



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 decréscimo 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 acerrar 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 lidar 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 podzólicos, 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 Köppen 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. Araçariгуama, 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 MapBiomias 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 MapBiomias, 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, Parai-buna, 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), Araçatiguama (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 legislar 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 compo-rtam 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.

Concluimos 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-JOHNSON, 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**. UFRJ, 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.; BERGSMAN 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 climático 2014: Impactos, adaptación, y vulnerabilidad – Resumen para responsables de políticas. 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 políticas locais e subnacionais de enfrentamento das mudanças climáticas em áreas urbanas: evidências 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 às 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 MapBiomias: 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 higrótérmico 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 Parai-buna, 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.