesmo para as situa-

ções de escassez, na antecipação de deficiências no abastecimento de água potável e antecipação das medidas de racionalização de uso.

Quanto às energias renováveis na MMP, observa-se que a distribuição das instalações de geração distribuída fotovoltaica tende a se apresentar como uma réplica bastante fiel das desigualdades socioespaciais no campo da distribuição da renda. Estas instalações refletem também um conjunto de indicadores sociais que apontam para a necessidade de aprofundamento na agenda de pesquisa sobre as sinergias entre pobreza por renda, desigualdade social e pobreza energética. As contribuições apresentadas neste livro sobre a questão energética na MPP destacam um elemento de grande importância para os formuladores de políticas: na crise climática planetária a energia já não é, nem pode ser considerada como um assunto eminentemente técnico. Junto com a governança ambiental dos territórios e do nexo urbano-rural, a energia é hoje em dia uma dimensão social. Toda a transformação socioecológica necessária para superar a crise climática passa pela transição energética, desde a alimentação dos sistemas essenciais para as cidades (transporte, conectividade, conforto térmico, produção localizada, etc.) até a transformação política e cultural. Esta transição está diretamente associada à renovação do paradigma da sustentabilidade, ou seja, a energia está no centro de qualquer abordagem realista. Portanto, os atores do mercado, das instituições públicas e da sociedade civil organizada em geral, precisam considerar que a energia se relaciona com o direito aos futuros sustentáveis, que vai além de uma conceptualização da energia como uma dimensão relacionada com os fatores econômicos e técnicos, como é o caso do planejamento e da implementação de tecnologias de energias renováveis. A nova cidadania ambiental, que vai permitir enfrentar a crise planetária, também é necessariamente uma cidadania energética. E como tal, apresenta uma correlação do tipo 'efeito cascata' para outras dimensões transversais à governança ambiental sustentável e justa, como por exemplo, a equidade de gênero e a participação dos atores sociais na produção de ciência cidadã para a gestão do meio ambiente.

Outra observação importante sob o aspecto da energia, é que a MMP apresenta-se como uma região propícia para iniciativas dentro da temática de *smart cities*, dado o seu grau de urbanização e infraestrutura presente, mas ainda exige grande investimento e políticas de apoio. Contudo,

este tema precisa ser debatido além da ilusão de uma simples solução tecnológica, trazendo para o debate os aspectos distributivos relacionados com a justiça ambiental e espacial. É muito provável que, nas próximas décadas, as cidades brasileiras sofram alterações demográficas, pressão pela descarbonização, aumento do risco climático e uma diminuição de acesso aos serviços públicos. A MMP é, no Brasil, uma das regiões com as melhores condições socioeconômicas para avançar na agenda da sustentabilidade e adaptação climática. Entretanto, até o presente momento, tem apresentado uma tímida atuação no território.

A abordagem dos serviços ecossistêmicos na Macrometrópole Paulista, vinculada à governança ambiental, mostra como seria possível promover um maior equilíbrio nas relações de oferta e demanda por esses serviços e entre os múltiplos territórios, atores e instituições envolvidos nos sistemas de sua gestão. O uso de ferramentas qualitativas e quantitativas fornece informações relevantes sobre as dinâmicas dos municípios e da própria MMP, possibilitando entender as relações entre as regiões relativas aos serviços ecossistêmicos e suas dinâmicas. Os serviços ecossistêmicos podem ter um papel importante para desenvolver e subsidiar diversas ferramentas de apoio à tomada de decisão e políticas públicas, como a elaboração de cenários e modelos preditivos de causa-efeito decorrentes de mudanças no uso e ocupação do solo ou como estabelecer arranjos de políticas de pagamentos por serviços ambientais.

Na análise do Plano de Ação da Macrometrópole (PAM), definido como um instrumento de governança e planejamento, por exemplo, verifica-se que não há a integração do território, considerando as suas diferentes dimensões, e o aspecto da sustentabilidade. Em contraponto, para se promover a governança ambiental macrometropolitana na perspectiva dos serviços ecossistêmicos é necessário reconhecer a complexidade, os fluxos e as escalas entre os diversos territórios da MMP, que são necessárias para a interdependência, a transescalaridade, a dinamicidade. Cabe destacar que com a possibilidade de implementação do Zoneamento Ecológico Econômico do Estado de São Paulo, em elaboração, tendo como um dos pilares os serviços ecossistêmicos, abre-se um importante caminho para a sua integração com as políticas públicas, possibilitando uma melhor articulação territorial com, por exemplo, os pagamentos por serviços ambientais e ações previstas no PNA e PAM. A identificação das áreas

provedoras de serviços ecossistêmicos, dos vetores de pressão sobre estes e dos conflitos associados aos seus *trade-offs* deve ser considerada em uma análise inicial. Enfatiza-se aspectos relacionados com a implementação de mudanças nas dinâmicas setoriais e ao fortalecimento do processo decisório, mesmo com as limitações quanto à disponibilidade de dados espaciais de uso e ocupação do solo, que não estão atualizados e em escala compatível para todos os municípios.

Ressalta-se ainda que, no projeto, foram desenvolvidas atividades na perspectiva de se promover diálogos interdisciplinares e a necessidade de avaliar a Aprendizagem Social (AS) gerada enquanto processo contínuo, no qual os resultados apresentados e discutidos representam um importante capítulo da história do projeto. Destacam-se os desafios, conflitos e tensões enfrentados para estabelecer ou fortalecer espaços de diálogo dentro e entre grupos. No entanto, tais desafios não parecem ser algo exclusivo do MacroAmb, haja vista que se fazem presentes, guardadas as devidas proporções, em outros grupos de pesquisa que também almejam adotar os princípios da inter e transdisciplinaridade em seus trabalhos. Com isso, os aprendizados desenvolvidos no Projeto podem ajudar no aprimoramento da aprendizagem social desses grupos e, assim, ampliar as experiências e pesquisas sobre interações dialógicas e colaborativas.

Finalmente, cabe fazer algumas observações sobre os alcances deste projeto. Constata-se que os governos locais e as abordagens regionais são fundamentais na proposição de estratégias de desenvolvimento e sustentabilidade, destacando a necessidade do diálogo, de fortalecimento dos espaços participativos, bem como de abordagens interdisciplinares e de uma atuação integrada entre os níveis e as escalas de planejamento e de gestão. O projeto possibilitou também a necessidade de incorporar outras formas de conhecimentos e objetos científicos híbridos sobre os temas abordados num contexto caracterizado pela complexidade, incerteza e diversidade nas multicausalidades. Isto pode ser observado nos capítulos que abordam temáticas nas quais se enfatizam diversas características das desigualdades como é caso da justiça climática, justiça energética e justiça ambiental, enquanto parte componente das relações de interdependência de processos que compõem a Macrometrópole. Mas também os artigos na sua diversidade apontam para a necessidade de

avançar para novas formas de governança multinível e de integração entre as políticas públicas.

Há a necessidade da adoção, o quanto antes, de práticas cooperativas, integradas e permanentes de governança ambiental. Torna-se necessária esta transformação se quisermos evitar o cenário inquietante de um autoritarismo ambiental como último recurso para a imposição das medidas inevitáveis e restritivas para assegurar a sustentabilidade futura da macrometrópole paulista em tempos de crise climática.

A articulação entre a ciência e a gestão é fundamental para orientar processos de adaptação que busquem a sustentabilidade e a construção de processos mais participativos e dialógicos, que reflitam de fato os interesses da sociedade. Fortalece-se um horizonte de planejamento compatível com a implementação de programas e projetos, como por exemplo, o diagnósticos da situação dos recursos hídricos, crescimento demográfico, evolução das atividades produtivas e modificações dos padrões de ocupação do solo, além das outorgas de usos e concessão de abastecimentos e geração de energia, criação de áreas de proteção, entre outros. Entende-se que os avanços só se promovem rompendo com as lógicas existentes, fortalecendo ações intersetoriais com base na pesquisa, implementação e avaliação em um processo de aperfeiçoamento constante e de longo prazo, que se traduza em práticas resilientes de implementação de políticas e ações alternativas na governança socioambiental e territorial.

Cabe enfatizar o papel estratégico das universidades para a pesquisa e extensão na coprodução de conhecimento e de inovações progressistas no alcance de metas de um desenvolvimento justo e sustentável. Por meio dessa agenda mobilizada pela ciência, é possível uma melhor compreensão das sobreposições de elementos complexos, enfatizando mecanismos de coprodução de conhecimento, e uma melhor comunicação que encoraja o aprendizado social e a pesquisa ativa.

