



<http://climacom.mudancasclimaticas.net.br/adaptacao-as-mudancas-climaticas/>

Adaptação às mudanças climáticas no Brasil: complexidade, incertezas e estratégias existentes

Sonia Maria Viggiani Coutinho [1]

Ivan Carlos Maglio [2]

Amanda Silveira Carbone [3]

Eduardo Alves Neder [4]

RESUMO: A complexidade e as incertezas do mundo contemporâneo exigem produção do conhecimento e governança de conformações diferentes capazes de abarcar a complexidade dessas relações. Há clara necessidade de redução de riscos e antecipação de problemas previsíveis, indicando que a adaptação deve ser entendida como um processo de ajustamento antecipatório aos impactos adversos das mudanças climáticas que resulta na redução da vulnerabilidade. As cidades apresentam potencial de contribuição para enfrentar este quadro, podendo desenvolver iniciativas inovadoras para adaptação a eventos climáticos, devido à sua infraestrutura e aproximação dos diversos atores sociais. Este artigo, portanto, pretende refletir sobre estas questões, buscando ilustrar caminhos já percorridos por meio de estratégias existentes.

PALAVRAS-CHAVE: Mudanças Climáticas. Adaptação. Brasil.

Adaptation to climate change in Brazil: complexity, uncertainties and existing strategies

ABSTRACT: The complexity and uncertainties of the contemporary world require production of knowledge and governance in different configurations capable of encompassing the complexity of these relationships. There is a clear need to reduce risks and anticipate foreseeable problems, indicating that adaptation should be understood as a process of anticipatory adjustment to the adverse impacts of climate change that results in the reduction of vulnerability. Cities have the potential to contribute to tackling this situation, being able to develop innovative initiatives to adapt to climatic events, due to their infrastructure and the approximation of different social actors. This article, therefore, intends to reflect on these issues, seeking to illustrate paths already taken through existing strategies.

KEYWORDS: Climate change. Adaptation. Brazil.



Cenário atual em perspectiva

O mundo contemporâneo, em um cenário de mudanças climáticas, demonstra-se cada vez mais intrincado de relações dos mais diversos níveis – local, regional e global; e nas dimensões – social, ambiental, econômica e cultural, exigindo produção do conhecimento e governança de conformações diferentes. A ciência vem demonstrando que o paradigma até então dominante não é suficiente para abarcar a complexidade dessas relações.

Apesar de todo o conhecimento hoje reunido sobre os impactos das alterações climáticas, devem ser destacadas a complexidade e as incertezas sobre a vulnerabilidade e riscos potenciais, em relação às estratégias de adaptação climática para as grandes cidades brasileiras. É clara a necessidade emergencial de redução da vulnerabilidade e a antecipação de problemas previsíveis, com a adaptação entendida como um processo de ajustamento preventivo das cidades para enfrentar os impactos adversos das mudanças climáticas que resultam na redução da vulnerabilidade (IPCC, 2007). São necessários, além de planos e políticas sob a lógica das práticas tradicionais de governança, processos de planejamento antecipatórios e preventivos (Torres e Braga, 2019), que envolvam processos participativos.

Em 2015, os países tiveram uma nova oportunidade de adotar a agenda de desenvolvimento sustentável e chegar a um acordo global sobre as mudanças climáticas. As ações tomadas resultaram na definição dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS). Em particular, para a sustentabilidade das cidades para torná-las humanas, inclusivas, seguras, resilientes e sustentáveis - Objetivo 11, e para ação contra a mudança global do clima - Objetivo 13 (ONU, 2015).

Ações voltadas às questões ambientais, segundo a Constituição Federal, a Política Nacional de Meio Ambiente - PNMA (1981) e o Plano Nacional de Adaptação - PNA (2016), devem se dar por meio de integração de políticas, considerando os diversos níveis de governo, setores e as características territoriais que ultrapassam as fronteiras de estados e municípios.



Em 2018, o IPCC avaliou os impactos do aquecimento global de 1,5 °C acima dos níveis pré-industriais e das trajetórias globais de emissão de gases estufa, no contexto do fortalecimento da resposta global à ameaça do clima, desenvolvimento sustentável e esforços para erradicar a pobreza, consistentes com a meta mais ambiciosa do Acordo de Paris. São apresentadas orientações para atender ao limite de 1,5°C, destacando-se entre outras, diretrizes de adaptação para o Planejamento Urbano, Infraestrutura e Transporte, Edifícios e Eletrodomésticos, Uso do Solo Resiliente ao Clima, Infraestrutura Urbana Verde e Serviços (IPCC, 2018).

Com essas referências, espera-se que as diretrizes para adaptação aos efeitos das mudanças climáticas sejam aplicadas de maneira estratégica nas diferentes políticas públicas municipais e estaduais, não só permeando as demais políticas, mas servindo como linha mestra para a ação multidisciplinar focada na redução das vulnerabilidades a que as populações estarão submetidas.

Além disso, deve-se considerar o território brasileiro com suas especificidades e divisões administrativas que, muitas vezes, fragmentam políticas e dificultam possíveis ações integradas.

