

EVENTOS EXTREMOS, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ADAPTAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO¹

GABRIELA MARQUES DI GIULIO²
ROGER RODRIGUES TORRES³
MARIA DA PENHA VASCONCELLOS⁴
DIEGO R. G. C. BRAGA⁵
ROSA MARIA MANCINI⁶
MARIA CARMEN LEMOS⁷

1 Introdução

Nos últimos anos, extensa bibliografia tem se dedicado à análise do papel das cidades frente às mudanças climáticas, reconhecendo sua importância em diversos aspectos da vida e do ambiente. Se, de um lado, as cidades são responsáveis pelas altas fontes de emissão de gases de efeito estufa; por outro, são importantes na elaboração e condução de estratégias de enfrentamento associadas à mitigação e adaptação (BULKELEY, 2010; BULKELEY, BROTO, 2013; AYLETT, 2014; LECK, ROBERTS, 2015; RYAN, 2015). Recentemente, organismos internacionais como as Nações Unidas têm enfatizado, por meio de suas agendas, a necessidade de olhar as cidades não somente como executoras de políticas de interesse nacional e estadual, mas, e especialmente, como geradoras de soluções para problemas globais e locais partilhadas com seus cidadãos (HABITA-ONU, 2017).

No Brasil, país que registra altos índices de população vivendo em áreas urbanas – mais de 80% –, as cidades são foco de atenção quando o tema é mudança do clima, especialmente porque concentram as áreas mais suscetíveis a enfrentarem os impactos mais severos, como eventos extremos de precipitação e temperatura (NOBRE et al., 2010).

1. Os autores agradecem à coordenação do PMVA pelo acesso aos questionários e aos seguintes financiamentos de pesquisa: Fapesp – Proc. 2014/50313-8; CNPq – Proc. 446032/2015-8; U-M/Brazil partnership. Agradecem também ao Vitor Cesar Vaneti pela elaboração do banco de dados e à Inamara Viana pela revisão das tabelas.

2. Doutora em Ambiente e Sociedade, docente do Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. E-mail: ggiulio@usp.br. <https://orcid.org/0000-0003-1396-9788>

3. Doutor em Meteorologia, docente do Instituto de Recursos Naturais, Universidade Federal de Itajubá. E-mail: roger.torres@unifei.edu.br

4. Doutora em Saúde Pública, docente do Departamento de Saúde Ambiental, Faculdade de Saúde Pública, Universidade de São Paulo. E-mail: mpvascon@usp.br

5. Mestrando em Planejamento e Gestão do Território, Universidade Federal do ABC. E-mail: diego1987@gmail.com

6. Doutoranda em Ciência Ambiental, Universidade de São Paulo. E-mail: rmancini@sp.gov.br

7. Doutora em Ciência Política, docente da School for Environment and Sustainability, University of Michigan. E-mail: lemos@umich.edu

Esses impactos tendem a exacerbar riscos comumente existentes nas cidades brasileiras, bem como inadequações nas capacidades dos governos locais para tratar déficits na infraestrutura e no oferecimento de serviços básicos (DI GIULIO, VASCONCELLOS, 2014).

Ainda que tenha investido esforços para integrar a questão climática em suas políticas e diretrizes, o Brasil como um todo desempenha papel conservador nesta temática (BASSO, VIOLA, 2017), apresentando inconstância nas ações e recursos investidos. Poucas são as cidades brasileiras que incorporaram nas suas agendas as mudanças do clima como norteadoras de políticas públicas (BARBI, 2015). Os entraves podem ser pensados também à luz de carências e inadequações relacionadas ao incipiente registro de dados fundamentais para tomada de decisão, monitoramento, ações de proteção e prevenção – fato ainda comum nos municípios brasileiros. O Estado de São Paulo (SP) nesse aspecto não se distingue dos demais estados da federação. Ainda que o maior estado brasileiro em termos de população, com mais de 43 milhões de habitantes, e de desenvolvimento econômico, responsável por mais de 32% do PIB nacional (SEADE, 2018), seja considerado um dos precursores na questão climática em âmbito brasileiro, com avanços em aspectos jurídicos e legais, como a elaboração da Política Estadual de Mudanças Climáticas em 2009 e do Protocolo Climático em 2015, as ações concretas têm sido limitadas (SIMÕES et al., 2017). O Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia (GLOBAL COVENANT OF MAYORS FOR CLIMATE & ENERGY, 2017)⁸, por exemplo, contou com adesão de apenas 33 cidades brasileiras, sendo somente três de SP, inclusive com a ausência da capital.

Neste cenário, argumentamos neste artigo que as soluções dadas até a presente data, por meio do incentivo, por exemplo, à formação de comitês, fóruns ou observatórios do clima – apropriadas ou não –, ainda não têm impulsionado a internalização da questão climática nos municípios brasileiros. Esse déficit aliado à ausência ou ao pouco conhecimento sobre o que está de fato em jogo quando se trata de mudanças climáticas – como amplitude das consequências e impactos nos mais diversos setores sociais, econômicos, culturais, habitacionais, mobilidade, e na própria vida, considerando a importância da agenda urbana local, neste século 21, no contexto macro político global – desvela a necessidade de análises mais refinadas sobre as interfaces entre as cidades brasileiras e a mudança do clima.

Essas preocupações estão na base deste artigo, que traz uma análise de dados secundários provenientes do preenchimento de questionários sobre mudanças climáticas e adaptação por agentes municipais que atuam em cidades paulistas. Os questionários foram encaminhados a todos os municípios paulistas por meio da Coordenação do Programa Município VerdeAzul (PMVA), ligado à Secretaria de Meio Ambiente do Estado de SP (SMA), no ano de 2015, e respondidos naquele mesmo ano. Cabe destacar que, em 2015, o Estado de SP enfrentava, com diversos níveis de intensidade nos seus diferentes municípios, uma crise hídrica associada à falta de chuvas nos verões de 2013/2014 e 2014/2015 e às ineficiências em termos de gerenciamento de recursos hídricos.