O desafio segue em promover mudanças paradigmáticas que fortaleçam a elaboração de políticas públicas democráticas, que estimulem o controle social e que contemplem e enfrentem de forma persistente as desigualdades, vulnerabilidades e aspectos relacionados com a produção social dos riscos e a justiça ambiental.

Sobre os organizadores

Alexander Turra é professor Titular do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IOUSP) e coordenador da Cátedra UNESCO para a Sustentabilidade do Oceano, sediada no Instituto Oceanográfico e no Instituto de Estudos Avançados da USP. É biólogo, com mestrado e doutorado em Ecologia pela Universidade Estadual de Campinas. Sua atuação está voltada para o exercício da pesquisa interdisciplinar e integrada, com foco em temas como governança, manejo integrado e conservação marinha, impacto ambiental marinho, mudanças climáticas, poluição marinha (lixo nos mares) e biodiversidade marinha.

Célio Bermann é professor Associado 3 do Instituto de Energia e Ambiente da USP. Arquiteto Urbanista de formação pela FAU-USP, mestre em Eng. de Produção na Área de Planejamento Urbano e Regional pela COPPE-UFRJ e doutor em Eng. Mecânica na Área Interdisciplinar de Planejamento de Sistemas Energéticos pela FEM-UNICAMP. É docente credenciado no Programa de Pós-Graduação em Energia da USP onde foi coordenador no período de 2015 a 2019, e no Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da USP. Pesquisador Principal e coordenador do Grupo 4 "A Governança das Questões Energéticas no Contexto da Macrometrópole Paulista" do Projeto Temático FAPESP.

Edmilson Dias de Freitas é professor Titular do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas. Atua na área de Geociências, com ênfase em Meteorologia Aplicada. Suas principais linhas de pesquisa envolvem o desenvolvimento de modelos atmosféricos de previsão de tempo e a aplicação destes em estudos de qualidade do ar ou impactos ambientais. Em parceria com o CPTEC-INPE, LNCC e UFCG, foi um dos pesquisadores responsáveis pelo desenvolvimento do modelo BRAMS, tendo implantado parametrizações para o tratamento de áreas urbanas (TEB) e processos fotoquímicos (SPM). A aplicação de modelos hidrológicos e de produtos derivados de satélites, principalmente para definição de características da superfície, também tem sido foco de suas pesquisas.

Klaus Frey é professor Titular em Políticas Públicas da UFABC. Docente dos Programas de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território e de Políticas Públicas. Bolsista de produtividade do CNPq em Ciência Política. É coordenador do Grupo 1 "Governança de Saneamento Ambiental e Análises das Vulnerabilidades na Macrometrópole Paulista", do Projeto Temático FAPESP "Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática".

Leandro Luiz Giatti é biólogo, doutor em Saúde Pública. Professor da Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. Editor Adjunto da revista Ambiente & Sociedade. Contribui na coordenação do Grupo 1 "Governança de Saneamento Ambiental e Análises das Vulnerabilidades na Macrometrópole

Paulista", do Projeto Temático FAPESP "Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática".

Luciana Travassos é docente dos bacharelados em Planejamento Territorial e Ciências e Humanidades e do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território da Universidade Federal do ABC. É arquiteta e urbanista (1999), mestre e doutora em Ciência Ambiental (2005 e 2010) pela Universidade de São Paulo. Trabalha com a relação entre a produção do espaço e a natureza com base na justiça ambiental, com foco tanto nas dinâmicas territoriais quanto nas políticas públicas. Seus dois principais objetos de pesquisa atualmente são as infraestruturas verdes e o rural metropolitano. É coordenadora adjunta do Grupo 2 "Territorialidades, espacialidades e inovação na governança ambiental", do Projeto Temático FAPESP "Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática".

Paulo Antônio de Almeida Sinisgalli é professor Associado da Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH/USP) e coordenador do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM/IEE/USP). É coordenador do Grupo 3 "Serviços Ecossistêmicos na Macrometrópole Paulista", do Projeto Temático FAPESP "Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática".

Pedro Roberto Jacobi é Sociólogo e Economista, Doutor em Sociologia pela Universidade de São Paulo. Professor Titular Sênior no Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental, Divisão Científica de Gestão, Ciência e Tecnologia Ambiental (DCGCTA), Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEE), Universidade de São Paulo (USP). É presidente do Conselho de ICLEI da América do Sul. Editor de Ambiente e Sociedade. Pesquisador responsável pelo Projeto Temático FAPESP "Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática". Membro da "Red de Cambio Climático y Toma de Decisión" – Unesco/UniTwin. Membro do INCLINE – Núcleo de Apoio à Pesquisa – Mudanças Climáticas.

Sandra Momm é Arquiteta e Urbanista (UFSC), doutorado pelo PROCAM-USP, pós-doutorado na Faculdade de Planejamento Espacial – TU Dortmund; professora e coordenadora da Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território da Universidade Federal do ABC. É coordenadora do Grupo 2 "Territorialidades, Espacialidades e Inovação na Governança Ambiental" do Projeto Temático FAPESP MacroAmb.

Silvia Helena Zanirato é professora Associada na Escola de Artes, Ciências e Humanidades (EACH – USP), integra os Programas de Pós-Graduação em Ciência Ambiental e em Mudança Social e Participação Política, todos da Universidade de São Paulo. É coordenadora do Grupo de Estudos e Pesquisas em Urbanização e Meio Ambiente – GEURBAM, onde orienta e desenvolve pesquisas sobre implicações do processo de urbanização em relação às vulnerabilidades socioambientais.

Sobre os autores

Alberto Matenhauer Urbinatti é doutor em Saúde Pública pela Universidade de São Paulo, mestre e graduado em Sociologia pela Universidade Estadual de Campinas. Realizou pós-doutorado em Estudos Sociais da Ciência e Tecnologia também na Universidade Estadual de Campinas. Foi pesquisador visitante durante o doutorado no Science Policy Research Unit (SPRU), Universidade de Sussex, Reino Unido. Atualmente atua como pesquisador em projetos de produtos digitais.

Aldenísio Moraes Correia é mestre em Políticas Públicas pela Universidade Federal do ABC (2020) e graduado em Administração Pública pela Universidade da Integração Internacional da Lusofonia Afro-Brasileira (UNILAB)(2017). Possui experiência em pesquisa sobre administração pública, com o tema da coprodução de serviços públicos, e em políticas públicas, com ênfase nas políticas de saneamento básico e recursos hídricos. Atualmente, é pesquisador do Núcleo de Políticas & Administração Pública (NPAP) da UNILAB e do grupo de pesquisa Governança, Políticas Públicas e Território (GPPT) da UFABC. Bolsista de Treinamento Técnico nível 3 (Processo 20/15039-3) do Projeto Temático FAPESP "Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática".

Alexandre Toshiro Igari é docente, pesquisador e orientador no Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (PPgSUS – EACH-USP). Atua também como docente no curso de bacharelado em Gestão Ambiental da EACH-USP, nas áreas de Economia Ecológica e de Administração e Finanças aplicadas à Gestão Ambiental. Possui doutorado em Ecologia pelo Instituto de Biociências da Universidade de São Paulo (IB-USP), com estágio de doutorado sanduíche concluído na Universidad de Alicante (Espanha). Simultaneamente ao período de doutorado sanduíche, cursou e obteve o mestrado europeu em Gestión y Restauración del Medio Natural pela Universidad de Alicante em 2012. Titulou-se como bacharel em Ciências Biológicas pelo IB-USP em 2005, e como bacharel em Administração de Empresas pela Faculdade de Administração de Empresas, Economia e Contabilidade da Universidade de São Paulo (FEA-USP) em 1995. Os principais interesses de pesquisa direcionam-se à mudança do uso das terras rurais e aos processos de mudança institucional (normas e regras) sob as perspectivas teóricas da Economia Ecológica e da Governança dos Comuns.

Ana Lia Leonel é doutoranda em Planejamento e Gestão do Território (PGT) na Universidade Federal do ABC (UFABC) e mestre (2015) pelo mesmo programa. Graduação em Ciências Sociais com ênfase em Sociologia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar) (2009). Associada ao Laboratório de Planejamento Territorial (LabPlan) (UFABC/PGT), integra os Grupos de Pesquisa CNPq "Campo

do planejamento territorial" e "Território e natureza: planejamento e gestão". Pesquisadora do Projeto Temático Fapesp MacroAmb. Os principais temas de pesquisa incluem Planejamento Ambiental; Justiça ambiental; Sistema, Cultura e Prática de Planejamento; Governança.

