



Da construção social dos riscos à transição sociotécnica: discutindo possibilidades de enfrentamento às inundações urbanas na MMP

Rodolfo Moura, Robson Moreno, Rosana Laura,
Samia Sulaiman, Giovanna Rosseto, Amauri Pollachi,
Luana Braz Villanova, Rosilene Santos, Kátia Canil,
Luciana Travassos e Sandra Momm

Uma apresentação breve do risco como produto social

Uma das características do grupo *Territorialidades, espacialidades e inovação na governança ambiental* (G2) é a diversidade de pesquisas, o que se torna uma oportunidade para a integração de conceitos e abordagens científicas na compreensão do território, considerando o uso e ocupação do solo, as políticas públicas e formas de convívio e o enfrentamento de conflitos e adversidades pela sociedade. Pesquisadoras e pesquisadores do grupo buscam retratar de forma crítica e articulada esses cenários, unindo o repertório do Laboratório de Gestão de Riscos (LabGRis) e do Laboratório de Planejamento Territorial (LaPlan), ambos da Universidade Federal do ABC (UFABC), para construir, dentre outras atividades, uma leitura integrada e transdisciplinar entre a construção social dos riscos e a transição sociotécnica.

Em muitas das médias e grandes cidades brasileiras, em especial as localizadas na Macrometrópole Paulista (MMP), a ocorrência de desastres, como por exemplo as inundações, evidencia problemáticas socioambientais urbanas que se tornaram constitutivas. Ou seja, é reflexo do modelo de desenvolvimento brasileiro, que promoveu, e segue promovendo, uma urbanização predatória, desigual e ambientalmente insustentável. Portanto, partimos da perspectiva de que o desastre é a materialização do risco, produzido por formas de ocupação do território, das relações sociais, e de

escolhas políticas e econômicas adotadas ao longo do tempo, sendo assim, fundamentalmente uma construção social (VEYRET & RICHEMOND, 2007).

Tratar os riscos como parte das escolhas da sociedade não é negar as dinâmicas dos fenômenos naturais, mas sim, compreender a relevância dos processos sociais, econômicos e políticos que os geram e/ou influenciam (CANIL et al., 2020). Por mais que esse entendimento tenha se fortalecido a partir dos anos 1980, as ações para redução de riscos de desastres (RRD) não consideram diretamente a sociedade como responsável, sendo os desastres ainda vistos como fatalidades. Auxilia essa discussão a reflexão feita por Lavell e Maskrey, em que:

A RRD como paradigma continua a ser impulsionada pela noção cada vez mais desatualizada de que desastres são choques exógenos e imprevistos que afetam os sistemas econômicos e sociedades que estão funcionando normalmente em vez de indicadores endógenos de desenvolvimento fracassado ou distorcido, de processos econômicos e sociais insustentáveis e insanos e de sociedades mal adaptadas. Sob o verniz tecnocrático da RRD, a visão dos desastres como “Atos de Deus” (ou da “Natureza”) ainda ressoa. (LAVELL & MASKREY, 2014, p. 270)

A partir de um olhar que coloca a ação do homem como dissociável da natureza, o enfrentamento e as medidas de mitigação de riscos e resposta a desastres são, preferencialmente, de controle da natureza e ocorrem por meio de obras tecnocráticas de engenharia (YOUNG et al., 2019). Tais soluções, como a canalização de rios ou os aclamados piscinões, não questionam a produção do risco, por exemplo o que gera as inundações. Dessa maneira, explicitam a incapacidade e a negligência de especialistas, cientistas e tomadores de decisão para identificar e abordar as causas subjacentes à construção social do risco, pois isso conduziria a questionar os imperativos normativos, as necessidades das elites e os estilos de vida do atual sistema socioeconômico globalizado (ALEDO & SULAIMAN, 2014; BRENNER, 2018). Essa perspectiva é apresentada na seção II deste artigo sobre as situações adversas na Macrometrópole Paulista com foco no desafio das inundações urbanas.

No entanto, é possível identificar, analisar e, principalmente, dar visibilidade a experiências em curso que propõem uma contraposição observável ao paradigma tecnicista e às estratégias de ação com foco na construção social dos riscos, ilustrados na seção IV deste artigo, que aborda nichos experimentais a partir do repertório das transições sociotécnicas, abordagem definida por Geels (2002; 2011), e que é apresentada na seção III. As Considerações Finais, seção V, reforçam que o enfrentamento de um problema multicausal, como são os desastres socioambientais, em especial na MMP, não se pode pautar em respostas monofuncionais convencionais que mantêm a insustentabilidade urbana.

Situações adversas na MMP: o desafio das inundações urbanas

Em um cenário de mudança do clima, as cidades são palco de diversos tipos de crises relacionadas ao meio ambiente e aos recursos naturais, ocasionando impactos econômicos e acentuando a vulnerabilidade social de grande parcela da população que possui dificuldades estruturais e baixa capacidade adaptativa (NOBRE, 2010).

Inúmeros são os riscos decorrentes das mudanças climáticas globais relacionados às dinâmicas da natureza, como as relacionadas à água. Nesse cenário estão a alta intensidade pluviométrica, que pode levar à ocorrência de inundações e deslizamentos, alternada com períodos cada vez mais longos de secas e, conseqüentemente, de escassez hídrica; a contínua elevação do nível do mar; os conflitos e a concorrência pelo uso da água. Esses são apenas alguns dos frutos referentes à situação insustentável vivenciada na atualidade (SCHNEIDER, 2001; TRAVASSOS et al., 2020; MOMM et al., 2021).