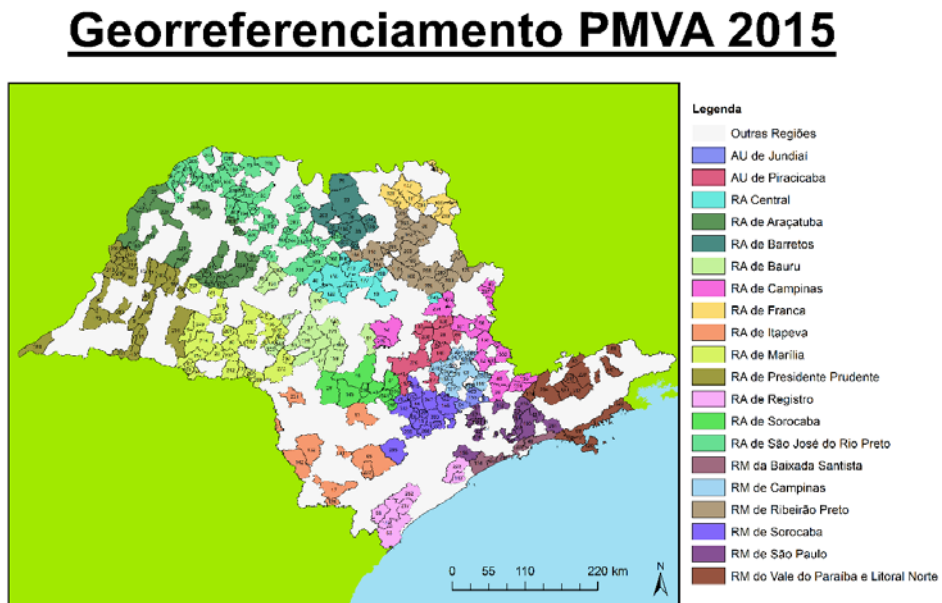
8. Disponível em: <<http://sams.iclei.org/novidades/noticias/arquivo-de-noticias/2017/mais-de-30-cidades-brasileiras-assumem-o-compromisso-com-o-pacto-global-de-prefeitos-pelo-clima-e-energia-em-recife.html>>, acesso em 15/10/2018.

Com base em um referencial teórico sobre governança climática urbana, que destaca o papel que os governos locais desempenham na proposição de estratégias para lidar com as mudanças climáticas (BULKELEY, 2010; BULKELEY, BROTO, 2013; AYLETT, 2014; LECK, ROBERTS, 2015; RYAN, 2015), o artigo apresenta e discute as informações providas pelos agentes municipais sobre a ocorrência de eventos climáticos extremos nos municípios paulistas, os impactos desses eventos para diferentes setores, as percepções sobre as mudanças climáticas e as ações mais comumente adotadas pelas gestões públicas municipais. A análise dos dados permite direcionar o artigo para uma pergunta central no contexto da governança climática urbana: quais são as barreiras e entraves que dificultam o processo de adaptação dessas cidades?

2 Aspectos metodológicos

O artigo estrutura-se a partir de análise do questionário sobre mudanças climáticas e adaptação aplicado pela Coordenação do PMVA, ligado à SMA, no ano de 2015, aos 645 municípios do Estado de SP. O número de questionários válidos preenchidos por agentes públicos municipais foi de 332, o que corresponde a 51,5% do total de municípios do Estado. A figura 1 apresenta um mapa indicando os municípios respondentes.

Figura 1 – Georreferenciamento dos municípios que responderam ao questionário sobre mudanças climáticas e adaptação enviado em 2015 no âmbito do PMVA-SMA, com indicação das aglomerações urbanas, regiões administrativas e regiões metropolitanas a que pertencem.



Fonte: Elaboração própria

O instrumento aplicado abarca o perfil do respondente; informações sobre o município; percepção dos eventos climáticos (frequências e impactos); ações de enfrentamento; respostas às mudanças climáticas; e informações sobre o fenômeno em si. O acesso às respostas dos questionários ocorreu em 2016⁹.

Para análise do material acessado, foi elaborado um banco de dados, utilizando-se o software *Statistical Package for Social Sciences* (SPSS) para verificação de consistência dos dados e conversão de valores de resposta.

3 Contextualização - O Programa Município VerdeAzul (PMVA)

Desde 2007/2008, a SMA desenvolve o PMVA, uma plataforma que busca estimular a construção de uma agenda de sustentabilidade comum ao Estado e com adesão voluntária por parte das administrações municipais. As regras para participação no Programa são anualmente editadas, mas implicam no cumprimento de alguns passos, dentre eles: 1) Assinatura pelo Prefeito Municipal do Termo de Adesão ao Protocolo de Intenções Município VerdeAzul; 2) Conhecimento das Diretivas Ambientais, compostas por um conjunto de ações relevantes para a gestão ambiental municipal; 3) Nomeação de um técnico, chamado de “Interlocutor”, que será o representante da Prefeitura Municipal junto à SMA, e que é o responsável pela coleta de dados junto às várias secretarias e departamentos da Prefeitura, além de repassá-los à SMA e assim ser formada uma rede de compromissos.

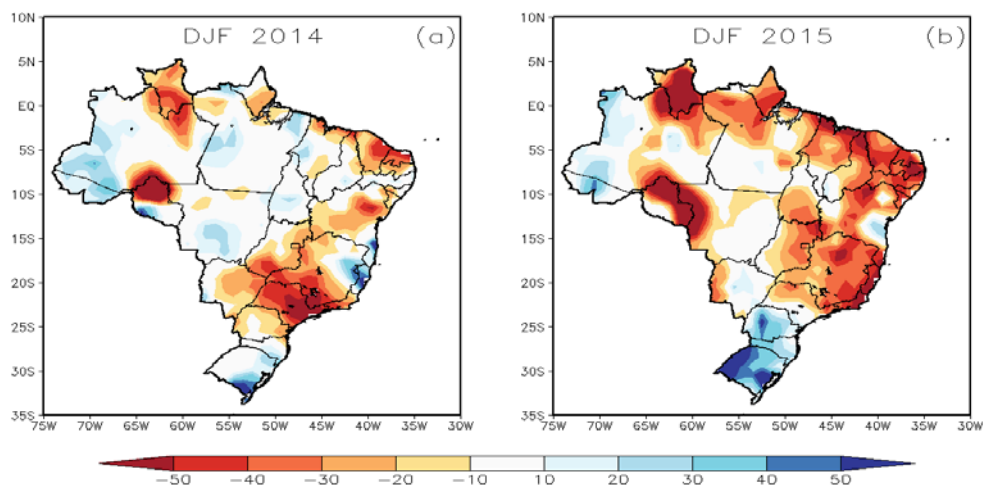
As diretivas do PMVA sinalizam que os interlocutores devem se dedicar a uma gama extensa de temas e estarem alertas ao seu entorno (MANCINI, 2016), o que os qualifica para resposta às questões analisadas neste artigo. Entende-se que os interlocutores que responderam o questionário no âmbito do PMVA são figuras estratégicas nos municípios, na medida em que circulam pelas várias secretarias e suas atuações no âmbito da gestão municipal têm conexões diretas com os problemas ambientais.