Ana Cristina Matos é mestranda do Programa Ambiente, Saúde e Sustentabilidade, Faculdade de Saúde Pública, da Universidade de São Paulo. Especialista em Gestão Estratégica e Econômica de Negócios pela Fundação Getulio Vargas (FGV) e graduada em Administração pela Universidade Federal da Bahia (UFBA).

Amauri Pollachi é mestre em Planejamento e Gestão do Território pela Universidade Federal do ABC (UFABC) e graduado em Engenharia Mecânica e História pela Universidade de São Paulo. Exerceu diversos cargos na Companhia de Saneamento Básico do Estado de São Paulo e na Secretaria de Saneamento e Recursos Hídricos de São Paulo. É pesquisador do Projeto Temático MacroAmb, financiado pela FAPESP, vice-presidente do Comitê da Bacia Hidrográfica do Alto Tietê, coordenador-adjunto do Fórum Paulista de Comitês de Bacias Hidrográficas e conselheiro do Observatório Nacional dos Direitos à Água e ao Saneamento (ONDAS).

Andrea Lampis, doutor pela London School of Economics and Political Science (LSE), é pós-doutorando do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP); bolsista FAPESP processo 2018/17626-3. Sua pesquisa atual foca-se na 'A Questão da Energia na Macrometrópole Paulista', com ênfase em governança e justiça energética. Na atualidade (2018-2022) é membro do comité diretivo do grupo de pesquisa sobre a Sociologia dos desastres (RC 39) da Associação Internacional de Sociologia (AIS). É coautor convidado pelo IPCC/Grupo II do capítulo 12 'Sur América' para o Assessment Report sobre Mudança Climática n.6 (AR6) em preparação para 2022 e coautor do relatório sobre Mudança Climática nos países de Ibero América RIOCCADAPT 2020.

Anelise Gomes da Silva é doutoranda em Ciências Ambientais pelo Instituto de Energia e Meio Ambiente (IEE), na Universidade de São Paulo (USP). Mestre em Ciências da Engenharia Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Ciências da Engenharia Ambiental (PPG-SEA), na Universidade de São Paulo (USP), (2015). Graduação em Ciências Sociais, com ênfase em Ciência Política e Sociologia pela Universidade Federal de São Carlos (UFSCar), (2012). Dedicada aos estudos sobre políticas públicas, especialmente, relacionadas ao meio ambiente. Áreas de interesse: Políticas Públicas Ambientais; Instrumentos de Política Ambiental; Economia do Meio Ambiente; Economia Ecológica; Valoração Econômica Ambiental e Serviços Ecossistêmicos.

Ariane Rezende é graduanda em Gestão Ambiental na Escola de Artes Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo, pesquisadora de Iniciação científica pelo CNPq e membro do Grupo de Estudos e Pesquisas em Urbanização e Meio Ambiente – GEURBAM.

Arthur Mendonça Quinhones Siqueira é engenheiro eletricista pela Universidade Federal de Santa Catarina, mestrando em análise e planejamento energético

pelo Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. Atualmente sua pesquisa está centrada em fontes renováveis de energia com foco nos temas *community renewable energy* e Geração distribuída.

Beatriz Duarte Dunder é mestre do Programa de Ciência Ambiental (PROCAM) do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP). Bacharela em Gestão Ambiental pela USP. Membro do Grupo de Estudos Urbanos Ambientais (GEURBAM), onde realiza pesquisas aplicadas da Gestão Ambiental Pública em meio urbano. Integra o Projeto Temático "Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista Face às Mudanças Climáticas (MACROAMB)", sendo parte do subgrupo "Vulnerabilidades de Pequenas Cidades da Macrometrópole Paulista em Face à Variabilidade Climática". Tem como áreas de interesse: Segurança Hídrica, Ciclo Hidrossocial, Mudanças Climáticas, Políticas Públicas e Ecologia Política. Atualmente, desenvolve pesquisas na área de segurança hídrica, com enfoque em áreas pouco populosas.

Beatriz Milz é bacharela em Gestão Ambiental pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH/USP), mestre em Ciências na Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), e atualmente é doutoranda em Ciência Ambiental no Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP), e bolsista FAPESP (processo n. 2018/23771-6). Integra a equipe da Secretaria Executiva da Revista Ambiente & Sociedade.

Bruna de Souza Fernandes é bacharel em Ciências e Humanidades pela UFABC e aluna do Bacharelado em Planejamento Territorial pela mesma universidade. Foi estagiária no Departamento de Planejamento Ambiental na Secretaria Municipal do Verde e do Meio Ambiente e atualmente é pesquisadora vinculada ao projeto temático FAPESP MacroAmb – Governança ambiental da macrometrópole paulista face à variabilidade climática. Também tem experiência na área de cinema, tendo realizado produção de conteúdo principalmente relacionado à divulgação do campo e do curso de Planejamento Territorial.

Bruna Fatiche Pavani é doutora e mestre em Ciências pelo Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), tendo atuado como Research Scholar no Abess Center for Ecosystem Science and Policy, na Universidade de Miami (EUA). Também tem pós-graduação lato sensu em Direito e Gestão do Meio Ambiente pelo Centro Universitário SENAC e bacharelado em Oceanografia pela Universidade de São Paulo (USP). Trabalhou como pesquisadora em economia ambiental em projetos para universidades, órgãos públicos ambientais, organizações não governamentais e setor privado. Atualmente é pesquisadora do Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS), desenvolvendo pesquisas, metodologias e aplicações em análise, mapeamento e valoração de biodiversidade e serviços ecossistêmicos.

Bruno Avellar Alves de Lima é mestre e doutor pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. É pesquisador vinculado ao projeto temático FAPESP "Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática". Bacharel

em Gestão Ambiental pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo.

Bruno César Nascimento Portes é Arquiteto e Urbanista pela Universidade de São Paulo, mestre em Planejamento e Gestão do Território pela Universidade Federal do ABC e doutorando em Ciência Ambiental na Universidade de São Paulo. Realiza pesquisas em relações urbano-rural em regiões altamente urbanizadas, com foco na discussão sobre serviços ecossistêmicos no planejamento regional por meio de uma abordagem sistêmica, multiescalar e interdisciplinar, tendo como eixos estruturantes as das dinâmicas da paisagem, novas ruralidades e sistemas socioecológicos.

Caluan Rodrigues Capozzoli possui graduação em Ciência e Tecnologia (2011), Engenharia Ambiental e Urbana (2013) e mestrado em Ciência e Tecnologia Ambiental (2018) pela Universidade Federal do ABC. Atualmente é pesquisador em geociências do Serviço Geológico do Brasil (CPRM-SGB) e doutorando no programa de pós-graduação em Meteorologia do Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo. Em seu projeto de doutorado pesquisa o uso de modelos hidrológicos e previsões numéricas de precipitação para melhorar a qualidade das previsões de inundação. Também tem experiência em monitoramento hidrológico, atuando na operação da Rede Hidrometeorológica Nacional, e na elaboração de estudos de chuvas intensas (equações I-D-F), como executor do projeto Atlas Pluviométrico do Brasil.

Camila Espezio de Oliveira é doutoranda em Sustentabilidade, mestra em Sustentabilidade (2018) e bacharela em Gestão Ambiental (2015) pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo – EACH-USP. Estuda a governança de bens comuns, caracterizados como serviços ecossistêmicos culturais, cujo uso e conservação são balizados pelo compartilhamento de trilhas e acampamentos de montanha na Serra da Mantiqueira.

Carolyne Bueno Machado faz parte do Programa de Doutorado em Meteorologia no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. Possui graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2014) e mestrado em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2017). Durante o mestrado pesquisou sobre a variabilidade sazonal da Floresta Amazônia por meio de índices de vegetação com imagens orbitais do sensor MODIS. No doutorado trabalha com a Modelagem Dinâmica Espacial de uso e cobertura da terra com a plataforma Dinamica EGO, avaliando os impactos das mudanças da superfície sobre os sistemas atmosféricos de mesoescala e ocorrência de eventos extremos de precipitação, utilizando o modelo BRAMS. Atualmente desenvolve pesquisas no projeto Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática.

