



Indicadores e os desafios para a análise da MMP

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

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

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

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

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

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

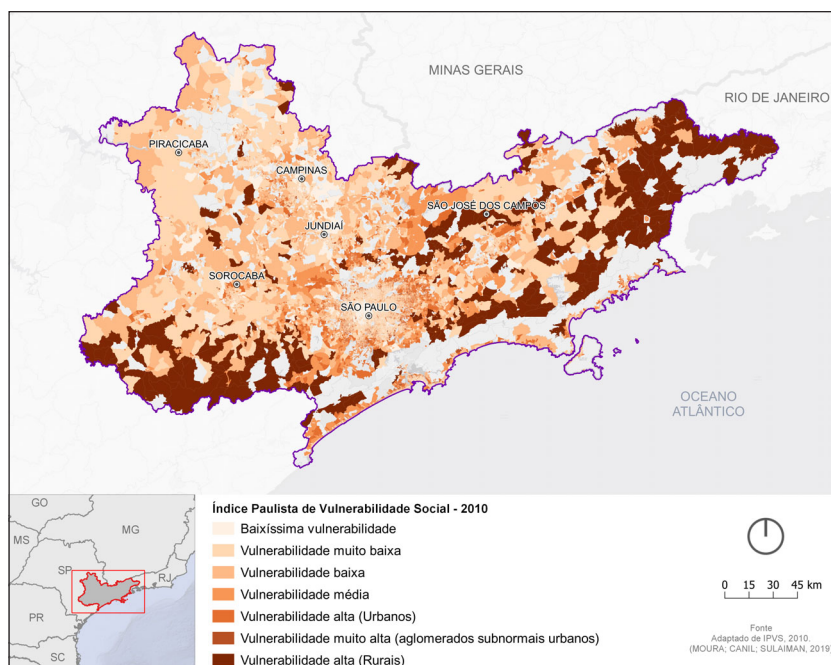
As desigualdades socioeconômicas e ambientais, somadas à extensão espacial (53,4 km²), ao número de municípios (174) e ao número de regiões metropolitanas (5) (EMPLASA, 2020), são fatores que dificultam a organização de indicadores na escala da macrometrópole. Para além disso, diferentes dados estatísticos relevantes já produzidos para uma análise macrometropolitana consistente são apresentados por institutos de pesquisa que fazem levantamentos em diferentes escalas, como setores censitários, distritos, subprefeituras, municípios e regiões metropolitanas.

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

Vulnerabilidades sociais, socioambientais e os indicadores

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

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



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

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

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

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

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

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

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

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

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

Os indicadores e a segurança hídrica

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Os indicadores e o nexos

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Indicadores de governança

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

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

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

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

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

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

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

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

Considerações finais

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

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

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

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

Referências

- ALVES, H. P. F. Vulnerabilidade socioambiental nas três principais regiões metropolitanas da Macrometrópole Paulista: uma análise de indicadores socioambientais. **Ambiente & Sociedade**, v.24, 2021.
- AMARAL, M. H. et al. Environmental Injustices on Green and Blue Infrastructure: Urban Nexus in a Macrometropolitan Territory. **Journal of Cleaner Production**, p. 125829, 2021.
- AMARAL, M. H. O desafio de definir indicadores para explorar a sustentabilidade do nexo entre água, energia e alimentos na Macrometrópole Paulista [dissertação de mestrado apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Saúde Pública da Universidade de São Paulo para obtenção do título de Mestre em Ciências], 2021.
- ANA – AGÊNCIA NACIONAL DE ÁGUAS E SANEAMENTO BÁSICO (BRASIL). **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019.
- ARTHUR, M. et al. Urban food-energy-water nexus indicators: A review. **Resources, Conservation and Recycling**, v.151, p.104481, 2019.
- ARTIOLI, F.; ACUTO, M.; MCARTHUR, J. The water-energy-food nexus: An integration agenda and implications for urban governance. **Political Geography**, v.61, p. 215–223, 2017.
- BENSON, D.; GAIN, A. K.; ROUILLARD, J. J. Water governance in a comparative perspective: from IWRM to a 'nexus' approach? **Water Alternatives**, v.8, n.1, 2015.
- BRENNER, N. Thesis on urbanization. **Public Culture**, v.25, n.1, 2013.
- BRIDGE, G.; PERREAULT, T. Environmental Governance. In: CASTREE, N. et al. (Eds.) **A companion to environmental geography**. Chichester: Blackwell, p. 475-497, 2009.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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