4 Contextualização climática do período analisado

Durante o verão de 2013/2014 a janeiro de 2016, a região Sudeste enfrentou uma intensa seca, sendo esta a pior já registrada desde 1961 pelas estações meteorológicas instaladas na região (COELHO et al., 2016a,b; CAVALCANTI et al., 2017). O pico da estação chuvosa na região ocorre entre dezembro e fevereiro, quando os maiores volumes de precipitação são geralmente encontrados, enquanto os valores mínimos são encontrados de junho a agosto (REBOITA et al., 2010; MARENCO, ALVES, 2016). Durante esses meses, os padrões climatológicos normais (médias de dados climatológicos calculados para períodos consecutivos de 30 anos) de precipitação acumulada para a região é de 500 a 800 mm (COELHO et al., 2016a). No entanto, em 2014, ano mais seco do período, algumas localidades da região Sudeste experimentaram déficits de precipitação de mais de 300 mm (Figura 2), ou seja, aproximadamente 50% a menos de chuva do que a normal climatológica (COELHO et al., 2016a,b; TAFFARELLO et al., 2016).

9. O acesso aos questionários pelo grupo de pesquisadores foi possível apenas em meados de 2016 em decorrência de problemas político-administrativos na SMA; em seguida seus resultados foram analisados como dados secundários.

Figura 2 – Anomalia de precipitação (%) para os meses de verão (dezembro a fevereiro - DJF) de 2014 (a) e 2015 (b). Os dados de precipitação são provenientes do *Global Precipitation Climatology Centre - GPCC*.



Fonte: Elaboração própria

Este evento meteorológico levou a uma série de impactos na disponibilidade de água, afetando recursos hídricos, produção de alimentos e energia (COELHO et al., 2016a,b; TAFFARELLO et al., 2016; NOBRE et al., 2016). Os reservatórios que abastecem as cidades de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte, por exemplo, estiveram em níveis perigosamente baixos no final de 2013 e início de 2014 e permaneceram muito baixos ao longo de 2014/2015, devido a estações chuvosas deficientes, acompanhadas por altas temperaturas ($\sim 2^{\circ}\text{C}$ acima da média) e aumento da demanda por água (TAFFARELLO et al., 2016; MARENGO, ALVES, 2016; NOBRE et al., 2016).

Diversos estudos têm se dedicado a analisar as causas físicas deste intenso evento de seca (e.g. COELHO et al., 2016; MARENGO, ALVES, 2016; CAVALCANTI et al., 2017), assim como seus impactos (e.g. NOBRE et al., 2016; TAFFARELLO et al., 2016). Tais estudos indicam que a principal causa da falta de chuvas foi a atuação de um sistema anômalo persistente de alta pressão atmosférica sobre a região Sudeste, o qual agiu de forma a inibir o movimento ascendente do ar e conseqüentemente dificultou a formação de nuvens (MARENGO, ALVES, 2016), além de servir como uma barreira para o transporte de umidade que vem da Amazônia para a região (CAVALCANTI et al., 2017). Além disso, Seth et al. (2015) e Coelho et al. (2016a) identificaram que tal sistema anômalo de alta pressão atmosférica esteve correlacionado com águas mais quentes do que a normal climatológica na região sudoeste do Oceano Atlântico Sul e oeste do Oceano Pacífico tropical.

Para além das condições meteorológicas e atmosféricas, estudos reconhecem essa crise hídrica como uma conjunção de fatores que incluem também a falta e/ou inadequação de gerenciamento de recursos hídricos (MARENGO et al., 2015), evidenciando

importantes discussões quanto a perdas elevadas na rede de abastecimento, conflitos de interesse nos modelos de concessão, fontes alternativas de abastecimento, comportamentos relacionados à segurança hídrica e sustentabilidade e justiça pela água (SORIANO et al., 2016).

5 Dados dos questionários respondidos

5.1 Perfis dos interlocutores institucionais

Considerar a formação e familiaridade com as áreas das ciências ambientais, no contexto do questionário aplicado pela SMA, foi importante para compreender se há ou não correspondência entre o perfil dos interlocutores e os temas propostos pela Secretaria. Neste sentido, uma análise do perfil dos respondentes revela que a maior parte tem ensino superior completo (75%), destacando-se quatro cursos superiores mais comuns: Agronomia, 14,2%; Engenharia Ambiental, 12,7%; Biologia, 11,7%; e Gestão Ambiental, 9,6%. Esses respondentes estão alocados em diferentes setores dentro das prefeituras, destacando-se: secretarias (34,9%) e departamentos/setores/diretorias ligados a questões ambientais (27,7%); e defesa civil (20,2%).

5.2 Ocorrência de eventos climáticos extremos

Conceitua-se, neste artigo, de acordo com a literatura, o conjunto de eventos extremos climáticos que inclui: a) inundações, enchentes e alagamentos; b) deslizamentos, desmoronamentos e escorregamentos de terra; c) seca. Desses eventos, a seca foi apontada como o evento mais presente pelos respondentes nos dois anos (em 2014, com 38,6% das respostas; em 2015, com 29,8%), como mostra a tabela 1.

Tabela 1 – Ocorrência de eventos climáticos nos anos de 2014 e 2015.

Evento	2014							
	Sim		Não		NR		Total	
	N.abs.	%	N.abs.	%	N.abs.	%	N.abs.	%
Inundações, enchentes e alagamentos	98	29,5	133	40,1	101	30,4	332	100,0
Deslizamentos, desmoronamentos e escorregamentos de terra	53	15,0	166	50,0	113	34,0	332	100,0
Seca	128	38,6	102	30,7	102	30,7	332	100,0
Nenhum desses eventos ocorre	56	16,9	0	0,0	276	83,1	332	100,0
Outros eventos	45	13,6	131	39,5	156	47,0	332	100,0

Evento	2015							
	Sim		Não		NR		Total	
	N.abs.	%	N.abs.	%	N.abs.	%	N.abs.	%
Inundações, enchentes e alagamentos	88	26,5	140	42,2	104	31,3	332	100,0
Deslizamentos, desmoronamentos e escorregamentos de terra	41	12,3	171	51,5	120	36,1	332	100,0

Seca	99	29,8	127	38,3	106	31,9	332	100,0
Nenhum desses eventos ocorre	52	15,7	17	5,1	263	79,2	332	100,0
Outros eventos	43	13,0	131	39,5	158	47,6	332	100,0

Fonte: PMVA-SMS. Elaboração: VCV

Nota: NR “não respondeu”

5.3 Impactos dos eventos climáticos extremos

Sobre os impactos desses eventos, observa-se que houve maior adesão de respostas, nos três eventos analisados, aos níveis de risco muito baixo e baixo para os quatro setores colocados no questionário: população, infraestrutura, economia e saúde, como mostra a tabela 2.