Cabe destacar as observações de Ferreira (2019) sobre outro fenômeno que tende a ser recrudescido pelas mudanças do clima, as ilhas de calor¹. Tal processo pode ser resultado da morfologia urbana, tamanho da cidade, aumento de superfícies impermeabilizadas, redução de vegetação, entre outros fatores. Seus efeitos podem impactar o clima local e regio-

1. As ilhas de calor, ou seja, a diferença de temperatura entre as superfícies de áreas urbanas, em geral, cobertas por revestimentos impermeáveis como asfalto, concreto etc. e mais quentes, e seu entorno, coberto por vegetação ou solo úmido, mais frias.

nal como também os recursos hídricos, a qualidade do ar, a saúde, a biodiversidade e o funcionamento dos ecossistemas, e resultam, além disso, em mudanças na umidade relativa do ar, tempestades e inundações (MIKAMI, 2005).

Esses fenômenos estão intrinsecamente ligados às interações entre o processo de urbanização e as mudanças climáticas, tanto na direção dos impactos com origem em áreas urbanas que contribuem para ampliar os efeitos dessas mudanças, como na direção contrária dos efeitos negativos das alterações climáticas que afetam as áreas urbanas (NOBRE et al., 2010).

Artigos recentes ilustram a influência dos eventos extremos e a distribuição de riscos e desastres associados a processos de inundação e escassez hídrica na MPP apontando como a população é afetada de maneira desigual no território, algo que está atrelado à dinâmica de produção do espaço dessa região e aos aspectos de vulnerabilidade de sua população (CANIL & LAMPIS; SANTOS, 2020; TRAVASSOS et al., 2020; CANIL et al., 2021; TORRES et al., 2021; MOMM et al., 2021).

Segundo dados do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), 1,4 milhão de pessoas vivem em áreas de risco de deslizamentos, enxurradas e inundações na MMP (MOURA & SILVA, 2020). Além desse contingente, há uma parcela muito maior da população que é afetada direta e indiretamente. Essa é uma situação verificada a cada ano, com maior ou menor gravidade e impacto que ocorre principalmente nos períodos de verão, época de chuvas mais intensas e prolongadas no sudeste brasileiro, e que se intensifica em uma perspectiva concreta de mudança climática.

Em face da realidade em que eventos extremos de precipitação convivem com períodos de escassez (DE ARAÚJO et al., 2020), mesmo em locais consolidados, os padrões de infraestrutura (monofuncional) e serviços urbanos não são suficientes para lidar com o cenário de variabilidade climática (DEPIETRI & MCPHEARSON, 2017), além de, em alguns casos, intensificarem os processos do meio físico. Por exemplo, as canalizações de rios e córregos são grandes responsáveis pela ocorrência de enxurradas, em razão do aumento da vazão e da velocidade de escoamento superficial da água, afora propagar inundações a jusante (TRAVASSOS & MOMM, 2013).

Outra forma de disciplinamento das águas em ambientes urbanos são os grandes reservatórios de retenção (ou detenção) – popularmente co-

nhecidos como “piscinões” -, que compõem o atual modelo dominante e convencional de solução de drenagem urbana para o enfrentamento de grandes inundações na Região Metropolitana de São Paulo (RMSP) (MOURA et al., 2014).

Um exemplo representativo desse cenário é a Região do Grande ABC, situada na sub-região sudeste da RMSP e na porção superior da bacia do rio Tamanduateí. O processo de urbanização da região foi caracterizado pela ocupação intensa de áreas de planícies de inundação de seus rios (MOROZ-CACCIA GOUVEIA, 2010), com a impermeabilização do solo e utilização majoritária de elementos de infraestrutura cinza (reservatórios, canalizações e tamponamentos de rios), prevalecendo a opção urbanística – no mínimo, discutível – antes adotada na capital de São Paulo, em favor da destinação e uso das várzeas por faixas marginais do sistema viário, “encaixotando ou apagando” os cursos d’água do tecido urbano. Essa opção de implantação de infraestrutura tem elevados custos sociais, econômicos e ambientais.

Em março de 2019, um episódio de chuvas intensas causou deslizamentos e inundações na região, e o óbito de 10 pessoas. O Observatório de Políticas Públicas, Empreendedorismo e Conjuntura da Universidade Municipal de São Caetano do Sul (USCS) estimou que esse evento levou a uma perda de R\$ 1,6 bilhão, prejuízo ocasionado pela queda da produção e a perda de móveis e equipamentos (FERRAZ, 2019). Após esse acontecimento, a principal medida anunciada pelo Governo do Estado foi a construção de mais um “piscinão” entre a capital São Paulo e a Região do Grande ABC, com um custo da ordem de R\$ 400 milhões (PINHONI, 2019). Esse breve relato demonstra a opção adotada para tratar um problema mantendo a lógica tecnicista e pouco adaptativa do passado.

Essas infraestruturas cinzas de larga escala (*grey hard infrastructure*) nos sistemas de micro e macrodrenagem tratam de intervenções específicas que buscam minimizar ou controlar inundações e alagamentos. No entanto, não necessariamente elas possuem capacidade adaptativa às condições variáveis do desenvolvimento da cidade (DEPIETRI & MCPHEARSON, 2017). A falta de preparação de espaços urbanos para responder às novas situações ocasionadas pelos impactos da mudança do clima resulta na deterioração contínua das cidades, perda de vidas e de investimentos públicos e privados (BUENO et al., 2012).

As adversidades que permeiam a produção do espaço e o manejo de águas da Região do Grande ABC podem ser também observadas em outros locais da MMP (CANIL et al., 2020). A influência da mudança do clima e, conseqüentemente, o aumento de eventos extremos são desafios já experimentados nesse território. O caminho que tem sido tomado é, muitas vezes, no rumo da manutenção da condição atual caracterizada por uma baixa capacidade adaptativa e em favor da adoção de medidas estruturais de caráter tecnocrático. Entretanto, o tensionamento desse debate e os exemplos internacionais e nacionais de práticas que conduzem à transição sociotécnica podem trazer uma nova perspectiva de futuro.