Cintia Bertacchi Uvo possui graduação em Meteorologia pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (1983), mestrado em Meteorologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (1989) e doutorado em Engenha-

ria de Recursos Hídricos pela Universidade de Lund, Suécia (1998). Atualmente é professora titular do Departamento de Engenharia de Recursos Hídricos da Universidade de Lund e pesquisadora associada à Universidade de Oulu, Finlândia, atuando principalmente nos seguintes temas: hidrometeorologia, variações climáticas e seus efeitos na disponibilidade de recursos hídricos, previsão hidrológica sazonal e produção de energia hidrelétrica.

Danielle Andrade Angelo é bacharel em Ciências e Humanidades pela UFABC e aluna do Bacharelado em Ciências Econômicas e do Bacharelado em Planejamento Territorial também na UFABC. Participa como voluntária do Projeto Temático – Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática (MacroAmb – IEE/USP) e está vinculada ao Laboratório de Planejamento Territorial (UFABC). Fez Iniciação Científica sobre Redes e Fluxos na Macrometrópole Paulista.

Danilo Morceli é graduado em Gestão Ambiental, mestre em Ciência pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades e doutorando pelo Programa de Pós-graduação em Mudança Social e Participação Política, Universidade de São Paulo.

Denise de La Corte Bacci é Geóloga, doutora em Geociências e Meio Ambiente (IGCE/UNESP) e pós-doutora pelo Programa de Pós-Doutorado (Departamento de Metodologia do Ensino e Educação Comparada (FE/USP). Professora associada do Instituto de Geociências da Universidade de São Paulo. É pesquisadora do GEPEFE (Grupo de Estudos e Pesquisas em Formação de Educadores) e do NAP GeoHereditas. Professora do Programa de Pós-Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra (IG/UNICAMP) e do Programa de Mineralogia e Petrologia do IGc/USP, linha de pesquisa em Patrimônio geológico natural e construído e Geoconservação.

Diego Rafael G. Cesar Braga é mestrando em Planejamento e Gestão do Território – UFABC e graduado em Ecologia pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" – UNESP. Atua nas áreas de Governança Ambiental na América Latina, de Ecologia Humana com ênfase em Ecologia Urbana e Política, e de Planejamento do Território com foco em Desenvolvimento Urbano Sustentável e Adaptação Climática.

Edilene Vieira Fazza é mestre em Planejamento e Gestão do Território – UFABC (2019), graduada em Engenharia Ambiental e Urbana (2014) e bacharel em Ciência e Tecnologia (2012) – UFABC. Com mais de 15 anos de experiência na área ambiental, já trabalhou IPT (Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo), atua na Secretaria de Meio Ambiente da Prefeitura de Santo André – SP, pesquisa os serviços ecossistêmicas, serviços ambientais e a aplicação do Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) como instrumento de gestão ambiental municipal.

Flávia Mendes de Almeida Collaço é pesquisadora no Programa de Integridade Socioambiental (PISA) da Transparência Internacional Brasil (2020). Pós-doutoranda (2021) do Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo (IEA-USP). Doutora e mestra em Energia (2019 e 2015) pelo Programa de Pós-

graduação em Energia do Instituto de Energia e Ambiente também da USP, e Gestora de Políticas Públicas (2011) pela EACH-USP. Realizou pós-doc na EACH-USP com bolsa do Research Centre for Gas Innovation (RCGI). Doutoramento sanduíche em Portugal, no Centro de Investigação em Ambiente e Sustentabilidade (CENSE), da Faculdade de Ciências e Tecnologia na Universidade NOVA de Lisboa em 2018; e na Croácia, em Zagreb na Universidade de Engenharia de Zagreb com bolsa da União Europeia em 2017. Pesquisa temas relacionados a Cidades, Planejamento Energético, Políticas Públicas, Sistemas de Energia Urbanos, Mudanças Climáticas e Sustentabilidade. Atualmente, tem desenvolvido pesquisa sobre o nexo Corrupção, Clima e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável.

Fernando Sampaio do Amaral é graduando no bacharelado de Gestão Ambiental pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH/USP). É membro do Grupo de Estudos Urbano-Ambientais (GEURBAM) e do Grupo de Pesquisa em Desastres (GPD). Integrou o Projeto Temático FAPESP Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista Face às Mudanças Climáticas, sendo parte do subgrupo Vulnerabilidades de Pequenas Cidades da Macrometrópole Paulista Face à Variabilidade Climática. Atualmente, desenvolve pesquisa referente à Sociologia dos Desastres em Pequenos Municípios. Possui como áreas de interesse: Gestão Ambiental, Educação Ambiental, Sociologia dos Desastres e Gestão de Riscos de Desastres.

Filipe Vieira Oliveira é docente na Universidade Federal do Tocantins, no curso de Turismo Patrimonial e Socioambiental. Doutor em Ciência Ambiental pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM/IEE/USP). Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Mudança Social e Participação Política da Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (PROMUSPP/EACH/USP). Especialista em Gestão Pública de Controle e Educação Ambiental pela Universidade Federal de São Paulo – UNIFESP. Graduado em Turismo pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo – IFSP.

Gabriel Machado Araujo é aluno dos bacharéis em Ciências e Humanidades, Planejamento Territorial e Filosofia na Universidade Federal do ABC (UFABC). Pesquisador vinculado ao Laboratório de Planejamento Territorial (UFABC) e ao Projeto Temático – Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática (MacroAmb – IEE/USP). Durante Iniciação Científica no projeto, participou de pesquisa no exterior (BEPE), no Instituto de Investigaciones Sociales (IIS) da Universidade Nacional Autônoma do México (UNAM).

Gabriel Pires de Araújo é mestre do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental (PROCAM) do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP). Bacharel em Gestão Ambiental pela USP. É membro do Grupo de Estudos Urbano-Ambientais (GEURBAM) e do Grupo de Pesquisa Cidade, Sustentabilidade e Gestão Ambiental (CIDSGAM), ambos na USP. Integra o Projeto Temático FAPESP Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista Face às Mudanças Climáticas, sendo parte do subgrupo Vulnerabilidades de Pequenas Cidades da Macrometrópole Paulista Face à Variabilidade Climática. Atual-

mente desenvolve pesquisa referente à Adaptação aos Efeitos das Mudanças Climáticas em Pequenos Municípios. Possui como áreas de interesse: Gestão Ambiental, Políticas Públicas, Justiça Climática e Adaptação às Mudanças Climáticas Globais.

Gina Rizpah Besen é psicóloga pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo, doutora em Ciências da Saúde pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo (USP), e pós-doutora em Ciências Ambientais pelo Programa de Ciências Ambientais do Instituto de Energia e Ambiente -PROCAM-USP, no qual atua como pesquisadora colaboradora na área de resíduos sólidos. É Editora Associada da Revista Ambiente e Sociedade e atua no Projeto Temático FAPESP Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista Face às Mudanças Climáticas, integrando o Grupo 1 de Saneamento, e subgrupo de resíduos sólidos. Possui como áreas de interesse: Políticas Públicas, Indicadores de Sustentabilidade, Justiça Ambiental, Gestão Integrada de Resíduos Sólidos e Adaptação às Mudanças Climáticas.

Giovanna Rosseto é arquiteta e urbanista (2019) pela Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho" (UNESP), e mestranda no programa de pós-graduação em Planejamento e Gestão do Território na Universidade Federal do ABC (UFABC). Atualmente integra o Projeto Temático FAPESP Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista Face às Mudanças Climáticas, sendo parte do subgrupo Territorialidades, espacialidades e inovação. É membra do Laboratório de Planejamento Territorial (LaPlan) e líder do grupo de estudos em transições sociotécnicas. Possui interesse em: transições para a sustentabilidade, transições sociotécnicas, soluções baseadas na natureza, mudanças climáticas, rios urbanos e planejamento urbano ambiental.

Guilherme Dias Pereira é graduando em Gestão Ambiental pela EACH-USP. Faz parte do Projeto Temático FAPESP Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista Face às Mudanças Climáticas, sendo integrante do subgrupo GEURBAM como aluno de iniciação científica. Atualmente pesquisa indicadores de vulnerabilidades de pequenas cidades da macrometrópole paulista face à variabilidade climática para pequenas cidades do Vale do Paraíba. Possui como áreas de interesse: Gestão Ambiental, Justiça Ambiental, Políticas Públicas, Ambiente Urbano e Mudanças Climáticas.