Tabela 2- Impactos de eventos climáticos na população, infraestrutura, economia e saúde.

Impacto na população	Evento					
	Inundações, enchentes e alagamentos		Deslizamentos, desmoronamentos e escorregamentos de terra		Seca	
	N.abs.	%	N.abs.	%	N.abs.	%
1 - Muito baixo	59	17,8	68	20,5	36	10,8
2 - Baixo	48	14,5	22	6,6	34	10,2
3 - Médio	52	15,7	17	5,1	49	14,8
4 - Alto	19	5,7	18	5,4	37	11,1
5 - Muito alto	17	5,1	6	1,8	23	6,9
NR	137	41,3	201	60,5	153	46,1
Total	332	100,0	332	100,0	332	100,0

Impacto na infraestrutura	Evento					
	Inundações, enchentes e alagamentos		Deslizamentos, desmoronamentos e escorregamentos de terra		Seca	
	N.abs.	%	N.abs.	%	N.abs.	%
1 - Muito baixo	78	23,5	65	19,5	68	20,5
2 - Baixo	46	13,9	26	7,8	44	13,3
3 - Médio	40	12,0	20	6,0	33	9,9
4 - Alto	19	5,7	10	3,0	20	6,0
5 - Muito alto	8	2,4	7	2,1	7	2,1
NR	141	42,5	204	61,4	160	48,2
Total	332	100,0	332	100,0	332	100,0

Impacto na Economia	Evento					
	Inundações, enchentes e alagamentos		Deslizamentos, desmoronamentos e escorregamentos de terra		Seca	
	N.abs.	%	N.abs.	%	N.abs.	%
1 - Muito baixo	90	27,1	83	25,0	42	12,7
2 - Baixo	50	15,1	22	6,6	29	8,7
3 - Médio	32	9,6	14	4,2	51	15,4
4 - Alto	10	3,0	3	0,9	38	11,4
5 - Muito alto	2	0,6	2	0,6	21	6,3
NR	148	44,6	208	62,7	151	45,5
Total	332	100,0	332	100,0	332	100,0

Impacto na Saúde	Evento					
	Inundações, enchentes e alagamentos		Deslizamentos, desmoronamentos e escorregamentos de terra		Seca	
	N.abs.	%	N.abs.	%	N.abs.	%
1 - Muito baixo	96	28,9	83	25,0	41	12,3
2 - Baixo	41	12,3	25	7,5	24	7,2
3 - Médio	32	9,6	10	3,0	54	16,3
4 - Alto	11	3,3	6	1,8	38	11,4
5 - Muito alto	4	1,2	1	0,3	23	6,9
NR	148	44,6	207	62,3	152	45,8
Total	332	100,0	332	100,0	332	100,0

Fonte: PMVA-SMS. Elaboração: VCV

5.4 Percepção sobre mudanças climáticas

As respostas permitem identificar a opinião dos respondentes sobre a presença das mudanças climáticas nos municípios e se estas alterações constituem em um problema a ser enfrentado nestas cidades. A análise mostra que, para 88% dos respondentes, o fenômeno está presente nos seus municípios (6,3% sinalizaram que não e 5,7% não responderam). Quando questionados se a mudança climática é um problema a ser enfrentado nos seus municípios, 81,9% responderam que sim; 11,1% não e 6,9% não responderam. Sobre o seu nível de preocupação (individual) com as mudanças climáticas no seu município, uma expressiva porcentagem dos respondentes indicou que a preocupação era alta (31,9%) e muito alta (19,3%).

Sobre os aspectos mais afetados pelas mudanças climáticas, em escala de importância de 1 a 6, sendo 6 mais importante, a maioria (53,9%) respondeu que seriam os rios, córregos e bacias hidrográficas. Plantas e animais (38,6%) e população mais pobre (33,7%) foram apontados a seguir em grau de importância. Sobre eventos e fatos ocorridos nos últimos cinco anos nos municípios, a maioria expressiva apontou maior ocorrência de ondas de calor (90,7%) e períodos maiores de seca (88,3%). Foram reconhecidos pela maioria

também aumento de áreas construídas no território do município (75,3%), aumento da população local (59,3%) e diminuição de água subterrânea (51,5%).

5.5 Ações dos municípios

O conjunto de respostas sobre ações mais comumente adotadas pelos municípios reforça a constatação de ações rotineiras exercidas pela defesa civil, ou seja, contenção e respostas pontuais de intervenção auxiliadas por práticas solidárias. Dentre estas, destacam-se, interdição de acesso a áreas de risco, comunicação de alertas, distribuição de alimentos e água e solicitação de ajuda do governo estadual.

Observamos que os respondentes citam como necessárias políticas públicas de médio e longo prazo que, espera-se, sejam objeto de execução das secretarias às quais estão vinculados em nível de ação local. Neste sentido, de uma lista de ações mencionadas no questionário que seriam adotadas nos municípios e compreendidas como prioritárias pelos respondentes (numa escala de 1 a 5, sendo 5 mais importante), receberam a maior porcentagem de respostas como mais importantes: educação ambiental (46,7%), preservação da mata ciliar e dos mananciais (com 34,9% e 34% respectivamente) e plantio de árvores (30,1%). Da lista de ações mencionadas e que seriam associadas diretamente às questões climáticas, cinco se destacaram: preservação da mata ciliar (92,2%), plantio de árvores (91,3%), preservação dos mananciais (88,3%), educação ambiental (84,3%), fontes renováveis de energia (76,5%) e incentivo ao plantio de plantas nativas da região (75%).

Dos 332 municípios, pouco mais de um terço – 113 (34%) – contam com algum plano específico para prevenção e resposta às situações de risco e emergência. Contudo, é mais expressiva ainda a porcentagem de municípios que, segundo os respondentes, apresentam Planos Diretores que não contemplam ações de prevenção e resposta às mudanças climáticas (63%) e aos eventos extremos (55,7%).

Outro dado relevante refere-se à participação dos municípios em associações, entidades e/ou redes relacionadas às mudanças climáticas. Embora 42,8% dos respondentes não tenham respondido à pergunta, a análise das respostas mostra que apenas 15,1% dos municípios participam de alguma associação, não especificada no questionário.

Quanto à responsabilidade atribuída por esses respondentes para prevenir problemas associados aos três conjuntos de eventos extremos climáticos, é possível observar que o governo, em seus três níveis, sai na frente dos outros grupos de atores, recebendo responsabilidade alta e muito alta, como mostra a tabela 3.