Neste cenário, nas grandes aglomerações urbanas, a governança ambiental do espaço urbano depara-se com o desafio de ser suficientemente inovadora para lidar com as pressões sociais, os padrões de urbanização e as vulnerabilidades das populações que vivem nas cidades, devido a fatores diversos, como a ocupação em áreas de risco de escorregamento ou sujeitas a inundações. São riscos associados à pobreza, desigualdade, na lógica urbana, expondo a falta de planejamento urbano, em destaque o uso e ocupação do solo.

Ao falar de mudanças climáticas é necessário falar de riscos. Segundo Ulrich Beck (2010) os desastres são anunciados, não podendo ser vistos como fatalidades, podendo na maioria das vezes serem previstos e evitados.



Embora a previsão de riscos possa embasar decisões que diminuam a vulnerabilidade climática, existem incertezas em relação às consequências das mudanças climáticas na escala local e no cotidiano que impactam a capacidade de resposta e a definição de medidas de mitigação e adaptação. Na maior parte das médias e grandes cidades brasileiras ainda se conhece a dinâmica climática de forma limitada (Marandola Jr., 2014).

Apesar das incertezas e da necessidade contínua de novos estudos e evidências sobre as projeções climáticas e seus impactos urbanos, os conhecimentos técnico-científicos já existentes podem ser suficientes para embasar o delineamento e implementação de urgentes medidas de adaptação. Mas ainda há uma desconexão entre a produção científica e o uso de informações climáticas no embasamento de políticas públicas (Di Giulio et al, 2016).

A governança climática ainda está voltada a ações setoriais específicas que visam o atingimento de metas, em contextos mais restritos e com pouca consistência entre os objetivos da política climática e os objetivos de políticas diversas, especialmente quando se trata de adaptação e mitigação (Weitz et al., 2017; Adelle e Russel, 2013; Mickwitz et al, 2009).

Prevalece uma postura reativa frente aos desafios climáticos, o que evidencia a falta de estratégias de adaptação no contexto do planejamento urbano. Segundo Caroline Uittenbroek, Leonie Janssen-Jansen e Hens Runhaar (2013), o planejamento urbano pode criar inovações tecnológicas e sociais que promovam a adaptação climática, além de ser de um instrumento que usualmente abrange múltiplos objetivos, podendo resultar em novas correlações sobre o tema.

O Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), instituído, em 2016, tratou dessa correlação ao apresentar a diretriz de que a adaptação à mudança do clima seja considerada no aperfeiçoamento de modelos de planejamento urbano, visando a integração do planejamento do



uso e ocupação do solo à preservação ambiental, para prevenir os riscos de desastres naturais (Brasil, 2016).

A ocorrência de eventos extremos, como os eventos de escassez hídrica, expõe o despreparo das autoridades para lidar com estas questões, e a falta de uma cultura de prevenção na sociedade. A gestão preventiva dos riscos climáticos ainda está mais na teoria do que nas ações práticas. Se, em alguns casos, estão sendo obtidos resultados positivos, muitos municípios não contam sequer com uma estrutura de defesa civil para poderem lidar com a gestão dos riscos e dos impactos adversos associados às mudanças climáticas. Em 2017, apesar do estado de São Paulo ser o mais rico do país, 23% dos municípios paulistas ainda não contavam com uma Coordenação Municipal de Defesa Civil (IBGE, 2018).

Mesmo com o aprendizado das ações de redução do consumo e de conservação da água, ampliação de uso de água de chuva e reuso, a escassez hídrica na Região Metropolitana de São Paulo poderia ter levado ao colapso do sistema de abastecimento de água, à necessidade de ações drásticas de deslocamento de pessoas e a situações sem precedentes de redução da qualidade de vida e de riscos à saúde pública se não tivesse chovido após o período 2014/2015.

Diante de um cenário de incertezas e riscos múltiplos, ganha destaque a gestão preventiva dos riscos climáticos, para a qual precisam se estruturar as cidades brasileiras, vencendo o desafio de internalizar e implementar a cultura da prevenção.

Colocam-se como desafios para as cidades promover sustentabilidade e reduzir a vulnerabilidade, com formas inovadoras de gestão e planejamento urbano, considerando-se que a maioria dos impactos decorrentes das mudanças climáticas podem ser previstos, e medidas de adaptação podem ser adotadas para redução de custos socioambientais e de perdas em grupos sociais vulneráveis.



Pensando possíveis ações para a adaptação

Novos cenários de emissão foram propostos pelo IPCC (IPCC, 2013) e geraram novas projeções de mudanças climáticas globais, com os modelos globais do sistema terrestre como principais ferramentas para estudos das mudanças climáticas globais.

Neste contexto, o MCTIC, em articulação com o INPE e o CPTEC apoiou a aplicação de modelo climáticos de alta resolução espacial, com projeções dos modelos globais HadGEM2-ES (Inglaterra) e MIROC5 (Japão), em cenários de emissão RCP4.5 e RCP8.5 [5] regionalizadas para o contexto brasileiro pelo modelo Eta do INPE (Chou *et al.*, 2014a; Chou *et al.*, 2014b).