A lente da transição sociotécnica e a perspectiva multinível

Entende-se transição sociotécnica como uma mudança na configuração específica de práticas e processos – elementos materiais e sociais que constituem “sistemas sociotécnicos” – que, reforçados ao longo do tempo, resultam em sistemas consolidados e com elevada resistência à mudança (GEELS & SCHOT, 2007). Os sistemas sociotécnicos, por sua vez, são definidos por Geels (2004, p. 900) como o alinhamento entre elementos e serviços essenciais para o suprimento de demandas sociais básicas, como por exemplo: transporte, alimentação, comunicação, entre outros.

Para garantir a estabilidade dos sistemas sociotécnicos existentes, as regras e regimes orientam as percepções e ações dos grupos sociais em que estão inseridos. O alinhamento entre regras gera força para coordenar as atividades em diferentes grupos sociais ou diferentes regimes, podendo eles serem: tecnológicos; políticos; científicos; financeiros; e, socioculturais ou de usuários. Esses regimes são, portanto, interdependentes, mesmo que possuam relativa autonomia, compostos pelo alinhamento entre normas e grupos sociais envolvidos (GEELS, 2004).

Dessa forma, é necessário observar as transições sociotécnicas como processos emergentes, não lineares, cuja velocidade, intensidade e frequência são variáveis imprevisíveis (GEELS, 2002; 2011). Transições reais dependem de elementos catalisadores para ocorrer, sendo essas as forças externas ou nichos experimentais que pressionam por mudanças. O modelo de análise desenhado por Geels (2002; 2004; 2001), denominado Perspectiva Multinível (*multi-level perspective*), além de orientar o enten-

dimento da interação entre os três níveis (regime sociotécnico, nichos e *landscapes*), avalia as multifases dinâmicas do sistema sociotécnico, mediante a adoção de um modelo de padrão evolucionário (BROWN et al., 2013).

A partir da Perspectiva Multinível pode-se compreender características de sistemas sociotécnicos e dos diferentes níveis que os compõem, o que permite inferir a tendência de mudanças ou manutenção de práticas difundidas em um contexto espaço-temporal. A metodologia é baseada na análise da relação hierárquica entre diferentes níveis (configurações sociotécnicas particulares, ou seja, conjunto de práticas), que diferem entre si quanto à abrangência, estabilidade e, principalmente, quanto ao grau de difusão entre os grupos sociais em diferentes escalas de planejamento.

Conforme ilustrado na Figura 1, os níveis apresentam uma relação hierárquica entre si e são classificados em três grupos: nichos tecnológicos, regimes sociotécnicos e paisagens sociotécnicas (também descritos como *landscape*), conforme detalhado no Quadro 1.

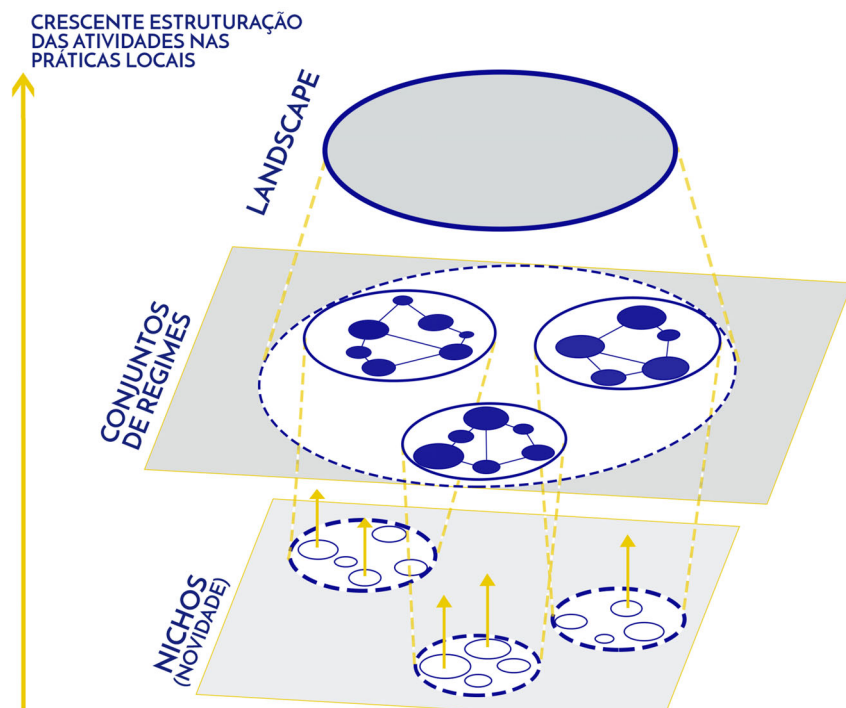


Figura 1 Múltiplos níveis em uma hierarquia aninhada. Adaptado de Geels (2004).

Quadro 1 Multiníveis da transição sociotécnica.

Multiníveis da transição sociotécnica	
Nichos tecnológicos	Partindo da lógica hierárquica entre os diferentes níveis, podem ser descritos como estruturas de inovação, apresentando características de baixa estabilidade, e limitado potencial de difusão no que se refere ao conjunto de práticas consolidadas, mas que se expressam como núcleos experimentais favoráveis para a validação de práticas emergentes.
Regimes sociotécnicos	Apresentam maior estabilidade e poder de influência sobre uma ampla rede de atores e, como consequência, influem sobre lógicas de mercado, artefatos, entre outros aspectos.
Paisagens sociotécnicas (landscape)	As <i>landscapes</i> representam práticas estáveis e altamente difundidas entre uma ampla parcela da sociedade, com potencial de ditar diretrizes em eixos estruturantes da sociedade, como setores econômicos, políticos e ambientais.