Tabela 3 - Escala de responsabilidade dos Governos federal, estadual e municipal, universidades, setor produtivo privado, individual e comunidade.

Escala de responsabilidade do Governo Federal	Evento					
	Inundações, enchentes e alagamentos		Deslizamentos, desmoronamentos e escorregamentos de terra		Seca	
	N.abs.	%	N.abs.	%	N.abs.	%
1 - Muito baixa	36	10,8	46	13,9	37	11,1
2 - Baixa	36	10,8	28	8,4	21	6,3
3 - Média	56	16,9	43	13,0	33	9,9
4 - Alta	46	13,9	49	14,8	60	18,1
5 - Muito alta	81	24,4	60	18,1	83	25,0
NR	77	23,2	106	31,9	98	29,5
Total	332	100,0	332	100,0	332	100,0

Escala de responsabilidade do Governo Estadual	Evento					
	Inundações, enchentes e alagamentos		Deslizamentos, desmoronamentos e escorregamentos de terra		Seca	
	N.abs.	%	N.abs.	%	N.abs.	%
1 - Muito baixa	15	4,5	24	7,2	32	9,6
2 - Baixa	25	7,5	23	6,9	17	5,1
3 - Média	62	18,7	50	15,1	38	11,4
4 - Alta	83	25,0	67	20,2	62	18,7
5 - Muito alta	70	21,1	63	19,0	83	25,0
NR	77	23,2	105	31,6	100	30,1
Total	332	100,0	332	100,0	332	100,0

Escala de responsabilidade do Governo Municipal	Evento					
	Inundações, enchentes e alagamentos		Deslizamentos, desmoronamentos e escorregamentos de terra		Seca	
	N.abs.	%	N.abs.	%	N.abs.	%
1 - Muito baixa	12	3,6	12	3,6	41	12,3
2 - Baixa	11	3,3	8	2,4	15	4,5
3 - Média	71	21,4	56	16,9	52	15,7
4 - Alta	67	20,2	61	18,4	45	13,6
5 - Muito alta	107	32,2	97	29,2	79	23,8
NR	64	19,3	98	29,5	100	30,1
Total	332	100,0	332	100,0	332	100,0

Escala de responsabilidade das universidades e centros de pesquisa	Evento					
	Inundações, enchentes e alagamentos		Deslizamentos, desmoronamentos e escorregamentos de terra		Seca	
	N.abs.	%	N.abs.	%	N.abs.	%
1 - Muito baixa	76	22,9	70	21,1	58	17,5
2 - Baixa	62	18,7	47	14,2	33	9,9
3 - Média	49	14,8	48	14,5	44	13,3
4 - Alta	25	7,5	24	7,2	37	11,1
5 - Muito alta	29	8,7	26	7,8	45	13,6
NR	91	27,4	117	35,2	115	34,6
Total	332	100,0	332	100,0	332	100,0

Escala de responsabilidade do setor produtivo privado	Evento				Seca	
	Inundações, enchentes e alagamentos		Deslizamentos, desmoronamentos e escorregamentos de terra			
	N.abs.	%	N.abs.	%	N.abs.	%
1 - Muito baixa	72	21,7	67	20,2	52	15,7
2 - Baixo	62	18,7	60	18,1	33	9,9
3 - Médio	57	17,2	43	13,0	40	12,0
4 - Alto	24	7,2	21	6,3	42	12,7
5 - Muito alto	28	8,4	26	7,8	51	15,4
NR	89	26,8	115	34,6	114	34,3
Total	332	100,0	332	100,0	332	100,0

Escala de responsabilidade Individual	Evento				Seca	
	Inundações, enchentes e alagamentos		Deslizamentos, desmoronamentos e escorregamentos de terra			
	N.abs.	%	N.abs.	%	N.abs.	%
1 - Muito baixa	56	16,9	60	18,1	62	18,7
2 - Baixa	40	12,0	39	11,7	20	6,0
3 - Média	70	21,1	56	16,9	44	13,3
4 - Alta	23	6,9	18	5,4	39	11,7
5 - Muito alta	51	15,4	40	12,0	54	16,3
NR	92	27,7	119	35,8	113	34,0
Total	332	100,0	332	100,0	332	100,0

Escala de responsabilidade da comunidade	Evento				Seca	
	Inundações, enchentes e alagamentos		Deslizamentos, desmoronamentos e escorregamentos de terra			
	N.abs.	%	N.abs.	%	N.abs.	%
1 - Muito baixa	33	9,9	34	10,2	52	15,7
2 - Baixa	37	11,1	38	11,4	24	7,2
3 - Média	76	22,9	69	20,8	49	14,8
4 - Alta	49	14,8	35	10,5	38	11,4
5 - Muito alta	55	16,6	44	13,3	62	18,7
NR	82	24,7	112	33,7	107	32,2
Total	332	100,0	332	100,0	332	100,0

Fonte: PMVA-SMS. Elaboração: VCV

Nota: NR "não respondeu"

6 Discussão

Embora a expectativa do PMVA seja a de que os respondentes desse questionário, no âmbito das funções que exercem na gestão municipal, tenham conexões diretas com as questões ambientais e, por sua qualificação profissional e circulação entre diversas secretarias/departamentos municipais, reúnam condições para preencher os dados adequadamente, chama atenção o alto percentual de ausências de respostas para diversas perguntas, particularmente aquelas sobre ocorrência de eventos climáticos, seus impactos em diferentes setores e escalas de responsabilidade na sua prevenção. Essa ausência de resposta pode ser interpretada à luz de três argumentos discutidos neste artigo e que estão na base dos entraves para o avanço do processo de adaptação às mudanças do clima.

O primeiro está relacionado às limitações quanto à organização e sistematização de informações, incluindo aquelas sobre registros de ocorrência de eventos, e de compartilhamento dessas informações entre secretarias e departamentos municipais. Originalmente, no questionário, a pergunta envolvia o registro livre pelo respondente do número de eventos ocorridos em 2014 e 2015. Para a análise dessas respostas, optou-se por interpretá-las quanto à ocorrência (sim, em caso de 1 ou mais eventos) ou não ocorrência desses eventos (em caso de registro 0) nos dois anos citados. Ainda assim, a taxa de não respostas para o conjunto dos três eventos nos dois anos mostra que pelo menos 3 em cada 10 respondentes optou por não responder ou não souberam responder ao que era solicitado. A organização, sistematização e disponibilização desse tipo de informação solicitada no questionário nem sempre é trivial na gestão pública; além disso, há dificuldades de comunicação interna entre as secretarias e departamentos, que nem sempre têm acesso às informações ou acompanham decisões e ações que são tomadas. Considerando a transversalidade das questões climáticas, a subdivisão de responsabilidades na gestão municipal e suas burocracias criam barreiras para uma colaboração mais efetiva entre secretarias e departamentos, dificultando o compartilhamento de informações e ações coordenadas (AYLETT, 2014).