Como resultado desses esforços, para a Terceira Comunicação Nacional do Brasil (Brasil, 2016a) foi criado um índice de vulnerabilidade aos desastres de deslizamento de terras e de enxurradas e posteriormente foi realizado um segundo indicador sobre a vulnerabilidade a secas, informações essas que subsidiaram o PNA (Camarinha, 2019).

Esses indicadores fazem a relação entre exposição e sensibilidade (ou susceptibilidade), resultando nos impactos potenciais. A relação entre exposição e sensibilidade resultou em um mapa de impactos potenciais na situação atual. E uma nova relação com dados estimados para 2040, para estimar os impactos futuros.

A análise conjunta dos mapas mostra onde os esforços deveriam ser focados para o caso de deslizamentos de solo, inundações e seca. A preocupação sobre os pontos que já apresentam problemas no presente sinaliza que estes mesmos problemas podem ser agravados no futuro.

Após a análise dos municípios considerados como mais críticos para cada uma das temáticas, foram selecionados alguns para a definição de medidas de adaptação possíveis, buscando



aproximar os estudos realizados à realidade de cada município, e as ações mais adequadas para cada um deles.

Os municípios e regiões mais críticas identificadas considerando secas, inundações e deslizamentos foram Salvador, Blumenau (SC), Litoral Sul RJ e Litoral Norte SP, Vale do Paraíba (SP), Mesorregião do Leste Alagoano (AL), Recife (PE), Microrregião da Baixada Maranhense (MA), Anápolis (GO), Santa Inês (BA), Extremo Nordeste de Alagoas (AL), Sudoeste de Pernambuco (PE) (Debortoli et al., 2017).

As medidas mais votadas pelos municípios foram as relacionadas à capacitação, no intuito de como essas informações pudessem sensibilizar os gestores municipais. Foram também elencadas medidas de infraestrutura, tais como: obras de contenção de encostas; obras para melhorar sistemas de drenagem; realocação de moradias e instalações de interesse público; readequação da infraestrutura de transporte em áreas urbanas e rurais; construção de parques lineares; redução das vulnerabilidades municipais para orientar políticas setoriais e, mapeamento detalhado das áreas vulneráveis no município.

Chegou-se a uma lista genérica de ações propostas, indicando que os municípios devem realizar análises locais para verificar quais as mais adequadas para cada realidade local, a partir dos riscos que o município já tem que lidar no presente, e que podem ser intensificados com os impactos das mudanças do clima.

Mais recentemente, a Quarta Comunicação Nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (UNFCCC), enviada à UNFCC em dezembro de 2020, avalia a vulnerabilidade, impactos e medidas de adaptação de maneira integrada (abordagem *Nexus+*), contemplando as seguranças hídrica, energética, alimentar e socioambiental (Coutinho et al. 2020).



Refletindo sobre iniciativas locais

As áreas urbanas apresentam especiais correlações com a produção de ilhas de calor, redução da qualidade do ar e a aceleração do escoamento superficial das águas pluviais. Dessa forma, as cidades deverão ser os principais responsáveis pela implementação da adaptação aos efeitos das mudanças climáticas, mas, para isso, serão necessárias alterações em seu modo de organização e no estilo de vida de seus habitantes (Rosenzweig et al., 2015).

A atuação dos poderes locais poderá ser reforçada com a busca pela igualdade social de seus habitantes, pelo fortalecimento da ecologia urbana e pela participação dos governos locais em redes de ação climática. Além disso, é importante um planejamento de longa duração para o aprimoramento de sistemas de transporte, abastecimento de água e produção de energia de modo que os governos locais possam superar as dificuldades previstas para as próximas décadas (Coninck et al., 2018).

Os tomadores de decisão em nível local serão essenciais para que o aquecimento global seja limitado a 1,5°C e para que as comunidades se adaptem às mudanças climáticas. Além disso, os efeitos da atuação dos governos locais não ficarão restritas aos seus limites administrativos, podendo servir de inspiração ou subsídio para a tomada de decisão de outros municípios (Bazaz et al., 2018). Assim, experiências locais podem ser tratadas como incubadoras de inovação, principalmente aquelas ações realizadas por meio de consórcios entre municípios, os quais poderão se transformar nos principais agentes das mudanças necessárias.

Medidas que podem ser aplicadas abrangem, entre outras, a ampliação de áreas verdes, reúso de água, preservação e conservação de mananciais, uso de energia alternativas e a melhoria e ampliação das infraestruturas de transporte.



A experiência trilhada por alguns municípios brasileiros, ainda em contínuo processo de transformação e avanço, podem indicar possibilidades de aplicação e apontar caminhos para a adaptação das cidades às mudanças climáticas.

A experiência de adaptação do município de Santos-SP

Este município tem como características a intensa verticalização, o território quase totalmente urbanizado e com maioria da população vivendo na área insular. Embora exista a necessidade de aprimoramento das ações tomadas, seu exemplo tem gerado resultados palpáveis nos últimos anos (Sousa Junior, 2015).