Fonte: GEELS; SCHOT, 2010. Elaboração própria.

Compreendendo que as mudanças ocorrem como uma resultante da associação de múltiplos vetores, a permanência dos riscos – quando compreendida como fruto ou componente da sociedade – pode ser vista como vetor de pressão favorável às mudanças, enquanto as práticas consolidadas se manifestam como forças de resistência favoráveis à manutenção do *status quo*. Analisando o contexto macrometropolitano, a variabilidade climática, a permanência e a reprodução de riscos sistêmicos podem criar oportunidades para a ocorrência de transições sociotécnicas no regime de governança ambiental (MOMM et al., 2021).

Algumas iniciativas vinculadas a projetos e planos setoriais, a projetos de pesquisa e extensão universitária, e a movimentos populares ou ações da sociedade civil operam como nichos experimentais, cujas características se assemelham ao nível dos nichos dos regimes sociotécnicos, são exemplos desse tipo de iniciativas a aplicação de soluções baseadas na natureza² (SbN)² (ALBERT et al., 2019; YOUNG et al., 2019). Tal concei-

2. Segundo Geels (2004), no nível dos nichos, ou seja, microescala do regime sociotécnico, é onde as alternativas sustentáveis emergem. Apesar do caráter multiescalar, dos fenômenos aqui abordados, nosso foco está nesse nível. Daí a necessidade de explicitar, nesse espaço, a relação dos nichos com as soluções baseadas na natureza como opção para as ações para redução de riscos de desastres. Por isso, os exemplos citados neste capítulo são tratados ao nível de nichos experimentais.

to, segundo Cohen-Shacham et al. (2016), faz uso dos ecossistemas e dos respectivos serviços que são fornecidos para enfrentar os desafios da sociedade contemporânea como as mudanças climáticas, a segurança alimentar e os desastres socioambientais.

As SbN têm sido apresentadas como um conceito “guarda-chuva”, abrigo em seu escopo concepções como infraestrutura verde, serviços ecossistêmicos e adaptações baseadas em ecossistemas, entre outros (NESSHÖVER et al., 2017; DORST et al., 2019; SEDDON et al., 2020). Em seu amplo arcabouço estão práticas e processos que podem se integrar a conceitos, como a economia circular, que permitiria a transição a uma sociedade de fato sustentável (PEARLMUTTER et al., 2020).

Por conta de sua característica multiescalar, tais soluções podem abrigar vários instrumentos de planejamento territorial, em que é possível articular desde o manejo da terra em pequena escala, a cobertura vegetal de superfícies construídas, como telhados ou paredes, até a restauração de ecossistemas (HAASE et al., 2017; ALBERT et al., 2019; DORST et al., 2019; PEARLMUTTER et al., 2020). Van der Jagt et al. (2020) ressaltam que uma das características marcantes das soluções baseadas na natureza é ser um sistema de inovação “vivo” voltado para a resolução de grandes desafios sociais.

Apesar de serem pouco abordadas pela literatura de transições sociotécnicas (Ibid.), este artigo utiliza-se de nichos experimentais para analisar exemplos de aplicação de soluções baseadas na natureza para o enfrentamento das inundações urbanas, por proporcionar diversos benefícios ambientais, sociais e econômicos, apoiar estratégias sem-arrendimentos, apresentar custo-benefício positivo, sendo um caminho comum entre a redução de risco de desastres, o enfrentamento às mudanças climáticas e a busca por resiliência e sustentabilidade. A seguir são apresentados exemplos concretos observáveis na MMP que apontam estratégias em curso de enfrentamento às inundações urbanas por meio das soluções baseadas na natureza.

Enfrentando as adversidades a partir de nichos experimentais: quais caminhos percorrer?

Processos e práticas de transição sociotécnica costumam não ser lineares, ou seja, estão mais para choques ou tensionamentos da realidade presente, no sentido de produzir mudanças exemplares, que para

perdurarem dependerão de todo um contexto social, econômico e político. Ao tratar da problemática relacionada aos extremos pluviométricos, principalmente as inundações urbanas, são observados nichos vinculados a diferentes tipos de atores que, em dado momento, se apresentam como exemplos positivos (*best practices*) e que podem, ou poderiam, ser replicados. Dentre os caminhos possíveis de guinada ou inversão de prioridades, destacam-se as SbN como uma possibilidade de trazer mudanças paradigmáticas de enfrentamento de adversidades.

O conceito de SbN tem sido muito usado nos países do Norte Global e tornou-se elemento de análise e inspiração para pesquisadores, gestores públicos e planejadores, enquanto caminhos para realizar a transição para cidades, de fato, sustentáveis. As intervenções físicas de drenagem urbana podem ser dispositivos convencionais (infraestrutura cinza), ou aqueles com base em sistemas naturais ou sistemas híbridos onde elementos construídos são complementados por sistemas “verdes” com largo uso de vegetação e até materiais de baixo carbono (DEPIETRI & MCPHEARSON, 2017; DURLO & SUTILI, 2012). Para auxiliar essa compreensão cita-se alguns exemplos de intervenções que fazem uso dos conceitos e dos princípios estabelecidos pelas soluções baseadas na natureza na MMP.