Graziana Donata Punzi de Siqueira é advogada, mestre em Desenvolvimento, Tecnologias e Sociedade pela Universidade Federal de Itajubá (DTECS/UNIFEI), doutoranda em Planejamento e Gestão do Território pela Universidade Federal do ABC (PGT/UFABC). Atualmente integra o Projeto Temático FAPESP Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista Face às Mudanças Climáticas. É membro do Laboratório de Planejamento Territorial (LaPlan). Possui interesse em: governança, políticas públicas, transportes, mobilidade urbana, direito à cidade, planejamento urbano e territorial.

Humberto Alves possui graduação em Economia pela Universidade Estadual de Campinas (1992), mestrado em Sociologia pela Universidade Estadual de Campinas (1997) e doutorado em Ciências Sociais pela Universidade Estadual de Campinas (2004). Desde 2008, é professor do Departamento de Ciências Sociais da Universidade Federal de São Paulo (Unifesp). Desde 2010, é professor credenciado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Sociais da Unifesp. Possui interesse em: vulnerabilidade socioambiental, população e meio ambiente, geoprocessamento aplicado ao meio ambiente, e indicadores sociais e ambientais.

Igor Matheus Santana-Chaves é Arquiteto e Urbanista pela Universidade de Sorocaba (UNISO). Artes Visuais pela Universidade de Brasília (UnB), mestre e doutorando em Planejamento e Gestão do Território pela Universidade Federal do ABC (UFABC). Atualmente é pesquisador associado do temático MacroAmb (FAPESP), e pesquisador colaborador do Projeto GovernAgua – SARAS Institute – Inter-American Institute for Global Change Research (IAI), e do Laboratório de Planejamento Territorial (LabPlan) (UFABC/PGT). Também é membro da secretaria executiva da Revista Ambiente & Sociedade e editor da Diálogos Socioambientais. Possui interesse de pesquisa na teoria do planejamento territorial, governança, patrimônio cultural, artes e educação.

Isabela Cavaco é graduanda de Gestão Ambiental na EACH USP, conhecida como USP Leste, e recentemente foi bolsista do Programa Unificado de Bolsas de Estudos para Apoio à Permanência e Formação de Estudantes de Graduação (PUB-USP), orientada por Silvia Helena Zanirato na pesquisa: Vulnerabilidades de Pequenas Cidades da Macrometrópole Paulista face à Variabilidade Climática. Anteriormente foi estagiária no ICLEI América do Sul e no projeto Latino Adapta, ambos lidando com o tema da mudança do clima em cidades. As linhas de pesquisa de interesse envolvem: políticas ambientais, mudança do clima, e conexão da sociedade com a ciência.

Jeferson Brás de Lima é doutorando do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo. Mestre em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Administração da Universidade de São Paulo. Graduado em Administração pela Universidade de São Paulo. Atualmente pesquisa nas áreas de (i) serviços ecossistêmicos, (ii) economia ambiental, (iii) economia ecológica e (iv) sustentabilidade.

João Marcos Mott Pavanelli é formado em Marketing pela Universidade de São Paulo (2012) e possui experiência em consultoria estratégica. Concluiu em 2016 o mestrado em Sustentabilidade (MSc. em Ciências) pela Universidade de São Paulo, com foco na influência dos aspectos institucionais formais e informais nas preferências por fontes de geração no setor elétrico brasileiro. Desde 2018 está no doutorado em Sustentabilidade pela Universidade de São Paulo, desenvolvendo um quadro teórico híbrido capaz de descrever as principais aspectos institucionais que influenciaram escolhas por fontes de geração e governança de

indústrias elétricas de Brasil e Nigéria, a fim de identificar cenários favoráveis ou adequados para as transições energéticas para fontes renováveis.

João Tadeu A. dos Santos é mestrando no Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP). Possui uma longa atuação no setor privado com foco em desenvolvimento de software e projetos de Pesquisa e Desenvolvimento. Atualmente o foco de sua pesquisa se encontra na questão da energia na Macrometrópole Paulista, considerando a integração de tecnologias emergentes, infraestrutura e equidade para o futuro das Cidades Inteligentes.

Jorge Alberto Martins possui graduação em Física pela Universidade Estadual de Londrina (1993), mestrado em Meteorologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (1999), e doutorado em Meteorologia pela Universidade de São Paulo (2006), com estágio no Max Planck Institute for Meteorology – Hamburg (2005). Atua como docente do Curso de Graduação em Engenharia Ambiental e do Programa de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental da Universidade Tecnológica Federal do Paraná – UTFPR, Campus Londrina. Foi Pesquisador Visitante junto à Division of Water Resources Engineering – Lund University no período 2017-2018. Tem experiência em Meteorologia Física e Hidrologia, atuando principalmente nos seguintes temas: Poluição do ar, interação aerossóis-nuvens-precipitação, tempestades de granizo, modelagem atmosférica e hidrológica do impacto das atividades humanas, sensoriamento remoto da superfície da Terra e eventos meteorológicos e climáticos extremos.

José Alberto Quintanilha é professor Associado Sênior do Instituto de Energia e Ambiente (IEE) da Universidade de São Paulo (USP) e docente, pesquisador e orientador do Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo (PROCAM-IEE-USP). É bacharel em Estatística pelo Instituto de Matemática e Estatística da USP, mestre em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais – INPE e doutor e livre-docente na Engenharia de Transportes, em Geoprocessamento, pela Escola Politécnica – EPUSP. Tem interesse em mudanças da cobertura das terras, serviços ecossistêmicos (ES), segurança viária e usuários vulneráveis de vias (VRUs), sensoriamento remoto e geoestatística.

Kauê Lopes dos Santos é geógrafo, urbanista e doutor em Geografia Humana pela Universidade de São Paulo (USP). Atualmente é pesquisador de pós-doutorado no Instituto de Energia e Ambiente da USP, pesquisador visitante na London School of Economics and Political Science (LSE) e professor colaborador na Universidade Estadual de São Paulo (UNICAMP).

Lays Pimentel Percino da Silva é graduanda em Gestão Ambiental pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH/USP), membro do grupo de Estudos Urbano Ambientais (GEURBAM). Atualmente pesquisa as relações de justiça ambiental no âmbito do saneamento básico, em especial no que diz respeito ao abastecimento público de água e esgotamento sanitário.

Leandra R. Gonçalves é professora adjunta no Instituto do Mar na Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP). Foi pesquisadora de pós-doutorado no Instituto Oceanográfico da USP, no âmbito do Projeto Temático MacroAmb FAPESP. Possui doutorado pelo Instituto de Relações Internacionais (USP) e vem estudando a interface entre a ciência e a política. É integrante da Plataforma Brasileira sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos (BPBES) e do Projeto de Governança do Sistema da Terra, além de autora principal (efetividade das políticas ambientais) para o Programa de Meio Ambiente das Nações Unidas (PNUMA), no Global Environment Outlook 6. É também uma das idealizadoras da Liga das Mulheres pelo Oceano.

Leonardo Santos Salles Varallo é Engenheiro Ambiental e Urbano formado pela Universidade Federal do ABC, mestrando em Planejamento e Gestão do Território pela mesma universidade. Ex-secretário adjunto de meio ambiente de São Vicente (2021). Atualmente é coordenador do Projeto de Restauração Florestal, desenvolvido pela parceria entre WWF e Associação Serra Acima, e coordenador de Sistemas de Informação Geográfica (SIG) do projeto Diagnóstico Fundiário Caiçara da APA Cairuçu, na empresa Mineral Engenharia e Meio Ambiente/ Petrobrás. Pesquisa a respeito da Segurança Hídrica sob a perspectiva crítica da Ecologia Política e integra o Laboratório de Gestão de Riscos (LabGRis/UFABC), além de possuir experiência com uso de drones para planejamento ambiental-urbano e gestão de riscos a deslizamentos.

Letícia Stevanato Rodrigues é doutoranda e mestre pelo Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo. É pesquisadora vinculada ao projeto temático FAPESP "Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática". Bacharela em Gestão Ambiental pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo.

Lidiane Alonso Paixão dos Anjos é doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território, na Universidade Federal do ABC (UFABC). Mestra em Ciências (2017) pelo Programa de Pós-Graduação em Ambiente, Saúde e Sustentabilidade, na Faculdade de Saúde Pública – Universidade de São Paulo (FSP/USP). Bacharel em Engenharia Florestal (2013), pela Faculdade de Ciências Agronômicas – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho (FCA/UNESP). Licenciada em biologia e ciências (2018) pela Universidade Cruzeiro do Sul. Atualmente é pesquisadora associada no Projeto temático "Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista face à Variabilidade Climática" e pesquisadora colaboradora do projeto "Transformando a Governança da Água na América do Sul: da reação à adaptação e antecipação", liderado pelo instituto SARAS e financiado pelo IAI.