O segundo argumento refere-se às dificuldades dos técnicos em conhecer e mensurar os impactos advindos dos eventos climáticos. Ainda que nos últimos anos seja expressivo o avanço no conhecimento científico sobre mudanças climáticas, suas causas e potenciais riscos e efeitos (IPCC, 2007, 2013), inclusive em âmbito brasileiro (NOBRE et al., 2010; AMBRIZZI et al. 2012; MAGRIN et al., 2014), em geral, o nível de uso da informação científica na tomada de decisões está aquém do desejado (KIRCHHOFF, 2013). É possível pensar que tal dificuldade esteja relacionada à apropriação e compreensão das informações geradas (DI GIULIO et al., 2016). Contudo, há outras desconexões que tendem a dificultar o uso da informação, como: (i) desconexão entre produção de conhecimento e sua aplicação, inviabilizada pela ausência ou inadequação de recursos econômicos, humanos e/ou tecnológicos na gestão de uma cidade; (ii) desconexão entre o conhecimento que é compreendido como necessário pelos pesquisadores e aquele que é demandado pelos gestores para planejamento e gestão. Essas lacunas constituem-se em obstáculos críticos, especialmente quando se trata de adaptação às mudanças climáticas, já que capacidade adaptativa é construída também com investimentos em informação e conhecimento (CARVALHO; FURTADO, 2015), considerando-se que a produção e os meios de distribuição e comunicação disponíveis podem encorajar instituições a se permitirem mudanças e incorporarem aprendizagem.

Finalmente, o terceiro argumento relaciona-se às dificuldades em estabelecer responsabilidades para lidar com os eventos extremos, ainda que haja uma tendência, considerando as respostas analisadas, em colocar o governo como sendo o maior responsável, comparativamente ao setor produtivo, universidades ou centros de pesquisa, indivíduos e comunidade. Neste sentido, ainda que se reconheça o importante papel que o poder público, especialmente o municipal/local, tem no processo de buscar sinergias entre adaptação e mitigação às mudanças climáticas e desenvolvimento sustentável por meio de experimentações, testando diferentes abordagens sociais e tecnológicas (DI GIULIO

et al., 2017), o enfrentamento das mudanças climáticas demanda sensibilização para mudanças de atitudes e comportamentos (RENN, 2011; GIDDENS, 2009). Coalizões multisetoriais, assim, são importantes para uma efetiva governança climática nas cidades (ROMERO-LANKAO et al., 2015; AYLETT, 2014; LECK, ROBERTS, 2015).

Mudanças climáticas e conexões com questões urbanas

A partir da análise dos questionários respondidos, evidenciam-se outras três barreiras importantes para o processo adaptativo das cidades paulistas: (i) dificuldades em atrelar gestão e política urbana com ações adaptativas; (ii) ausência ou ineficiência quanto a planos específicos para prevenção e respostas aos riscos climáticos; e (iii) participação limitada ou inexistente dos municípios em redes e entidades relacionadas às mudanças climáticas.

Ainda que exista um entendimento de que adaptação pode estar (e muitas vezes é) integrada às políticas públicas e ações já existentes, como planejamento urbano (UITTENBROEK et al., 2014), a maioria dos respondentes reconhece que os Planos Diretores vigentes nos seus municípios não contemplam ações de prevenções e respostas aos eventos extremos e às mudanças climáticas. Neste sentido, é possível pensar que esses municípios perdem a oportunidade de atrelar esse importante instrumento de gestão e política urbana, que rege as políticas de planejamento e abrange diversas áreas como infraestrutura, saneamento básico, transporte, ocupação do solo, entre outras, aos processos de ajustamentos para antecipar impactos adversos das mudanças climáticas que resultam na redução da vulnerabilidade. Perdem, portanto, a oportunidade de buscar melhorar sua capacidade adaptativa, entendida como o potencial de mudar para um estado mais desejável frente aos impactos ou riscos às mudanças do clima (EAKIN et al., 2014).

A análise dos questionários mostra também que a maioria das cidades não conta com plano específico para prevenção e resposta aos riscos e emergências. No Brasil, com a promulgação da Lei Federal 12.608, que instituiu a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC) em 2012, ficou estabelecida a necessidade de integração entre a PNPDEC e as políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, mudanças climáticas e as demais políticas setoriais, a fim de promover o desenvolvimento sustentável e desempenhar medidas mais efetivas para a redução dos riscos de desastres (BRASIL, 2012). Ao não contarem com um plano voltado para prevenção e resposta aos riscos e emergências, esses municípios fragilizam também sua capacidade adaptativa, particularmente a relacionada à dimensão específica, que pressupõe ferramentas e habilidades específicas necessárias para identificar, antecipar e responder efetivamente às ameaças climáticas (EAKIN et al., 2014).

Outra análise relevante refere-se à baixa participação dos municípios em associações, entidades e/ou redes relacionadas às mudanças climáticas. Estudos sinalizam que a participação em networks nacionais, internacionais e transnacionais amplia as oportunidades para os municípios, especialmente por facilitar a cooperação com outras cidades e a atração de investimentos do setor público e privado para ações que visam adaptação e desenvolvimento sustentável. Além disso, potencializa a habilidade dos técnicos e gestores

municipais em disseminar e aprender boas práticas (BULKELEY, 2010; SETZER et al., 2015; RYAN, 2015).

7 Conclusões

Os dados mostram que, embora a maioria dos respondentes acredite que as mudanças climáticas já estão presentes nos seus municípios e se constituem como problema real a ser enfrentado, persiste uma lacuna entre a percepção do fenômeno e sua concretude em termos de ações e estratégias no nível local. Como discutido neste artigo, para além das ausências de respostas sobre ocorrências, impactos e escalas de responsabilidades, chama atenção a compreensão de que as ações necessárias ainda estejam mais alinhadas a políticas públicas de médio e longo prazo focadas na atuação das próprias secretarias/departamentos aos quais os respondentes estão vinculados em nível de ação local – em sua maioria ligados à área ambiental ou defesa civil. Ainda que cumpram papéis importantes, essas divisões não são suficientes quando se trata de mudança do clima. Como diversos exemplos mostram, as ações locais, desde aquelas que buscam a minimização de gases de efeito estufa (mitigação) aos processos de ajustamentos (adaptação), tendem a ser mais facilmente implementadas quando buscam sinergias com políticas, recursos e outras medidas já existentes visando à sustentabilidade, qualidade de vida e infraestrutura. Se não pensadas e planejadas em uma perspectiva mais integrada, alinhadas aos problemas locais e, portanto, envolvendo diversas secretarias/departamentos municipais e população, dificilmente as mudanças climáticas passarão do status de objeto de preocupação para objeto impulsionador de ação. Um agravante neste cenário, como a análise mostra, é o fato de os Planos Diretores vigentes da maior parte desses municípios paulistas não contemplarem ações de prevenções e respostas aos eventos extremos e às mudanças climáticas.