Como muitas cidades litorâneas, sofre os impactos das variações climáticas devido a problemas de uso e ocupação do solo e de suas peculiaridades físicas e fenômenos meteorológicas registrados historicamente (Santos, 2016). A ocupação desordenada na cidade resultou em impactos ambientais e alteração da dinâmica da orla municipal. O avanço das construções de palafitas sobre o mangue gerou sua destruição, impactando a provisão de serviços ecossistêmicos e uma maior exposição de populações a eventos extremos; a ocupação urbana construída em cota 0, em alguns bairros, facilita a ocorrência de alagamentos mesmo sem chuva, só com as mudanças das marés, entre outros impactos observados.

Nesse contexto de vulnerabilidade urbana, o ponto de partida das ações de adaptação foi a criação da Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima - CMMC e a elaboração do Plano Municipal de Mudança do Clima, alinhado ao PNA e com a premissa de transversalidade com outros planos e projetos municipais. O plano teve, inicialmente, um enfoque exclusivo em adaptação, mas foi ampliado para incluir também ações de mitigação.



Apesar desta transversalidade não ter ocorrido de maneira completa, algumas ações já puderam ser observadas como, por exemplo, a inclusão de um capítulo específico sobre mudanças climáticas em seu Plano Diretor e na lei de Uso e Ocupação do Solo.

Outra estratégia nesse sentido é o fato da CMMC ser composta por representantes de todas as secretarias municipais, mais o gabinete do prefeito, visando a busca pelo fortalecimento da intersetorialidade na governança climática. Essas ações poderiam ser ampliadas e fortalecidas por meio da implantação de um departamento voltado à resiliência climática, para solidificar as ações e evitar a descontinuidade administrativa.

Além de ser responsável pelo monitoramento da implementação do Plano Municipal de Mudança do Clima, com o apoio da organização GIZ (Agência Alemã de Cooperação Internacional), a CMMC tem entre suas competências a definição de cenários, impactos e vulnerabilidades; a definição das áreas estratégicas de atuação e de intervenção; e a definição de planos e programas a serem implantados em áreas estratégicas.

Dadas as suas características sociais e ambientais, Santos tem sido foco de diversos projetos relacionados à adaptação às mudanças climáticas. Em 2014, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) selecionou Santos como município piloto no âmbito do projeto Proadapta, liderado pelo MMA com apoio técnico e financeiro da GIZ, cujo objetivo foi apoiar o Brasil na implementação efetiva da agenda de adaptação às mudanças climáticas, visando aumentar a resiliência climática do país, por meio de estudos de caso e modelos replicáveis para outros municípios.

Outro importante projeto realizado no município é o Projeto Metrópole, financiado pelo Fórum Belmont e coordenado pelo Cemaden, que visa avaliar as medidas de adaptação às mudanças climáticas em áreas costeiras, elaborar cenários de elevação do nível do mar para 2050 e 2100, avaliando o índice de capacidade adaptativa e definindo, em conjunto com os stakeholders locais, um conjunto de soluções para as situações extremas (chuva, maré, ressacas etc.) (Fapesp, 2015).



Utilizando a Plataforma Coast (*Coastal Adaptation to Sea Level Rise Tool*) foram modelados cenários considerando três bases de dados/variáveis: dados espaciais georreferenciados; variáveis relacionadas com a elevação do nível do mar; e variáveis socioeconômicas, avaliando-se os danos materiais causados pelos alagamentos (Marengo et al., 2017).

Segundo dados do Projeto Metrópole, caso nada seja feito para minimizar a destruição provocada por esses eventos e o nível do mar suba 45 centímetros (cm) até 2100, conforme prevê o cenário mais pessimista sobre o impacto das mudanças climáticas, os prejuízos poderão atingir quase R\$ 1,3 bilhão. Mas, se o município implementar um rol de ações paliativas, como o alargamento das praias, a dragagem de áreas assoreadas, o restauro e a preservação de mangues e o reforço estrutural de paredes de contenção do mar, as perdas acumuladas poderão se restringir a R\$ 200 milhões nas próximas oito décadas (Fapesp, 2015).

Outro estudo realizado em Santos, como fruto de um convênio entre a prefeitura e a UNICAMP, visa monitorar e mitigar os efeitos erosivos da Ponta da Praia, local onde têm sido observadas alterações físicas, como o recuo significativo do perfil praiar e a mudança na direção das ondas, além da ocorrência mais frequente de ressacas, demandando intervenções mais eficientes em curto prazo (Garcia; Gireli, 2019). Partiu da proposição de uma estrutura de pequeno porte construída com *geobags* (sacos) de geofomas de tecido têxtil, de baixo impacto ambiental, preenchidos com areia retirada das proximidades, para formar uma barreira física parcialmente submersa, apoiada no leito submarino, sendo a solução considerada mais adequada.

O caso de Santos evidencia possibilidades claras de estreitamento entre a academia e o poder público, por meio da criação da Comissão Consultiva Acadêmica. Nessa parceria, alia-se a vocação e capacidade técnica de produção de conhecimento das universidades a demandas reais do município para o enfrentamento das mudanças climáticas, com resultados positivos para ambas as partes.