Lira Luz Benites Lazaro é doutora pelo Centro de Ciência de Sistema Terrestre do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e pelo Programa de Pós-Graduação em Integração da América Latina da Universidade de São Paulo – PROLAM-USP. Visiting Researcher at the Durham University, UK. Atualmente é

pós-doutoranda no Departamento de Saúde Ambiental na Faculdade de Saúde Pública – USP. Sua linha de pesquisa foca na análise das políticas públicas, política energética e climática, governança e segurança do nexo água-energia-alimentos.

Lívia Stefânia Rosseto é mestre em planejamento e gestão de território pela UFABC e especialista em gestão pública pela UNIFESP. Formada em Engenharia Ambiental pela UNESP, há mais de 10 anos atua no Consórcio Intermunicipal Grande ABC, autarquia do executivo dos sete municípios da região, no planejamento e execução de políticas públicas regionais na área ambiental, de resíduos, de desenvolvimento econômico e turismo.

Luana Braz Villanova é bacharel em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade do Vale do Paraíba (UNIVAP), especialista em Gestão de Projetos pela Universidade de São Paulo (USP/ESALQ) e atualmente é mestranda no Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território, na Universidade Federal do ABC (UFABC). Integrante do Projeto Temático FAPESP "Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista Face às Mudanças Climáticas", também é membro do Laboratório de Planejamento Territorial (LAPLAN) e do grupo de pesquisa Território & Natureza e Campo do Planejamento. Possui como áreas de interesse: planejamento urbano ambiental; políticas ambientais; mudanças climáticas; soluções baseadas na natureza; planejamento e implementação de infraestrutura verde e áreas verdes.

Lucas dos Santos Rocha é estudante dos bacharelados em Ciência e Humanidades e Planejamento Territorial na Universidade Federal do ABC. É pesquisador bolsista do Projeto Temático FAPESP "Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática". Possui experiência com as temáticas da governança, meio ambiente, desenvolvimento regional e divulgação científica.

Luciana Yokoyama Xavier é oceanógrafa, mestre e doutora em Oceanografia pelo Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Atualmente é pós-doutoranda no mesmo instituto (Proc. FAPESP: 2017/21797-5) e atua junto à Cátedra UNESCO para Sustentabilidade do Oceano. Vem desenvolvendo pesquisa na área de governança e gestão costeira integrada, transdisciplinaridade e ciência pós-normal, participação e aprendizagem social, sistemas socioecológicos, gestão baseada em ecossistemas e gestão de áreas marinhas protegidas.

Luís Gustavo de Almeida Branco é estudante dos bacharelados em Ciências e Humanidades, Relações Internacionais e Planejamento Territorial pela Universidade Federal do ABC. Pesquisador do projeto temático FAPESP "Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática" e também do projeto "Autonomia municipal, poder local e a produção de políticas públicas: o caso do ABC Paulista", financiado pelo CNPq. Possui experiência com as temáticas da governança do saneamento, meio ambiente e divulgação científica.

Marcelo Aversa é doutorando e mestre (2016) em Planejamento e Gestão do Território pela Universidade Federal do ABC, financiado pelo CNPQ, com pesquisa nos temas sobre governo das águas em regiões metropolitanas e sobre direito humano à água e ao saneamento. É especialista em Direito Constitucional pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (2004) e bacharel em Direito pela Pontifícia Universidade Católica de São Paulo (1997). Atuou como advogado e educador de centros de defesa dos direitos da criança e do adolescente na cidade de São Paulo entre 1998 e 2001. Desde 2002, vem atuando como gestor público em administrações municipais nas áreas de assessoria jurídica, planejamento estratégico, participação popular e saneamento ambiental e, após 2014, como consultor em direito administrativo e em desenvolvimento institucional. É pesquisador da Rede WATERLAT-GOBACIT. Integra o projeto temático FAPESP "Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática".

Marcelo Takashi Misato é gestor ambiental pela Universidade de São Paulo (EACH/USP), mestre e doutorando pelo programa de Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo (PROCAM-IEE/USP). Atualmente desenvolve pesquisa na área de desenvolvimento local, com foco em Unidades de Conservação e no Patrimônio Cultural e Natural.

Marcio Anderson Kontopp é doutorando em Políticas Públicas pela Universidade Federal do ABC e cientista social pela Universidade Federal de Santa Catarina. Membro do Grupo de Pesquisa "Governança, Políticas Públicas e Território", vinculado à UFABC. Pesquisador do Projeto Temático FAPESP "Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática" e colaborador do projeto "Autonomia municipal, poder local e a produção de políticas públicas: o caso do ABC Paulista", financiado pelo CNPq.

Maria Lucia Bellenzani é engenheira agrônoma, mestre em Ciência Ambiental e doutoranda em Planejamento e Gestão Territorial pela UFABC.

Mariana Fadigatti Picolo é doutoranda em Meteorologia no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. Possui graduação (2012) e mestrado (2018) em Meteorologia pela Universidade de São Paulo. Atualmente, estuda o impacto urbano em ocorrências de tempo severo na Região Metropolitana de São Paulo. Sua pesquisa de doutorado busca avaliar estes impactos considerando um cenário futuro de expansão horizontal da mancha urbana, da área verticalizada, e aumento do calor antropogênico utilizando modelagem numérica com o modelo BRAMS.

Mariana Franco de Carvalho é graduanda em Gestão Ambiental pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo (EACH/USP), membro do grupo de Estudos Urbano Ambientais (GEURBAM). Bolsista do Programa USP municípios: Cidades Sustentáveis. Tem como área de interesse: Planejamento Ambiental, Segurança Hídrica, Recuperação de Áreas Degradadas, Ecologia Política e Políticas Públicas. Atualmente desenvolve pesquisa na área de segurança hídrica e energética com enfoque na recuperação de APP de reservatórios de água artificiais.

Mariana Abreu Marques é engenheira ambiental formada pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (2015), com título de mestre em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Infraestrutura do Instituto Tecnológico de Aeronáutica (ITA), obtido em 2018. Atualmente é doutoranda no ITA e estuda múltiplos serviços ecossistêmicos no corredor Sudeste da Mata Atlântica, com ferramentas de modelagem e geoprocessamento. Também pesquisa os impactos socioambientais das certificações ecológicas e as transformações na paisagem geradas pela política de PSA.

Mateus Henrique Amaral é bacharel em Ciências Biológicas pela Universidade de Franca (2016) e mestre em Saúde Pública pela Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo. É pesquisador do projeto temático FAPESP intitulado Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática e tem experiência no estudo de indicadores de sustentabilidade e de saúde.

Paula Ciminelli Ramalho é doutoranda e mestre (2013) no Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território da Universidade Federal do ABC (UFABC). Engenheira Ambiental (2006) pela Escola Politécnica da Universidade de São Paulo (USP). Possui experiência com gestão pública na área de avaliação de impacto, licenciamento ambiental, intervenção em recursos naturais e áreas de proteção e recuperação de mananciais. Atualmente é pesquisadora integrante do Projeto temático Governança ambiental na Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática.

Paulo Marcelo de Souza é bacharel em Gestão Ambiental pela Escola de Artes, Ciências e Humanidades da Universidade de São Paulo e membro do Grupo de Estudos e Pesquisa em Urbanização e Meio Ambiente – GEURBAM.

Pedro Henrique Campello Torres é doutor em Ciências Sociais pela Pontifícia Universidade Católica do Rio de Janeiro (PUC-RIO), com estágio de pesquisa (CAPES/Sanduíche) na Princeton University. Especialista em Política Urbana e mestre em Planejamento Urbano e Regional pelo Instituto de Pesquisa e Planejamento Urbano e Regional (IPPUR) da Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ). Foi Visiting Scholar na Bren School of Environmental Science & Management (BEPE/FAPESP). Atualmente é pós-doutorando (PD/FAPESP) em Ciência Ambiental no Instituto de Energia e Ambiente (IEE), da Universidade de São Paulo, professor de Gestão Ambiental na Escola de Artes, Ciências e Artes (EACH) da mesma universidade e professor substituto no IPPUR/UFRJ.