O primeiro exemplo, o Parque Linear Ribeirão das Pedras, implantado em Campinas, nasceu como proposta estabelecida por Oliveira (2004), ao desenvolver uma metodologia para recuperação das várzeas objetivando o controle de cheias urbanas. Na primeira parte do projeto, em 1999, restaurou-se cerca de 33,37 ha da mata ciliar ao longo da área de preservação permanente (APP) do curso d'água, junto à implantação de tanques de retenção vegetados e realizando poucas intervenções de obras civis (infraestrutura cinza). As condições apontadas pelo autor para que as vazões de pico se mantenham nos patamares anteriores à urbanização são a implantação de bacias de retenção ao longo do parque e limitar a impermeabilização do solo na bacia do respectivo córrego em 65% (OLIVEIRA, 2004).

Outro exemplo é o Parque Central de Santo André, situado próximo ao centro da cidade. O município possui uma rede de infraestruturas cinzas para o controle de cheias de seus rios, dentre elas sete pisciões. Entretanto, mesmo não sendo contabilizadas nesse número, as lagoas do Parque Central possuem uma capacidade de armazenamento de

60,5 mil m³ e podem ser consideradas como tanques de retenção. Soma-se a essa capacidade a área vegetada e permeável do parque com aproximadamente 364 mil m² (desconsiderando as lagoas).⁴

Além dessas intervenções citadas, apresenta-se dois casos que, além do objetivo de melhorar a qualidade das águas urbanas, atuam também para o amortecimento das cheias e inundações, dado que uma das características das soluções baseadas na natureza é a multifuncionalidade.

O primeiro caso é um tratamento alternativo para um córrego na cidade de Guarulhos. A intervenção foi feita em um trecho de 190 metros que se encontra em canal aberto junto a cerca de 20 residências, em um bairro próximo ao centro. Esse projeto foi coordenado pela Secretaria Municipal de Obras e envolveu demolições, obras civis, paisagismo e a implantação da vazão de base, que é a canalização em tempo seco da drenagem urbana. Nesse trecho, experimentou-se o não lançamento das águas servidas vindas de montante, permitindo apenas o lançamento das águas das nascentes (CAMPOS, 2013). Com a aplicação dessa técnica, foram plantadas algumas espécies arbóreas ao longo das margens do riacho. Embora se trate de uma solução parcial, visto que, por falta de coletores tronco que os conduzam até uma estação de tratamento, os efluentes canalizados na área do projeto voltam ao curso d'água a jusante, essa intervenção propicia uma demonstração de outro caminho para o tratamento de águas urbanas em pequena escala (MORENO & MOMM, 2019).

O segundo exemplo, o manejo das águas urbanas em Suzano, foi feito por um movimento social – a Central Pró-Moradia Suzanense (CEMOS), vinculada à União dos Movimentos por Moradia (UMM). Implantado entre 2013 e 2016 com um mutirão de moradia para a construção de 80 casas, a CEMOS recuperou o trecho da APP do Córrego Jaguaribe em seu terreno – uma área de 2,43 ha – com reflorestamento de espécies nativas. Além disso, foi implantada uma estação de tratamento de esgoto que funciona como um sistema de alagados construídos (*constructed wetland*) (MORENO & POLLACHI, 2019). Os alagados construídos, assim como pân-

3. Dados do Resumo Executivo da Revisão do Plano Municipal de Saneamento Básico de Santo André (conforme decreto 17.165/19 de 1º de março de 2019).

4. Disponível: <http://www.semasa.sp.gov.br/drenagem/macrodrenagem/piscinoes/>. Acesso em: 14 maio 2021.

tanos e brejos, são locais de transição entre áreas úmidas e secas com a função de ajudar na limpeza e manutenção dos ambientes naturais. Trata-se de um sistema que combina processos físicos, para retenção, filtração e sedimentação, e biológicos para remoção de cargas poluentes, com plantas que melhoram a qualidade das águas, regulam seu fluxo e propiciam *habitats* para a vida silvestre, além de serem muito eficientes no sequestro de carbono (DOTRO et al., 2017; CHENOWETH et al., 2018)

Casos como esses são amostras de uma gama de ações com uma diversidade de soluções, escalas e atores envolvidos. Não se pretende aqui fazer comparações ou elencar os melhores exemplos de soluções baseadas na natureza, porém ilustrar que essas práticas podem ser entendidas como nichos para a transição sociotécnica. Nesse sentido, o regime estaria associado ao conjunto de regras e instrumentos de gestão consolidados nos núcleos de tomada de decisão no âmbito do planejamento urbano, vinculados a práticas, planos, projetos e programas implementados pela governança da água e pela gestão de riscos ao longo dos anos, reforçando e validando a manutenção de práticas incorporadas pelos atores (praticantes) que o integram. Por sua vez, o nicho estaria relacionado aos componentes e práticas das soluções baseadas na natureza, operando como instrumentos de inovação favoráveis a mitigação de impactos na gestão de riscos e na gestão de recursos hídricos (WWAP, 2018), tal como nos casos aqui relatados em projetos ou intervenções em pequena e média escala.

Trata-se assim de um percurso longo e sinuoso que, mesmo em meio às dificuldades impostas pelo modelo de urbanização vivenciado em muitas cidades grandes e médias na MMP, apoiado pelo sistema sociotécnico vigente que dificulta mudanças nas práticas sociais e mantém o *status quo* de intervenção, demonstra que há possibilidades de mudanças que podem levar a uma transição sociotécnica, com exemplos reais de inovações alternativas que apontam para caminhos de superação da influência restritiva do regime.

Nesse caso, as inovações, foram crucialmente dependentes da ação dos nichos tecnológicos. Kemp et al. (1998) sugerem uma ferramenta analítica, o *Strategic Niche Management* (SNM) que trata da criação e do desenvolvimento de espaços de proteção para o uso de novas tecnologias, por meio de experimentação. Nesses “espaços de proteção” foi possível

o desenvolvimento de práticas como as soluções baseadas na natureza, que puderam ocorrer dentro de um ambiente propício para sua execução, pois seu desempenho poderia não ser suficientemente competitivo no ambiente de seleção do regime, que, como apontado, privilegia intervenções de engenharia de caráter tradicional. Para que esse processo ocorresse, nos casos demonstrados a proteção de nicho foi oferecida por prefeituras, universidades e movimentos sociais. Contudo, o sucesso do nicho depende do envolvimento, ainda, de círculos mais amplos de atores com maior influência sociopolítica. Somente assim é possível mobilizar a legitimidade social da inovação aplicada.