Para além da dificuldade em atrelar gestão e política urbana às estratégias mitigadoras e adaptativas, este artigo evidencia outros importantes entraves que dificultam o processo de adaptação das cidades paulistas: sistematização e compartilhamento de informações; lacunas no conhecimento sobre impactos locais relacionados aos eventos climáticos; dificuldades em estabelecer responsabilidades para lidar com esses eventos; ausência e/ou limitação de planos específicos para prevenção e respostas aos riscos climáticos; e baixa adesão dos municípios a redes e entidades que tratam diretamente sobre mudanças do clima. Para além das importantes pistas sobre a governança climática urbana nas cidades paulistas, por meio da análise dos questionários respondidos, é importante destacar que, embora o instrumento aplicado no âmbito do PMVA tenha o mérito de captar como essas cidades começam a delinear ações e respostas às mudanças climáticas e evidenciar entraves que dificultam processos adaptativos, o questionário, na versão analisada nesse artigo, não foi replicado nas outras edições do programa. Essa descontinuidade é preocupante, uma vez que prejudica um olhar mais contínuo sobre como as cidades têm incorporado estas questões nas suas agendas, o que poderia, inclusive, direcionar estratégias da SMA para uma perspectiva mais integrada sobre mudanças climáticas no Estado de SP. Certamente, uma série histórica contemplando dados como os que o questionário buscou levantar é crucial para compreender como o maior estado

brasileiro, em termos de população e de desenvolvimento econômico, avança na adaptação e mitigação às mudanças do clima.

8 Referências

- AMBRIZZI, T. et al. **Sumário Executivo do Volume 1 – Base Científica das Mudanças Climáticas**. Contribuição do Grupo de Trabalho 1 para o 1º Relatório de Avaliação Nacional do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. PBMC, Rio de Janeiro, Brasil. 2012. 34p.
- AYLETT, A. **Progress and challenges in the Urban Governance of Climate Change: Results of a Global Survey**. Cambridge, MA: MIT, 2014.
- BARBI, F. Governing Climate Change in China and Brazil: Mitigation Strategies. **Journal of Chinese Political Science**, 21 (3), 357-370, 2015.
- BASSO, L.; VIOLA, E. From co-leader to loner: Brazilian wavering positions in climate change negotiations. In: ISSBENER, L.; LÉNA, P. (ed.). **Brazil in the Anthropocene: Conflicts between predatory development and environmental policies**. London: Routledge, 177-201, 2017.
- BRASIL. 2012. **Política Nacional de Proteção e Defesa Civil - PNPDEC**.
- BULKELEY, H. Cities and governing of climate change. **Annu. Rev. Environ. Resour.** 35, p.229–253, 2010.
- BULKELEY, H.; BROTO, V. Government by experiment? Global cities and the Governing of Climate Change. **Transactions of the Institute of British Geographers**, 38(3), 361-75, 2013.
- CARVALHO, S. A. D.; FURTADO, A. T. Os desafios da adaptação às mudanças climáticas globais. **Clima Com Cultura Científica - pesquisa, jornalismo e arte**, 2015.
- CAVALCANTI, I. F. A.; MARENGO, J. A.; ALVES, L. M.; COSTA, D. F. On the opposite relation between extreme precipitation over west Amazon and southeastern Brazil: observations and model simulations. **International Journal of Climatology**, 37 (9), 3606-3618, 2017.
- COELHO, C. A. S.; CARDOSO, D. H. F.; FIRPO, M. A. F. Precipitation diagnostics of an exceptionally dry event in São Paulo, Brazil. **Theoretical and applied climatology**, 125 (4) 769-784, 2016b.
- COELHO, C. A. S. et al. The 2014 southeast Brazil austral summer drought: regional scale mechanisms and teleconnections. **Climate Dynamics**, 46 (11), 3737-3752, 2016a.
- DI GIULIO, G. M.; VASCONCELLOS, M. P. Contribuições das Ciências Humanas para o debate sobre mudanças ambientais: um olhar sobre São Paulo. **Estudos Avançados**, v. 28, p. 41-63, 2014.
- DI GIULIO, G. M. et al. Adaptação climática: Fronteiras do conhecimento para pensar o contexto brasileiro. **Estudos Avançados**, v. 30, p. 25-41, 2016.

DI GIULIO, G. M. et al. Mudanças climáticas, riscos e adaptação na megacidade de São Paulo, Brasil. **Sustentabilidade em Debate**, v. 8, p. 75-87, 2017.

EAKIN, H. et al. Differentiating capacities as a means to sustainable climate change adaptation. **Global Environmental Change**, 27, 1-8, 2014.

HABITAT 3. Disponível em: <http://habitat3.org/wp-content/uploads/NUA-Spanish.pdf>; <http://nacoesunidas.org/pos2015/agenda2030/>.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Summary for Policymakers. In: SOLOMON, S. et al. (eds). **Climate Change 2007: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change, 2007. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 2007.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE (IPCC). Summary for Policymakers. In: STOCKER, T. F. et al. **Climate Change 2013: The Physical Science Basis**. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press, 2013.

KIRCHHOFF, C. J. Understanding and enhancing climate information use in water management. **Clim. Change**, 119, 495–509, 2013.

LECK, H.; ROBERTS, D. What lies beneath: understanding the invisible aspects of municipal climate change governance. **Current Opinion in Environment Sustainability**, 13, 61-67, 2015.

MAGRIN, G. O. et al. 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 United Kingdom; New York: Cambridge University Press, 2014.

MANCINI, R. M. O. M. **Política ambiental local: a influência do Programa Município Verdeazul**. Dissertação de Mestrado – Instituto de Energia e Ambiente – PROCAM – USP setembro de 2016.

MARENGO, J. A. A seca e a crise hídrica de 2014-2015 em São Paulo. **Revista USP**, 106, 31-44, 2015.

MARENGO, J. A.; ALVES, L. M. Crise hídrica em São Paulo em 2014: seca e desmatamento. **Geosp – Espaço e Tempo**, 19 (3), 485-494, 2016.