Está em elaboração pela Prefeitura Municipal de Santos com o apoio da GIZ o projeto atualização do Plano Municipal de Mudanças do Clima de Santos – PMMCS e desenvolvimento de Índice de Vulnerabilidade para o município. Nesse estudo deverá ser realizada modelagem climática a partir de pelo menos 2 (dois) modelos globais e/ou regionais, para o período histórico (1961-1990) e projeções futuras em pelo menos 2 (dois) cenários de emissões, que sejam suficientes para mensurar os impactos e riscos relacionados aos eventos de origem geo-hidro-meteorológica mais relevantes para o município, para identificar e discutir parâmetros para a adoção de medidas de adaptação, a curto, médio e longo prazo e que se mantenham eficazes também no futuro.

A experiência do município de Recife-PE

Recife é um município intensamente urbanizado, com alta densidade demográfica, composto pela combinação entre áreas de baixa topografia justapostas a áreas com alta declividade e com um histórico de uso e ocupação do solo desordenado (Caf, Waycarbon, Iclei, 2019).

É considerada uma das cidades com maior vulnerabilidade aos efeitos das mudanças climáticas no mundo, devido às suas características físicas e a impactos como o aumento no nível do mar e na intensidade de chuvas, elevação da temperatura média, além de erosão costeira (Costa et al, 2010; PBMC, 2016).

Foi uma das pioneiras, entre as cidades brasileiras, a criar instrumentos técnicos e políticos alinhados à agenda climática (Iclei, 2016). Um importante marco da implementação dessa agenda no município foi a sua participação como uma das cidades modelo, a partir de 2012, no projeto Urban Leds - Estratégias de desenvolvimento urbano de baixo carbono, implementado pela ONU Habitat e pelo Iclei - Governos Locais pela Sustentabilidade com financiamento da Comissão Europeia.



A partir desse marco, foi estruturado um arcabouço técnico, institucional e político voltado inicialmente à agenda de mitigação e, a partir de 2014, também à de adaptação e construção de resiliência climática. Em 2013 foi criado o Comclima (Comitê Municipal de Mudanças Climáticas), órgão responsável pelo debate, compartilhamento de informações e subsídio à formulação e desenvolvimento de políticas ligadas à sustentabilidade e mudanças climáticas.

Em 2014 foi sancionada a Política de Sustentabilidade e de Enfrentamento das Mudanças Climáticas do Recife (PSMC), e elaborado o primeiro inventário da emissão dos Gases do Efeito Estufa (GEE) do município.

A partir dos resultados desse inventário, e da análise do plano plurianual da cidade e dos planos e projetos das secretarias municipais e das discussões com os stakeholders locais, foi elaborado o Plano de Redução de Emissões de GEE, que indicou como um dos temas prioritários o desenvolvimento urbano sustentável e resiliência - incluindo adaptação e resiliência; arborização e reflorestamento e educação para sustentabilidade (Recife, 2016).

A revisão do Plano Diretor, em 2018-2019, aprofundou os estudos sobre a vulnerabilidade urbana da cidade em relação a escorregamentos e inundações, devido a sua complexa formação físico-geográfica e sua diversidade geocológica com seus múltiplos ambientes social, físico natural e biológico.

A estratégia para adaptação às mudanças climáticas do município envolve ainda instrumentos como o Sistema Municipal de Unidades Protegidas (SMUP), a Lei de Telhados Verdes e Reservatórios de Retenção - que tem contribuído para a redução de carga a ser depositada na rede de drenagem pluvial, e a realização de um amplo estudo intitulado “Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Município do Recife”, cujo objetivo é subsidiar a elaboração do Plano de Adaptação à Mudança Climática municipal.



O estudo propõe um Índice de Vulnerabilidade Climática, baseado em metodologia de identificação de áreas críticas desenvolvida pelo Banco Mundial e Universidade de Columbia e permitiu identificar áreas de maior vulnerabilidade e risco visando a priorização de medidas concretas de adaptação. O resultado evidenciou os dez principais bairros de Recife que deverão ser mais afetados pelas mudanças climáticas (cenário projetado entre 2011 e 2040) (Caf, Way Carbon, Iclei, 2019).

Os resultados deram base para o mapeamento e a discussão de medidas de adaptação relacionadas aos riscos de inundação, deslizamento, seca meteorológica, ondas de calor, vetores de doenças e aumento do nível do mar, junto a especialistas, técnicos e gestores do município, além de membros das comunidades locais. O processo culminou com seis medidas de adaptação: modernização da rede de drenagem existente, requalificação urbana, revitalização/renaturalização de rios e canais, fomento ao Plano de Arborização da Cidade do Recife, monitoramento e redução da disposição de resíduos em encostas e planícies inundáveis e universalização e modernização do Sistema de Esgotamento Sanitário.

Recentemente, o município do Recife declarou o reconhecimento à emergência climática global, por meio de Decreto Municipal, e determina que a sociedade civil deve ser incluída nos debates, principalmente por meio do Comclima, além de projetar esforços para neutralização das emissões de carbono até 2050 e transversalizar o tema das mudanças climáticas nos planos municipais.