Nichos sustentáveis compreendem redes de experimento do mundo real que surgem de relações de valorização de aspectos de integração urbano-ambiental resilientes, resultando em práticas sociotécnicas social e ecologicamente benignas (Smith et al., 2010). Mesmo com a ampliação da implantação, desenvolvimento e estabilização de nichos é fundamental que haja uma pressão de *landscape* sintonizada com a mudança, pois a chave para que uma transição sociotécnica de fato ocorra é a interação dos três níveis: nichos, os regimes e a *landscape* (SOVACOL & HESS, 2017).

Considerações finais

A convivência com situações adversas, como o risco, pode ser compreendida como um problema multicausal, que é construído socialmente e que, como outros que fazem parte do cotidiano da população, são provenientes dos processos de produção do espaço. Essas situações são tratadas, muitas vezes, numa lógica de respostas monotemáticas, monocráticas, monofuncionais e cujo norte é a manutenção do sistema atual, já que os regimes tendem a (re)produzir padrões de desenvolvimento tecnológico convencionais.

Caminhos que podem nos conduzir à mudança nessa lógica e que apontam para uma sociedade mais sustentável e resiliente passam por processos não lineares, muitas vezes, apoiados em nichos de experimentação que buscam mudar ou desafiar o regime, a fim de atingir de fato uma transição sociotécnica. Alguns projetos piloto e intervenções pontuais representam alternativas às soluções tradicionais de engenharia, que ainda

são largamente utilizadas nos dias de hoje, ancoradas pelo sistema sociotécnico vigente.

Mesmo com pressões advindas da *landscape* onde se observa um quadro de incertezas e em que as mudanças climáticas estão em curso – além de outras crises associadas, como a perda de biodiversidade e as crises sanitárias, que devem ser mais frequentes –, a resposta dada pelas experiências empíricas e pesquisas demonstram que a alternativa tem sido a revisão de práticas associadas à lógica monofuncional, de escalas resritivas, herdadas da concepção prevalente e aderentes ao modelo de urbanização do século XX.

Consequentemente, o caminho a ser trilhado passa pela superação dos sistemas vigentes, por meio da complementação institucional de requisitos de apoio às práticas emergentes favoráveis à redução de riscos sistêmicos, por meio de uma rede crescente de atores envolvidos. Observa-se, ainda, que as soluções tradicionais de engenharia via de regra sobrepõem-se a um tecido social típico da periferia do sistema econômico. Parcelas consideráveis da população que majoritariamente vivem em áreas urbanas, estão fora dos sistemas formais de planejamento e gestão urbanas e respondem pelo maior percentual de vítimas desse processo que se retroalimenta.

Uma das medidas de enfrentamento de tal quadro, as soluções baseadas na natureza, mostram vários aspectos e oportunidades que precisam ser explorados, dentre eles a escassez de pesquisas e a demanda por conhecimento que tratem da relação dessas com as transições socio-técnicas, como aponta Van der Jagt et al. (2020). Por se tratar de um tema emergente, é compreensível que haja lacunas a serem preenchidas, principalmente considerando a necessidade de responder às condições sociais, ambientais e culturais das diferentes regiões do Sul global.

Isso coloca em evidência o papel estratégico das universidades para a pesquisa e extensão na coprodução de conhecimento e desenvolvimento de inovações alternativas, dessa forma, possibilitando uma maior compreensão das sobreposições de elementos complexos. Consequentemente, é possível induzir, de forma gradual, uma articulação de visões e a concepção de uma rede de apoio que possibilite o surgimento de nichos tecnológicos. Não se trata apenas de cruzar conceitos e pesquisas, mas sim de buscar consensos e conexões a partir do entendimento da necessidade de mudanças paradigmáticas.

Dessa forma, esses nichos passariam a ter forças suficientes para romper com o regime, tornando-se necessárias a pesquisa, implementação e avaliação em um processo de aperfeiçoamento constante e de longo prazo. Pretende-se que tal discussão se traduza em práticas resilientes de implementação das tecnologias alternativas, tais como as soluções baseadas na natureza.

Agradecimentos – Os autores agradecem o apoio recebido da Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP) processo n. 2015/03804-9 e bolsas 2018/12245-1 e 2020/10236-5.