NOBRE, C. et al. **Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas: Região Metropolitana de São Paulo**. 2010. Disponível em: <http://www.issonaoenormal.com.br/CLIMA_SP_FINAL.pdf>. Acesso em: 19 jun. 2013.

NOBRE, C. A. et al. Some Characteristics and Impacts of the Drought and Water Crisis in Southeastern Brazil during 2014 and 2015. **Journal of Water Resource and Protection**, 8, 252-262, 2016.

OTTO, F. E. L. et al. Factors other than climate change, main drivers of 2014/15 water shortage in southeast Brazil. **Bulletin of the American Meteorological Society**, 96 (12), S35-S40, 2015.

REBOITA, M. S.; GAN, M. A.; DA ROCHA, R. P.; AMBRIZZI, T. Regimes de Precipitação na América do Sul: Uma Revisão Bibliográfica. **Revista Brasileira de Meteorologia**, 25, 185-204, 2010.

RENN, O. The social amplification/attenuation of risk framework: application to climate change. **Wires Climate Change**, 2, 144-169, 2011.

ROMERO-LANKAO, P. et al. Multilevel Governance and Institutional Capacity for Climate Change Responses in Latin American Cities. In: JOHNSON, C.; TOLY, N. SCHROEDER, H. (ed). **The Urban Climate Challenge Rethinking the Role of Cities in the Global Climate Regime**. Cities and Global Governance. Routledge, 179–204, 2015.

RYAN, D. From commitment to action: a literature review on climate policy implementation at city level. **Climatic Change**, 131, 519-529, 2015.

SEADE. **Perfil dos municípios paulistas**, 2018. Disponível em: <http://www.perfil.seade.gov.br/>, acesso em 20/04/2018.

SETH A. K., FERNANDES K., CAMARGO S. Two summers of Sao Paulo drought: origins in the western tropical Pacific. **Geophysical Research Letters**, 42, 816–823, 2015.

SETZER, J.; MACEDO, L.V.; REI, F. Combining local and transnational action in adaptation of climate policies in the city of São Paulo. In: JOHNSON, C.; TOLY, N. SCHROEDER, H. (ed). **The Urban Climate Challenge Rethinking the Role of Cities in the Global Climate Regime**. Cities and Global Governance. Routledge, 101-118, 2015.

SIMÕES, E. et al. Barriers and opportunities for adapting to climate change on the North Coast of São Paulo, Brazil. **Regional Environmental Change**, 17(6) 1739-1750, 2017.

TAFFARELLO D., MOHOR G. S., CALIJURI M. C., MENDIONDO E. M. Field investigations of the 2013–14 drought through quali-quantitative freshwater monitoring at the headwaters of the Cantareira System, Brazil. **Water International**, 41 (5), 776-800, 2016.

UITTENBROEK, C. J. et al. Political commitment in organizing municipal responses to climate adaptation: the dedicated approach versus the mainstreaming approach. **Environmental Politics**, 26 (6), 1043-63, 2014.

Submetido em: 23/11/2018

Aceito em: 09/10/2019

<http://dx.doi.org/10.1590/1809-4422asoc0277r1vu19L4AO>

2019;22:e02771

Artigo Original

EVENTOS EXTREMOS, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ADAPTAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO

GABRIELA MARQUES DI GIULIO
ROGER RODRIGUES TORRES
MARIA DA PENHA VASCONCELLOS
DIEGO R. G. C. BRAGA
ROSA MARIA MANCINI
MARIA CARMEN LEMOS

EVENTOS EXTREMOS, MUDANÇAS CLIMÁTICAS E ADAPTAÇÃO NO ESTADO DE SÃO PAULO

Resumo: O artigo traz uma análise de dados secundários provenientes do preenchimento de questionários sobre mudanças climáticas e adaptação por agentes municipais que atuam em 332 dos 645 municípios do Estado de São Paulo. Com base em um referencial teórico sobre governança climática urbana, que destaca o papel que os governos locais desempenham na proposição de estratégias para lidar com as mudanças climáticas, o artigo apresenta e discute informações providas pelos agentes municipais sobre a ocorrência de eventos climáticos extremos nos municípios paulistas, os impactos desses eventos, a percepção sobre mudanças climáticas e as ações e respostas. A análise dos dados permite ampliar o conhecimento sobre como o maior estado brasileiro em termos populacionais e econômicos tem avançado no enfrentamento das mudanças climáticas e quais são os principais entraves que dificultam o processo de adaptação das cidades.

Palavras-chave: mudanças climáticas, eventos extremos, adaptação, cidades, Estado de São Paulo

EXTREME CLIMATE EVENTS, CLIMATE CHANGE AND ADAPTATION IN THE STATE OF SÃO PAULO

Abstract: In this paper, we analyze secondary data from surveys focusing on climate change and adaptation in Sao Paulo municipalities. The survey was completed by municipal actors who work in 332 of the 645 municipalities in the State. In this paper, we use a theoretical framework on urban climate governance, which highlights the role that local governments play in proposing strategies to deal with climate change, to present and discuss data related

to: 1) the occurrence of extreme climatic events in these municipalities; 2) the impacts of these events; 3) local government actors' perception about climate change; and 4) local actions and responses. Our analysis of these data significantly contributes to better understanding how cities in the most populous and economically developed state in Brazil perceive, respond and deal with climate change and what critical challenges hamper climate adaptation in these cities.

Keywords: climate change, extreme events, adaptation, cities, São Paulo State

EVENTOS EXTREMOS, CAMBIOS CLIMÁTICOS Y ADAPTACIONES EN EL ESTADO DE SÃO PAULO

Resumen: El artículo trae el análisis de datos secundarios provenientes del llenado de cuestionarios sobre cambios climáticos y adaptación por agentes municipales que actúan en 332 de los 645 municipios del Estado de São Paulo. Con base en una referencia teórica sobre gobernanza climática urbana, que destaca el papel que los gobiernos locales desempeñan en la proposición de estrategias para lidiar con los cambios climáticos, el artículo presenta y discute informaciones proveídas por los agentes municipales sobre la ocurrencia de eventos climáticos extremos en los municipios paulistas, los impactos de esos eventos, la percepción sobre cambios climáticos y, las acciones y respuestas. El análisis de los datos permite ampliar el conocimiento sobre cómo el mayor estado brasileño en términos poblacionales y económicos ha avanzado en lo enfrentamiento de los cambios climáticos, y qué aspectos críticos dificultan el proceso de adaptación en estas ciudades.

Palabras-clave: cambios climáticos, eventos extremos, adaptación, ciudades, Estado de São Paulo
