

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA E ADAPTAÇÃO CLIMÁTICA NO BRASIL: ESTUDO DE CIDADES COSTEIRAS VULNERÁVEIS

Deize Sbarai Sanches Ximenes
Ivan Carlos Maglio

RESUMO

As cidades costeiras brasileiras vêm sofrendo riscos devido aos eventos climáticos, e o rápido desenvolvimento urbano agrava este cenário de perdas humanas e ambientais. O primeiro grande impulso às estratégias de adaptação climática no planejamento foi o desenvolvimento do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima, que orienta a integração do uso e ocupação do solo à preservação ambiental e prevenção aos riscos de desastres naturais. Neste contexto de vulnerabilidade urbana a eventos extremos, as Soluções baseadas na Natureza (SbN) são importantes estratégias de conservação da biodiversidade, destacando-se as medidas de adaptação baseadas em ecossistemas (AbE), que fortalecem a resiliência urbana, e vem ganhando destaque pelos seus múltiplos benefícios; utilizam da conservação e restauração de ecossistemas para oferecer serviços ambientais e possibilitam defesas naturais contra enchentes e deslizamentos. As cidades costeiras brasileiras como Salvador, Recife, Rio de Janeiro e Santos são consideradas com alta vulnerabilidade às mudanças climáticas, e vem desenvolvendo ações de adaptação e índices de vulnerabilidade que analisamos neste artigo. No caso de Santos, no Estado de São Paulo, em seu Plano de Mudanças Climáticas, foi proposto projeto de AbE na área urbana de Monte Serrat para a recuperação e ampliação dos remanescentes de Mata Atlântica com a participação da comunidade local. Concluiu-se que há um grande potencial para soluções baseadas na natureza - SbN, e em especial de medidas AbE, nas cidades costeiras mais vulneráveis a riscos climáticos, mas ainda há poucas ações concretas aplicadas para ampliar a segurança da população e a recuperação ambiental. Com a evolução da adaptação climática no Brasil há uma demanda emergencial por prognósticos e identificação de riscos climáticos na escala local, e em ações de AbE para ampliar a prevenção de risco. Para tal é necessário maior disseminação do conhecimento técnico-científico em vulnerabilidade climática, intercâmbio com redes mundiais em resiliência urbana e maior investimento em ações de AbE no âmbito da adaptação climática.

Palavras-chave: Adaptação climática, soluções baseadas na natureza, adaptação baseada em ecossistema, resiliência urbana



SOLUCIONES BASADAS EN LA NATURALEZA PARA LA ADAPTACIÓN AL CLIMA EN BRASIL: ESTUDIO DE CIUDADES COSTERAS VULNERABLES

Deize Sbarai Sanches Ximenes
Ivan Carlos Maglio

RESUMEN

Las ciudades costeras brasileñas vienen sufriendo riesgos por eventos climáticos y el rápido desarrollo urbano agrava este escenario de pérdidas humanas y ambientales. El primer gran impulso a las estrategias de adaptación climática en la planificación fue el desarrollo del Plan Nacional de Adaptación al Cambio Climático, que orienta la integración del uso y ocupación de la tierra para la preservación ambiental y la prevención de los riesgos de desastres naturales. En este contexto de vulnerabilidad urbana a eventos extremos, las Soluciones basadas en la Naturaleza (SbN) son importantes estrategias de adaptación que fortalecen la resiliencia urbana y están ganando protagonismo por sus múltiples beneficios; utilizar la conservación y restauración de ecosistemas para ofrecer servicios ambientales y habilitar defensas naturales contra inundaciones y deslizamientos de tierra. Las ciudades costeras brasileñas como Salvador, Recife, Río de Janeiro y Santos son consideradas altamente vulnerables al cambio climático y vienen desarrollando acciones de adaptación e índices de vulnerabilidad que analizamos en este artículo. En el caso de Santos, en el Estado de São Paulo, en su Plan de Cambio Climático, se propuso para el área urbana de Monte Serrat, un proyecto de adaptación basado en la naturaleza de ampliar los rema. Se concluyó que existe un gran potencial para las soluciones basadas en la naturaleza - SbN, y en particular medidas AbE en ciudades costeras que son más vulnerables a los riesgos climáticos, pero aún hay pocas acciones concretas implementadas para aumentar la seguridad de la población y la recuperación ambiental. Con la evolución de la adaptación climática en Brasil, existe una demanda de emergencia de pronósticos e identificación de riesgos climáticos a escala local, y de acciones de AbE para expandir la prevención de riesgos. Esto requiere una mayor difusión del conocimiento técnico-científico sobre la vulnerabilidad climática, el intercambio con las redes globales sobre resiliencia urbana y una mayor inversión en acciones de AbE en el contexto de la adaptación climática.

Palabras clave: Adaptación climática, Soluciones basadas en la naturaleza, Adaptación basada en ecosistemas, Resiliencia urbana.