Referências

- ALBERT, C.; SCHRÖTER, B.; HAASE, D.; BRILLINGER, M.; HENZE, J.; HERRMANN, S.; GOTTWALD, S.; GUERRERO, P.; NICOLAS, C.; MATZDORF, B. Addressing societal challenges through nature-based solutions: How can landscape planning and governance research contribute? **Landscape and Urban Planning**, 182, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2018.10.003>.
- ALEDO, A.; SULAIMAN, S. La incuestionabilidad del riesgo. **Ambiente & Sociedade**. São Paulo, v. 17, n. 4, p. 9-16, Dec. 2014. <https://doi.org/10.1590/1809-4422ASOCEx01V1742014>.
- BRENNER, N. **Espaços da Urbanização: o urbano a partir da teoria crítica**. Rio de Janeiro: Letra Capital, 2018, 356 p.
- BROWN, R. R.; FARRELLY, M. A.; LOORBACH, D. A. Actors working the institutions in sustainability transitions: The case of Melbourne's stormwater management. **Global Environ.** 23, pp. 701-718. 2013.
- BUENO, L.; TÂNGARI, V.; PEREIRA, J.; PEZZUTO, C.; MONTEZUMA, R.; REGO, A. Mudanças Climáticas e as Formas de Ocupação Urbana: Processo de Criação de Cenários Socioambientais. **Paisagem e Ambiente**, n. 30, p. 123-136, 30 jun. 2012. <https://doi.org/10.11606/issn.2359-5361.v0i30p123-136>.
- CAMPOS, C. J. **Drenagem Urbana: Canalização da Vazão Poluída de Base**. XVII Exposição de Experiências Municipais em Saneamento da 43ª Assembleia da Associação Nacional dos Serviços Municipais em Saneamento – ASSEMAE. Vitória, 23 de maio de 2013
- CANIL, K.; LAMPIS, A.; SANTOS, K. L. Vulnerability and the social construction of risk: a contribution to planning in the São Paulo Macrometropolis. **Cad. Metrop.**, São Paulo, v. 22, n. 48, pp. 397-416, 2020.
- CANIL, K.; MOURA, R. B.; SULAIMAN, S. N.; TORRES, P. H. C.; ABREU NETTO, A. L.; JACOBI, P. R. Vulnerabilities, risks and environmental justice in a macro metropolitan scale. **Mercator**. Fortaleza, v. 20. 2021.
- CHENOWETH, J.; ANDERSON, A. R.; KUMAR, P.; HUNT, W. F.; CHIMBWANDIRA, S. J., & MOORE, T. L. C. The interrelationship of green infrastructure and natural capital. **Land Use Policy**, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2018.03.021>
- COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.; MAGINNIS, S. Nature-based solutions to address global societal challenges. **IUCN**: Gland, Switzerland, v. 97, 2016.

DE ARAÚJO, G. P.; RODRIGUES, L. S.; DUNDER, B. D.; ZANIRATO, S. H. Planejamento e sustentabilidade urbana: uma análise do Plano de Ação da Macrometrópole Paulista. **Revista Brasileira de Meio Ambiente**, v. 8, n. 1, 2020. [S. l.], v. 48, p. 75–96, 2020.

DEPIETRI, Y.; MCPHEARSON, T. **Integrating the Grey, Green, and Blue in Cities: Nature-Based Solutions for Climate Change Adaptation and Risk Reduction**. In: KABISH, N.; KORN, H.; STADLER, J.; BONN, A. *Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas: Linkages between Science, Policy and Practice*. Alemanha: Springer, 2017. cap. 6, p. 91-109. ISBN 978-3-319-56091-5.

DORST, H.; VAN DER JAGT, A.; RAVEN, R.; RUNHAAR, H. Urban greening through nature-based solutions—Key characteristics of an emerging concept. **Sustainable Cities and Society**, v. 49, p. 101620, 2019.

DOTRO, G.; LANGERGRABER, G.; MOLLE, P.; NIVALA, J.; PUIGAGUT, J.; STEIN, O. R.; VON SPERLING, M. *Treatment wetlands. Biological wastewater treatment series* (v. 7). IWA Publishing, London, UK, 2017.

DURLO, M. A.; SUTILI, F. J. **Bioengenharia: Manejo Biotécnico de Cursos de Água**. Santa Maria: Edição do Autor, 2012.

FERRAZ, Y. Em uma semana, região perde R\$ 1,6 bilhão com chuvas. **Diário do Grande ABC**. Santo André. mar. 2019.

FERREIRA, L. S. Vegetação, temperatura de superfície e morfologia urbana: um retrato da região metropolitana de São Paulo. 2019. 195p. **Tese (Doutorado)** – Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2019.

GEELS, F. W. Technological transitions as evolutionary reconfiguration processes: a multilevel perspective and a case study. **Research Policy**, 31, 1257-1274, 2002. [https://doi.org/10.1016/S0048-7333\(02\)00062-8](https://doi.org/10.1016/S0048-7333(02)00062-8).

GEELS, F. W. From sectoral systems of innovation to socio-technical systems. **Research Policy**, 33, 897–920, 2004. <https://doi.org/10.1016/j.respol.2004.01.015>.

GEELS, F. W.; SCHOT, J. Typology of sociotechnical transition pathways. **Research Policy**, 36, 399-417, 2007.

GEELS, F. W.; SCHOT, J. **The dynamics of transitions: a socio-technical perspective**. Transitions to sustainable development: New directions in the study of long term transformative change, p. 11-104, 2010.

GEELS, F. W. The role of cities in technological transitions: analytical clarifications and historical examples. In: BULKELEY, H.; BROTO, V. C.; HODSON, M.; MARVIN, S. (Eds.), **Cities and Low Carbon Transitions**. Routledge, Abingdon, p. 13-28. 2011.

HAASE, D. et al. Greening cities – To be socially inclusive? About the alleged paradox of society and ecology in cities. **Habitat International**, 64. 2017. <https://doi.org/10.1016/j.habitatint.2017.04.005>.

KEMP, R.; SCHOT, J.; HOOGMA, R. Regime shifts to sustainability through processes of niche formation: the approach of strategic niche management. **Technology Analysis and Strategic Management**, 10, 175–195, 1998.

LAVELL, A.; MASKREY, A. The future of disaster risk management. **Environmental Hazards**, 13:4, p. 267-280, 2014.

MIKAMI, T. Heat Island gensyo to to shigata syuchugou, the heat island phenomenon and rain storms in urban areas. **Gesuido Kyokai-shi**, v. 42, p. 512-519, 2005.

MOMM, S.; TRAVASSOS, L.; RAMALHO, P.; ZIONI, S. Permanencia y transiciones en la planificación y la crisis hídrica en la Región Metropolitana de São Paulo. **EURE**, 47(140). 2021. <http://dx.doi.org/10.7764/EURE.47.140.10>.