Estratégia de Adaptação do Rio de Janeiro

A Estratégia de Adaptação às Mudanças Climáticas da cidade do Rio de Janeiro, lançada em dezembro de 2016, compreende um conjunto de iniciativas para reduzir a potencial exposição e a sensibilidade da cidade frente aos perigos climáticos e fortalecer a capacidade institucional e da população. Considera um horizonte de longo prazo e fornece subsídios para o plano de adaptação, apresentando um mapa de suscetibilidade a escorregamentos que subsidiou a implementação do Sistema de Alerta Rio. Este sistema informa as probabilidades de ocorrência de escorregamentos



quando a rede de pluviômetros detecta valores de chuva que ultrapassam limites pré-estabelecidos para as 04 bacias hidrográficas do município.

Para cada um dos 06 Eixos Estratégicos foram definidas iniciativas, atividades, perigo climático associado, entendido como “potencial ocorrência de eventos físicos naturais ou induzidos pelo homem que possam causar perda de vida ou prejuízo, ou outros impactos à saúde, perdas ou danos a propriedades, meios de sobrevivência, prestação de serviços, ecossistemas e recursos ambientais” (Rio de Janeiro, 2016, p. 09).

Os próximos passos previstos demandam validar a estratégia de adaptação pela prefeitura municipal; suprimir lacunas de conhecimento; elaborar o plano de adaptação, protocolo de verificação por especialistas externos; consulta pública, metodologia de monitoramento e avaliação; e estabelecimento do Plano de Ação Integrando adaptação à mitigação, resiliência e redução de risco de desastres (Rio de Janeiro, 2016, p. 71).

Em 2020, a prefeitura do Rio vem incorporando a Estratégia de Adaptação no Plano de Ação Climática. Esse plano é resultado de um compromisso assumido pela prefeitura de zerar as emissões de GEE da cidade até 2050. Dessa forma, a estratégia tomará a forma de um plano, com ações concretas, e medidas detalhadas de mitigação e adaptação.

Desafios e caminhos para a adaptação às mudanças climáticas

É necessário um novo modelo de governança ambiental e climática, por meio do redesenho das instituições governamentais de meio ambiente e da inclusão da sustentabilidade socioambiental e da lente climática nas políticas setoriais.



Os municípios devem aplicar as medidas de adaptação transversalmente aos outros instrumentos, políticas e processos, que viabilizem ganhos simultâneos entre diferentes setores municipais, ao mesmo tempo em que reduzem sua vulnerabilidade climática, com inserção dessas medidas no contexto do planejamento urbano, em especial nos planos diretores municipais.

Os possíveis cenários de desenvolvimento socioeconômico e ambiental nos municípios precisam ter seus impactos avaliados à luz de prognósticos atualizados fornecidos por modelos atualizados, para formulação de medidas de adaptação adequadas. Os riscos de impactos climáticos devem ser projetados sobre infraestruturas críticas - viária, habitacional, drenagem urbana, hospitalar, educacional, saneamento básico, entre outras, priorizadas em consulta às partes interessadas.

A construção dos índices de vulnerabilidade deveria ser realizada com a participação das partes interessadas e em particular das populações diretamente afetadas, devendo ser compreensível e aberta a modificações e ajustes para adequação aos processos em curso nos municípios, longe das caixas pretas e modelos fechados que não permitam a participação *bottom up* das partes interessadas. O uso de metodologia multicritério, baseado em consulta a especialistas locais e nacionais, e às comunidades afetadas, para definição de pesos associados aos indicadores da vulnerabilidade seria um bom exemplo.

Os planos e estratégias de adaptação municipais precisam chegar à definição de parâmetros para a tomada de decisão em diferentes escalas adaptativas: vulnerabilidade social, normas de desenvolvimento urbano e infraestrutura, planejamento urbano, e delimitar quais regiões, setores, áreas e populações do município deverão ter sua capacidade adaptativa aumentada para reduzir os impactos futuros relacionados a eventos climáticos e meteorológicos projetados, e, indicar quais políticas públicas setoriais deverão aumentar a capacidade adaptativa.



Concomitantemente, é necessária uma transformação cultural que quebre com o hiato existente entre o reconhecimento das crises social, ambiental e climática, com a real construção de práticas que possibilitem a construção de uma sociedade sustentável.

Ainda que os impactos das mudanças climáticas, e suas soluções, ultrapassem os limites administrativos municipais, o modelo atual de desenvolvimento urbano que trata o território de maneira segregada, precisa considerar avaliar sua vulnerabilidade aos impactos do clima.

Os desafios nas regiões metropolitanas, em especial na macrometrópole paulista, demandam dos gestores públicos a implementação de políticas e planejamentos que considerem as desigualdades sociais e as mudanças climáticas, de forma a assegurar a qualidade de vida aos seus moradores socialmente vulneráveis. Destacam-se a ampliação da resiliência urbana por meio da implementação de programas de recuperação das funções ambientais baseada nos ecossistemas, mudança dos padrões de uso e ocupação do solo, revisão de padrões construtivos e códigos de obra, implantação e ampliação de infraestrutura verde, melhoria da qualidade do ar e da mobilidade urbana, fortalecimento da resiliência das infraestruturas e a universalização e qualificação dos serviços de saneamento.