Priscila Ikematsu é pesquisadora da Seção de Planejamento Territorial, Recursos Hídricos, Saneamento e Florestas do Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo (IPT), e doutoranda no Programa de Pós-Graduação em Ciência Ambiental da Universidade de São Paulo (PROCAM-USP). Possui graduação em Engenharia Ambiental pela Universidade Estadual Paulista (UNESP) e mestrado em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo. Atualmente desenvolve trabalhos abrangendo planejamento ambiental, serviços ecossistêmicos, uso e ocupação do solo e legislação ambiental.

Rafael de Araujo Arosa Monteiro é doutorando e mestre em Ciências pela Universidade de São Paulo (PROCAM-USP). Especialista em Educação Ambiental para a Sustentabilidade (Senac – São Paulo). Graduado em Gestão Ambiental pela Universidade de São Paulo. Coordenador do Grupo de Estudos e Pesquisas sobre Diálogo de caráter independente. Realiza pesquisas sobre o diálogo, buscando contribuir para o aprofundamento do conhecimento sobre métodos dialógicos de ensino e aprendizagem como estratégias para aumentar a compreensão e a conexão interpessoal, bem como o surgimento de ações colaborativas.

Raiana Schirmer Soares é doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Energia do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (USP). Seus temas de pesquisa de doutorado são a pobreza e a vulnerabilidade energética. É engenheira de energia, mestre em ciências e, atualmente, consultora externa de produtos e serviços do Hub Energia do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID). Atualmente, pertence ao Grupo de Trabalho (GT) Energía y Desarrollo Sustentable do Conselho Latino-americano de Ciências Sociais (CLACSO).

Rayssa Saidel Cortez é doutoranda pelo Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território, da Universidade Federal do ABC. É pesquisadora vinculada ao grupo de pesquisa "eco.t" (Ecologia Política, Planejamento e Território) do LabJUTA (Laboratório Justiça Territorial), e ao projeto temático FAPESP "Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática". Arquiteta e urbanista pela Faculdade de Arquitetura, Artes e Comunicação da Universidade Estadual Paulista "Julio de Mesquita Filho".

Renata Ferraz de Toledo é especialista em Educação Ambiental (Faculdade de Saúde Pública da Universidade de São Paulo – FSP/USP); mestre e doutora em Saúde Pública (FSP/USP); pós-doutorado (Faculdade de Educação/USP). Docente do Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo e do Programa de Pós-Graduação em Educação Física da Universidade São Judas Tadeu. Pesquisadora do Projeto Temático MacroAmb (Fapesp 2015/03804-9). Editora adjunta da Revista Ambiente & Sociedade. Experiência nas áreas de interface da Educação, Saúde e Ambiente e Metodologias Participativas, como a Pesquisa-ação

Renata Hamilton de Ruiz é doutoranda do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP). Formada em Engenharia Ambiental e mestre em Engenharia de Produção pela COPPE/UFRJ. Seu foco de pesquisa atualmente é o processo de implementação de *smart grids* na Macrometrópole Paulista.

Robson da Silva Moreno é formado em Arquitetura e Urbanismo pela Pontifícia Universidade Católica de Campinas (PUC-Campinas); mestre em Estruturas Ambientais Urbanas pela Faculdade de Arquitetura e Urbanismo da Universidade de São Paulo (FAU-USP); doutorando pelo Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território, da Universidade Federal do ABC (PGT-UFABC). Atua como pesquisador do projeto temático FAPESP "Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática". É servidor

público do Departamento de Resíduos Sólidos do Serviço Municipal de Saneamento Ambiental de Santo André (DRS/SEMASA) e professor do curso de Pós-Graduação "Arquitetura, Cidade e Sustentabilidade" no Centro Universitário Belas Artes.

Rodolfo Moura é doutorando e mestre em Planejamento e Gestão do Território, Engenheiro Ambiental e Urbano e bacharel em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do ABC – UFABC. Pesquisador no Laboratório de Gestão de Riscos – LabGRis da UFABC e do Projeto Temático Fapesp "Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática (2017-2022)".

Rosana Laura é Engenheira Ambiental e Urbana, com graduação sanduíche em Engineering Management na School of Business – The College of New Jersey, e bacharel em Ciência e Tecnologia pela Universidade Federal do ABC – UFABC, onde cursa mestrado em Planejamento e Gestão do Território. Atualmente, é Analista Regional de Projetos e Resiliência no ICLEI América do Sul, além de pesquisadora responsável pelo gerenciamento do Projeto GovernAgua – Tranforming water governance in South America: From reaction to adaptation and antecipation no Brasil (2019 – Atual). Além disso, é pesquisadora no Laboratório de Planejamento e Gestão do Território – LaPlan da UFABC e no Projeto Temático Fapesp "Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática (2018-atual)". Se dedica ao tema de adaptação às mudanças climáticas a partir de soluções integradas na gestão de recursos hídricos, soluções baseadas na natureza e economia solidária.

Rosilene Santos é doutoranda em Planejamento e Gestão do Território (UFABC/2020-2024), Projeto de pesquisa "Potencialidades e limites da aprendizagem social no processo de governança ambiental e sua contribuição para o planejamento e gestão do território; mestre em Ciência Ambiental (USP/2007-2009), título da dissertação "Governança da água e aprendizagem social no subcomitê da bacia hidrográfica Cotia-Guarapiranga região metropolitana de São Paulo"; especialização em Gestão de Recursos Hídricos (UNB e UNITAU/2004-2005); graduações: Licenciatura Plena em Geografia (UNICSUL/2016); Tecnologia em Gestão Ambiental (FMU/2013-2014); Serviço Social (FMU/1994-1997). Atua como docente desde fevereiro/2011 – Faculdades Metropolitanas Unidas (FMU), em cursos da área ambiental e social.

Ruth Ferreira Ramos é bacharel e licenciada em Ciências Biológicas pelo Centro Universitário Fundação Santo André; mestre e doutoranda em Planejamento e Gestão do Território pela Universidade Federal do ABC. Atualmente é Diretora de Meio Ambiente na Prefeitura de Taboão da Serra. Atua como pesquisadora do projeto temático FAPESP "Governança Ambiental na Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática". Tem experiência em política e planejamento ambiental.

Sameh Adib Abou Rafee possui graduação em Engenharia Ambiental pela Faculdade União das Américas (2012), tendo sido condecorado com a Láurea Acadêmica da Instituição. Concluiu o mestrado em Engenharia Ambiental pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2015) e dupla-titulação de doutorado em Meteorologia pela Universidade de São Paulo (2020) e em Engenharia de Recursos Hídricos pela Universidade de Lund, Suécia (2020). Recentemente concluiu o pós-doutorado pelo Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG-USP, 2021). Suas linhas de pesquisa incluem modelagem hidrológica, visando à avaliação do impacto das mudanças no uso e cobertura da terra e variabilidade climática, e modelagem atmosférica, atuando na avaliação de diferentes fontes de emissões de poluentes atmosféricos.

Samia Nascimento Sulaiman possui graduação e licenciatura em Letras e mestrado e doutorado em Educação, todos pela Universidade de São Paulo (USP). Pesquisadora colaboradora do Laboratório de Gestão de Riscos (LabGRis) da Universidade Federal do ABC (UFABC). Docente no Departamento de Práticas Educacionais e Currículo, Centro de Educação, na Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN).

Sigrid de Aquino Neiva é bacharela em Engenharia Florestal, mestre em Ciência Florestal, ambos concluídos pela Universidade Federal de Viçosa (UFV) e especialista em Engenharia de Segurança do Trabalho pela Faculdade Estácio de Sá. Atualmente, é doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Energia da Universidade de São Paulo no Instituto de Energia e Ambiente (IEE-USP), sendo bolsista CAPES. É membro do grupo de pesquisa em Governança Energética (GPGE-USP) desde março de 2021. A sua pesquisa tem enfoque nas questões de energia e como elas se relacionam com as teorias de gênero e políticas feministas.

Silvana Zioni é professora Associada no Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas da Universidade Federal do ABC, atua nos Bacharelados de Ciências e Humanidades e de Planejamento Territorial e, também, no programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território. Possui graduação em Arquitetura e Urbanismo pela Universidade de São Paulo (USP), mestrado em Estruturas Espaciais Urbanas (USP) e doutorado em Planejamento Urbano e Regional pela Universidade de São Paulo (USP).