MOROZ-CACCIA GOUVEIA, I. C. Da originalidade do sítio urbano de São Paulo às formas antrópicas: aplicação da abordagem da Geomorfologia Antropogênica na Bacia Hidrográfica do Rio Tamanduateí, na RMSP. **Tese (Doutorado)**. Departamento de Geografia da FFLCH, USP, São Paulo, 2010, 363 p.

MORENO, R. S.; MOMM, S. I. **O conceito de infraestrutura e a gestão de águas pluviais**: A aplicação do conceito de vazão de base em projetos da Região Metropolitana de São Paulo (Brasil). XVII ENANPUR. Natal, maio de 2019.

MORENO, R. S.; POLLACHI, A. **Ecologismo dos Pobres nas Cidades do Sul Global**: Os Assentamentos Precários Como Força Motriz da Recuperação Socioambiental? IX Encontro nacional da ANPPAS, Brasília, 2019.

MOURA, N. C.; PELLEGRINO, P. R.; MARTINS, J. R. Transição em infraestruturas urbanas de controle pluvial: uma estratégia paisagística de adaptação às mudanças climáticas. **Paisagem e Ambiente**, n. 34, p. 107-128, 2014.

MOURA, R. B.; SILVA, L. R. E. Abordagem de riscos socioambientais sob a perspectiva das injustiças territoriais. **Diálogos Socioambientais na Macrometrópole Paulista**, v. 3, n. 8, p. 55-57, 2020.

NESSHÖVER, C. et al. The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. **Science of the Total Environment**, v. 579, p. 1215-1227, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.106>.

NOBRE, C. A. Mudanças climáticas e o Brasil – Contextualização. **Parcerias estratégicas**, v. 13, n. 27, p. 07-18, 2010.

NOBRE, C. A. et al. **Vulnerabilidades das megacidades brasileiras às mudanças climáticas**: Região Metropolitana de São Paulo. Embaixada do Reino Unido, Rede Clima e Programa FAPESP em Mudanças Climáticas, 2010.

OLIVEIRA, P. S. G. Estudo das várzeas visando ao controle de cheias urbanas e a restauração ecológica: o caso do parque linear do ribeirão das Pedras, em Campinas, SP. **Tese (Doutorado)** – Universidade Estadual de Campinas, Faculdade de Engenharia Agrícola. Campinas, SP: 2004.

PINHONI, M. Doria anuncia obra de R\$ 400 milhões para construção de piscinão entre São Paulo e o ABC. **G1**. São Paulo. mar. 2019.

PEARLMUTTER, D. et al. Enhancing the circular economy with nature-based solutions in the built urban environment: green building materials, systems and sites. **Blue-Green Systems**, 1 jan. 2020; 2 (1): 46–72.

SCHNEIDER, S. et al. Overview of impacts, adaptation, and vulnerability to climate change. **Climate change**, p. 75-103, 2001.

SEDDON, N.; CHAUSSON, A.; BERRY, P.; GIRARDIN, C. A.; SMITH, A.; TURNER, B.; Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, v. 375, n. 1794, p. 20190120, 2020. <https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0120>.

SMITH, A.; Voß, J.; GRIN, J. Innovation studies and sustainability transitions: The allure of the multi-level perspective and its challenges. **Research Policy**. v. 39, 4, 435-448, 2010.

SOVACOL, B. K.; HESS, D. J. Ordering theories. Typologies and conceptual frameworks for sociotechnical change. **Soc. Stud. Sci.** 47 (5), 703–750, 2017.

TORRES, P. H. C.; GONÇALVES, D. A.; COLLAÇO, F. M. A.; SANTOS, K. L.; CANIL, K.; SOUSA JÚNIOR, W. C.; JACOBI, P. R. **Vulnerability of the São Paulo Macro Metropolis to Droughts and Natural Disasters**: Local to Regional Climate Risk Assessments and Policy Responses. Sustainability 2021.

TRAVASSOS, L.; MOMM, S. Recuperação socioambiental de fundos de vale urbanos na cidade de São Paulo, entre transformações e permanências. **Cadernos Metrôpole**, v. 15, p. 265-288, 2013.

TRAVASSOS, L.; TORRES P. H. C.; DI GIULIO, G.; JACOBI, P.; DE FREITAS, E. D. SIQUEIRA, I. C.; AMBRIZZI, T. Why do extreme events still kill in the São Paulo Macro Metropolis Region? Chronicle of a death foretold in the global south. **International Journal of Urban Sustainable Development**, 2020.

VAN DER JAGT, A. P. N.; RAVEN, R.; DORST, H.; RUNHAAR, H. Nature-based innovation systems. **Environmental Innovation and Societal Transitions**, v. 35, p. 202-216, 2020. <https://doi.org/10.1016/j.eist.2019.09.005>

VEYRET, Y.; RICHEMOND, N. M. de. **Definições e vulnerabilidades do risco**. In: VEYRET, Y. (Org.). Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente. [tradutor Dilson Ferreira da Cruz]. São Paulo: Contexto, 2007. p. 25-46.

YOUNG, A. F.; MARENGO, J. A.; COELHO, J. O. M.; SCOFIELD, G. B.; SILVA, C. C. O.; PRIETO, C. C. The role of nature-based solutions in disaster risk reduction: The decision maker's perspectives on urban resilience in São Paulo state. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, 39(April), 2019. <http://dx.doi.org/10.1016/j.ijdr.2019.101219>.

WWAP (United Nations World Water Assessment Programme). 2018. The United Nations World Water Development Report 2018: **Nature-based Solutions**. Paris, UNESCO.