Exige-se reforço da gestão preventiva dos governos locais para lidar com os riscos climáticos e promover medidas de adaptação considerando as vulnerabilidades sociais e ambientais. O poder público deve ser transparente e estimular as ações dos governos com a participação pública. Para tal, é necessária a comunicação clara dos riscos e aceitar as suas responsabilidades e cobrar as ações que cabem à população e aos diferentes setores sociais.

A política pública brasileira deve sofrer uma metamorfose no jeito de agir e pensar a crise climática, adotando novas práticas num contexto de governança em rede, transversal e democrática, para que as soluções sejam efetivas, e buscando maior participação em agendas com



abordagens interdisciplinares e agregadoras e que incorporem nessa governança climática as partes interessadas da cidade, universidades, comunidades e organizações sociais.

Nota:

Elaborado a partir de palestras proferidas por Eduardo Kimoto Hosokawa (Comissão Municipal de Adaptação às Mudanças Climáticas / Prefeitura de Santos); Pedro Roberto Jacobi (Procam/IEE/IEA USP) e Pedro Ivo Mioni Camarinha (Cemaden), no painel “Iniciativas e Estratégias de Adaptação no Brasil”, no dia 25/11/2019, Ciclo UrbanSus - Sustentabilidade Urbana: Adaptação, Resiliência e Riscos Climáticos, no IEA/USP/Programa USP Cidades Globais.

Bibliografia

ADELLE C., RUSSEL D. Climate policy integration: a case of déjà vu? **Environ Pol Gov** 23:1–12, 2013.
BAZAZ, A.; BERTOLDI, P.; BUCKERIDGE, M.; et al. **Summary for urban policymakers - what the IPCC special report on global warming of 1.5°C means for cities urban policy makers**, 2018. Disponível em: <<http://doi.org/10.24943/SCPM.2018>>.

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

BRASIL - MCTIC. **3ª Comunicação nacional do Brasil à Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima**, Volume II, 2016.

BRASIL - MMA. **Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima. Volume 1 - Estratégia Geral**, 2016. Brasil.

CAMARINHA, P. **Status e Limites do Conhecimento em Mudança do Clima no Nível Municipal. Índice de Vulnerabilidade dos Municípios Brasileiros**. CEMADEN (PPT), 2019.

CAF/WAYCARBON/ICLEI. **Análise de riscos e vulnerabilidades climáticas e estratégia de adaptação do município do Recife - PE - Resumo para tomadores de decisão**. 2019. Disponível em: http://www2.recife.pe.gov.br/sites/default/files/sumario_clima_recife_portugues.pdf

CONINCK, H.; REVI, A.; BABIKER, M.; et al. Chapter 4 - Strengthening and implementing the global response. In: **Global warming of 1.5°C**, 2018



COSTA, MBSF, MALLMANN, DLB, PONTES, PM, ARAUJO, M. Vulnerability and impacts related to the rising sea level in the Metropolitan Center of Recife, Northeast Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences** 5(2): 341-349, 2010.

COUTINHO, SMV; SANTOS, DV; BURSZTYN, M.; MARENGO, JA; LUCENA, AFP; ANDRES, D; MAIA, S.M.F. A adaptação sob uma perspectiva integrada no Brasil: abordagem Nexus+. **Revista Sustentabilidade em Debate**, Brasília, 2019. Disponível <https://periodicos.unb.br/index.php/sust/issue/view/2174/520>

DEBORTOLI N. S. CAMARINHA P.I.M., MARENGO J., RODRIGUES, R.R. An index of Brazil's vulnerability to expected increases in natural flash flooding and landslide disasters in the context of climate change. **Nat Hazards**, 2017.

DI GIULIO, G.M.; LAPOLA, D. M.; TORRES, R. R.; et al. Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima: possibilidades e desafios. **Jornal da Ciência**, v. 24, p. 3, 2016.

FAPESP. **Medidas de adaptação às mudanças climáticas são anunciadas em Santos**, 2015. Disponível em: <http://agencia.fapesp.br/medidas-de-adaptacao-as-mudancas-climaticas-sao-anunciadas-em-santos/22357/> Acesso em: 05/06/2020.

FAPESP. **Prevenir Vale a Pena**, 2015. In, <http://revistapesquisa.fapesp.br/2015/12/15/prevenir-vale-a-pena/>. Acesso em: 11/11/2018.

GARCIA, P. D.; GIRELI, T. Z. Um projeto piloto de recuperação de uma praia utilizando um quebra mar submerso - Ponta da Praia, Santos, Brasil. **Journal of Integrated Coastal Zone Management / Revista de Gestão Costeira Integrada**, v. 19, n. 1, p. 43-57, 2019.

IBGE. Perfil dos Municípios Brasileiros 2017. Rio de Janeiro, 2018

ICLEI. **Recife, Brazil - Enhancing the participatory process when building a municipal climate change agenda**. ICLEI Case Study, n.191, 2016, Recife, Brasil. Disponível em: https://urban-leds.org/wp-content/uploads/2019/resources/case_studies/ICLEI_cs_191_Recife_Urban-LEDS.pdf

IPCC. **Climate Change. Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Core Writing Team, Pachauri, R.K and Reisinger, A. (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 104 pp, 2007.