Sonia Maria Gaspar Lontro Hermsdorff é doutoranda do Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo (IEE/USP); bolsista CAPES processo 88887.354695/2019_00. Sua pesquisa atual tem foco na questão da energia na Macrometrópole Paulista, com ênfase em políticas públicas voltadas à geração distribuída em municípios com alto consumo residencial. Possui larga experiência como docente, bem como no terceiro setor, no setor público, em consultorias e empresas privadas do setor elétrico.

Solange Alves Duarte dos Santos é doutoranda em Planejamento e Gestão do Território, pela Universidade Federal do ABC – UFABC, mestrado em Geografia – Análise Ambiental e Dinâmica Territorial, pela Universidade Estadual de Campi-

nas-UNICAMP (2005), Especialização em Gestão Pública Municipal pela UNIFESP/UAB (2017), especialização em Gestão e Conservação de Espaços Naturais, pela FUNIBER, SC (2013) e especialização em Planejamento Ambiental, pela Universidade Federal Fluminense-UFF (1992). Atuação como bióloga na Prefeitura de Guarulhos desde 2002. Experiência na área de Ciências Ambientais, com ênfase em planejamento, gestão, conservação da biodiversidade e educação ambiental, além de elaboração e gestão de planos e projetos e projetos socioambientais e demais temas ligados ao planejamento ambiental. Atuação na Prefeitura Municipal de Paraty-RJ, como bióloga na área ambiental, incluindo agricultura e pesca.

Thais Fujita é doutoranda no programa de pós-graduação em Meteorologia no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas (IAG) da Universidade de São Paulo. Possui graduação em Engenharia Industrial Elétrica pela Universidade Tecnológica Federal do Paraná (2014) e mestrado em Engenharia Ambiental pela mesma universidade (2018). Atualmente estuda a causalidade das mudanças de longo prazo da bacia do rio Paranapanema pelo emprego de indicadores de alterações, índices padronizados e modelagem hidrológica. O projeto de pesquisa de doutoramento investiga as influências das atividades humanas e a variabilidade climática sobre os principais elementos do ciclo hidrológico e, assim, dedica-se a fornecer informações à formulação e implementação de regras de operação de reservatórios levando em consideração a interdependência desses sistemas.

Thamiris Luisa de Oliveira Brandão Campos é bolsista de pós-doutorado da FAPESP no Instituto de Astronomia, Geofísica e Ciências Atmosféricas da Universidade de São Paulo. Possui graduação em Meteorologia pela Universidade Federal do Pará (2010), mestrado em Meteorologia pela Universidade Federal do Rio de Janeiro (2013) e doutorado em Meteorologia pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (2018). Durante a graduação pesquisou sobre o impacto que os eventos extremos de precipitação causam na cidade e sociedade de Belém-PA. No mestrado buscou entender os padrões de variabilidade de baixa frequências das escalas intrassazonais, interanuais e interdecadais que influenciam na precipitação da Amazônia. Teve experiência profissional no Sistema de Alarme Sonoro do Rio de Janeiro e no Alerta Rio, e percebeu a necessidade de aprimorar a previsão de curto prazo. Ingressou no doutorado e especializou-se em estudos nas áreas de Assimilação de Dados, Modelagem Numérica com o modelo WRF, Linhas de Instabilidade e Vapor d´água estimado por GPS de base terrestre. Atualmente desenvolve pesquisas no projeto Governança Ambiental da Macrometrópole Paulista face à variabilidade climática.

Vanessa Lucena Empinotti é Engenheira Agrônoma graduada pela UFPR, mestre em Ciência dos Solos pela UFRGS e doutora em Geografia, com especialização em Desenvolvimento Sustentável pela University of Colorado – Boulder – EUA. Professora Adjunta do Centro de Engenharia, Modelagem e Ciências Sociais Aplicadas e do Programa de Pós-Graduação em Planejamento e Gestão do Território na UFABC. Pesquisadora do laboratório LabJuta – Laboratório de Justiça

Territorial e coordenadora do Grupo de Pesquisa eco.t – Ecologia Política, Território e Planejamento. Faz parte da rede de pesquisa Experiências em Insegurança Hídrica na escala Domiciliar – HWISE (Household Water Insecurity Experiences/USA) e é co-coordenadora da rede Experiences em Insegurança Hídrica Domiciliar no Brasil. Sua pesquisa se concentra nas áreas de governança socioambiental, com foco em insegurança hídrica, relações entre o rural e o urbano e planejamento territorial a partir da perspectiva da Ecologia Política.

Vanessa Rafaelle Soares de Lima é graduada em Tecnologia em Hidráulica e Saneamento Ambiental e Controle de Obras (FATEC) e mestranda no Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública – FSP/USP.

Vânia Maria Nunes dos Santos é Socióloga, possui mestrado em Educação pela FEUSP. Doutorado em Ciências: Ensino e História de Ciências da Terra pelo Instituto de Geociências da UNICAMP. Pós-doutorado em Educação pela FEUSP. Pós-doutorado em Ciência Ambiental pelo Instituto de Energia e Ambiente da USP. Pós-doutorado em Ensino de Geociências pelo DGRN do Instituto de Geociência da UNICAMP. Professora colaboradora permanente do Programa de Pós-Graduação em Ensino e História de Ciências da Terra do Instituto de Geociências da UNICAMP. Professora colaboradora do Programa de Pós-Graduação em Geociências do Instituto de Ciências Exatas da Universidade Federal do Amazonas-UFAM. Pesquisadora associada do Núcleo de Apoio à Pesquisa em Patrimônio Geológico e Geoturismo do Instituto de Geociências da USP; do Grupo de Estudos e Acompanhamento em Governança Ambiental do Instituto de Energia e Ambiente da USP. Trabalha com educação, ambiente e políticas públicas em governos locais, desde 1994, com assessoria e consultoria técnica para a elaboração, desenvolvimento e coordenação geral de projetos e programas de educação ambiental e mobilização social e de formação de professores.

Victor Uehara Kanashiro é artista e pesquisador de pós-doutorado do Centro de Síntese USP Cidades Globais no Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo. Doutor em Ciências Sociais e mestre em Sociologia pela Unicamp, é bacharel em Economia pela USP e em Ciências Sociais pela PUC-SP. Atualmente realiza pesquisa sobre cultura e regeneração de rios em São Paulo e experiências internacionais.

Vitor Martins Gonçalves é arquiteto e urbanista (2010) graduado pela Universidade Presbiteriana Mackenzie, especialista em Aeroportos (2015) pelo Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de São Paulo (IFSP), mestrando em Planejamento e Gestão do Território pela Universidade Federal do ABC (UFABC) e graduando em Ciência e Tecnologia pela mesma instituição. Possui experiência em arquitetura, especialmente nas seguintes áreas: arquitetura industrial, edifícios corporativos, restauro e arquitetura hospitalar. É professor e coordenador de curso técnico em Edificações no Centro Estadual de Educação Tecnológica Paula Souza.

Walter Mendes é engenheiro civil formado pela Universidade Estadual do Maranhão, (2005). Possui mestrado (2009) e doutorado em Ciências pelo Programa de Pós-Graduação em Engenharia de Infraestrutura do Instituto Tecnológico de Aeronáutica – ITA, (2021). Tem experiência na área de Engenharia Civil, com ênfase em Hidrologia e Recursos Hídricos, atuando principalmente nos seguintes temas: mudanças climáticas, modelos hidrológicos, sistemas de drenagem e abastecimento urbano de água.

Wilson Cabral de Souza Jr. é graduado em Oceanologia pela Universidade Federal do Rio Grande (1996), mestre em Sensoriamento Remoto pelo Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais (1999), e doutor em Economia pela Universidade Estadual de Campinas (2003), com Phd Sandwich pela University of London (2002). Realizou pesquisas de pós-doutorado junto ao Instituto de Energia e Ambiente da Universidade de São Paulo e ao Sustainability Research Centre da Universidade de Sunshine Coast/Austrália. Atualmente é professor Associado do Instituto Tecnológico de Aeronáutica. Tem experiência em Gestão de Recursos Hídricos e Economia Ambiental e Ecológica, atuando principalmente nos seguintes temas: modelagem hidrológica, modelagem ambiental e ecológica, instrumentos econômicos de gestão ambiental, estudos de impactos ambientais e análise econômico-ambiental de empreendimentos de infraestrutura. É autor do livro "Gestão das águas no Brasil: reflexões, diagnósticos e desafios", dentre outros.