IPCC. **Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change** [Stocker, T.F., D. Qin,



G.-K. Plattner, M. et al (eds.)). Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, USA, 1535 pp., 2013.

IPCC. **SR 15 Special Report: Global Warming of 1.5°C**. Capítulo 4, Seção 4.3., 2018.

MARANDOLA Jr, E. As escalas da vulnerabilidade e as cidades: interações trans e multiescalares entre variabilidade e mudança climática. In: OJIMA, R.; MARANDOLA Jr. E. (org). **Mudanças climáticas e as cidades: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social**. São Paulo: Editora Blucher, 2013, 272p.

MARENGO, J. A.; NUNES, L. H.; & SOUZA, C. R. G.; et al. globally deployable strategy for co-development of adaptation preferences to sea-level rise: the public participation case of Santos, Brazil," *Natural Hazards: Journal of the International Society for the Prevention and Mitigation of Natural Hazards*, Springer, v. 88, n. 1, p. 39-53, 2017.

MICKWITZ, P; BECK S; JENSEN A; et al. **Climate Policy Integration as a Necessity for an Efficient Climate Policy**, 2009.

ONU - United Nations. **Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development**. 2015. Disponível in <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld>.

PBMC - Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas** [Marengo, J.A., Scarano, F.R. (Eds.)]. PBMC, COPPE - UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 184 p., 2016. ISBN: 978-85-285-0345-6.

RECIFE (PERNAMBUCO). **Recife Sustentável e de Baixo Carbono - Plano de Redução de Emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE)**. Recife, 2016. Disponível em: http://www2.recife.pe.gov.br/sites/default/files/plano_de_baixo_co2_recife.pdf

RIO DE JANEIRO (PREFEITURA). **Estratégia de Adaptação às Mudanças Climáticas da Cidade do Rio de Janeiro**, COPPE/UFRJ; Prefeitura Rio de Janeiro e Centro Clima, 2016. Disponível em http://www.rio.rj.gov.br/dlstatic/10112/6631312/4179912/ESTRATEGIA_PORT.pdf

ROSENZWEIG, C.; SOLECKI, W.; ROMERO-LANKAO, P.; et al. **Climate Change and Cities. Second Assessment Report of the Urban Climate Change Research Network**. New York, 2015.



SANTOS(PREFEITURA). **Estado da Arte - Plano Municipal de Mudança do Clima de Santos – PMMCS. 2016.** Disponível em: <http://www.santos.sp.gov.br/portal/plano-municipal-de-mudancas-climaticas-de-santos>. Acesso em: 01/12/2018.

SOUSA JUNIOR, W.C. **Resultados do Índice de Vulnerabilidade às Mudanças Climáticas da Zona Costeira Brasileira e Análise da Infraestrutura Portuária. Programa de Adaptação às Mudanças do Clima: Cenários e Alternativas - Infraestrutura Costeira.** Presidência da República. Secretaria de Assuntos Estratégicos, 2015.

TORRES, P.; BRAGA, D. Emergência climática paulista entre políticas e planos: a Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC) no Plano de Ação da Macrometrópole paulista (PAM). In JACOBI, P.R.; TRANI, E. **Planejando o Futuro Hoje: ODS, adaptação e mudanças climáticas em São Paulo.** IEE/USP, 2019.

UITTENBROEK, C. J.; JANSSEN-JANSEN, L. B.; RUNHAAR, H. A. C. Mainstreaming climate adaptation into urban planning: overcoming barriers, seizing opportunities, and evaluating the results in two Dutch case studies. **Regional Environmental Change**, v. 13, n. 2, p. 399–411, 2013. Disponível em: <<https://link-springer-com.ez67.periodicos.capes.gov.br/content/pdf/10.1007%2Fs10113-012-0348-8.pdf>>.

Acesso em: 14/06/2020.

WEITZ, N., STRAMBO, C., KEMP-BENEDICT, E., AND NILSSON, M. Closing the governance gaps in the water-energy-food nexus: insights from integrative governance. **Glob. Environ. Change** 45, 165–73, 2017.

Recebido em: 20/03/2021

Aceito em: 15/04/2021



- [1] Doutora em Ciências e Pesquisadora Colaboradora do Instituto Estudos Avançados - IEA/USP E-mail: scoutinho@usp.br
- [2] Doutor em Saúde Pública e Pesquisador Colaborador do Instituto Estudos Avançados -IEA/USP E-mail: ivmaglio@gmail.com
- [3] Doutora em Ciências e Pós-doutoranda no Instituto Estudos Avançados -IEA/USP E-mail: amandascarbone@gmail.com
- [4] Mestre em Ciências (Ambiente, Saúde e Sustentabilidade) pela Faculdade de Saúde Pública da USP E-mail: eaneder@gmail.com
- [5] RCP4.5 e RCP8.5 se referem aos cenários de emissão de gases do efeito estufa e derivam do inglês ‘Representative Concentration Pathway’, correspondendo às forçantes radiativas de 4.5 Wm⁻² e 8.5 Wm⁻², respectivamente.