NATURE-BASED SOLUTIONS FOR CLIMATE ADAPTATION IN BRAZIL: A STUDY OF VULNERABLE COASTAL CITIES

Deize Sbarai Sanches Ximenes
Ivan Carlos Maglio

ABSTRACT

Brazilian coastal cities have been suffering risks due to climatic events, and the rapid urban development aggravates this scenario of human and environmental losses. The first major boost to climate adaptation strategies in planning was the development of the National Plan for Adaptation to Climate Change, which guides the integration of land use and occupation with environmental preservation and prevention of natural disaster risks. In this context of urban vulnerability to extreme events, Nature-based Solutions (SbN), highlighting adaptation measures based on ecosystems that strengthen urban resilience, and are gaining prominence for their multiple benefits; they use ecosystem conservation and restoration to provide environmental services and enable natural defenses against floods and landslides. Brazilian coastal cities such as Salvador, Recife, Rio de Janeiro and Santos are considered to be highly vulnerable to climate change, and have been developing adaptation actions and vulnerability indices that we analyze in this article. In the case of Santos, in the State of São Paulo, in its Climate Change Plan, it was proposed for the urban area of Monte Serrat a nature-based adaptation project to expand the Atlantic Forest remnants with the participation of the local community. It was concluded that there is great potential for nature-based solutions - SbN, and in particular EbA measures in coastal cities that are more vulnerable to climate risks, but there are still few concrete actions implemented to increase population safety and environmental recovery. With the evolution of climate adaptation in Brazil, there is an urgent demand for forecasts and identification of climate risks at a local scale, and for EbA actions to expand risk prevention. This requires greater dissemination of technical-scientific knowledge on climate vulnerability, exchange with global networks on urban resilience and greater investment in EbA actions in the context of climate adaptation.

Keywords: Climate adaptation, Nature-based solutions, Ecosystem-Based Adaptation, urban resilience.



<https://doi.org/10.11606/jissn.2179-2275.labverde.2022.188817>

Revista LABVERDE. FAU USP. São Paulo, v. 12, n. 01, e188817, 2022.



*E quem sabe, então
O Rio será alguma cidade submersa.
Os escafandristas virão explorar sua casa, seu
quarto, suas coisas
Sua alma, desvãos
Sábios em vão tentarão decifrar
O eco de antigas palavras
Fragmentos de cartas, poemas
Mentiras, retratos
Vestígios de uma estranha civilização.*

Chico Buarque de Holanda - **Futuros Amantes**

INTRODUÇÃO

As mudanças climáticas estão sendo sentidas, cada vez mais, em todas as partes do mundo, e conseqüentemente, os eventos extremos assolam as cidades e sua população. O aquecimento global é uma realidade evidenciada por especialistas e referendada nos seis últimos relatórios científicos do IPCC - Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas da ONU, que comprovam a interferência negativa da ação humana na natureza.

Esta situação se agravou a partir da era da industrialização, proporcionando um aumento considerável de emissões de gases de efeito estufa na atmosfera, e o sexto relatório do IPCC de 2021 confirmou que, em todos os cenários futuros, o aumento de temperatura média do planeta será alcançado até 2040, exigindo medidas transformadoras para enfrentar a crise climática. IPCC, 2021

Para enfrentar a vulnerabilidade aos riscos decorrentes das mudanças climáticas, estratégias de adaptação climática estão sendo colocadas em prática e, nesse contexto, temos como uma grande temática de abordagem: Soluções baseadas na Natureza (SbN).

A UICN (2016) define SbN como ações destinadas a proteger, gerenciar e restaurar de maneira sustentável os ecossistemas naturais ou modificados, que enfrentam os desafios da sociedade - mudança do clima, segurança alimentar e hídrica ou desastres naturais, de modo eficaz e adaptável, proporcionando simultaneamente bem-estar e benefícios à biodiversidade.

Em específico, para as "soluções naturais à mudança do clima", podemos destacar o conceito de adaptação baseada em ecossistemas (AbE); pelos seus múltiplos benefícios, integrando o uso da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos, como forma de colaboração na adaptação das pessoas aos efeitos adversos das mudanças climáticas; proporciona ações destinadas a proteger, gerenciar e restaurar de maneira sustentável os ecossistemas naturais ou modificados, que

enfrentam os desafios da sociedade - mudança do clima, segurança alimentar e hídrica ou desastres naturais, de modo eficaz e adaptável, proporcionando simultaneamente bem-estar e benefícios à biodiversidade (IUCN, 2016).

A adoção deste conceito, nos anos 2000 pela União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) e pelo Banco Mundial, se dá no contexto das ciências ambientais e de conservação da natureza; como uma inspiração nos sistemas naturais em busca de soluções: para a adaptação e mitigação dos efeitos das mudanças climáticas; ao mesmo tempo em que geram melhorias na qualidade de vida da população (COHEN-SHACHAM, 2016).

Em 2016, a UICN adota formalmente o conceito de SbN, por meio da publicação da carta "Defining Nature-based Solutions" (IUCN, 2016). Dessa forma, a Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) une as temáticas de biodiversidade e clima, e dos serviços ecossistêmicos como parte de uma estratégia geral de adaptação para ajudar as pessoas a se adaptarem aos efeitos adversos da mudança do clima. É considerada uma medida de baixo arrependimento, já que apresenta benefícios de múltipla natureza: econômicos, sociais, ambientais e culturais, sequestro de carbono, efeitos sobre a segurança alimentar, gestão sustentável da água, e a promoção de uma visão integrada do território (FGB, 2015).

Assim, a melhor forma de implementar a AbE é adotá-la como elemento de uma estratégia de adaptação mais ampla (FEBA, 2019) para o desenvolvimento sustentável, envolvendo projetos de gerenciamento dos recursos naturais baseados em comunidades, oferecendo benefícios socioeconômicos, projetos de adaptação à mudança do clima, e projetos de conservação da biodiversidade e do ecossistema (Figura 01).

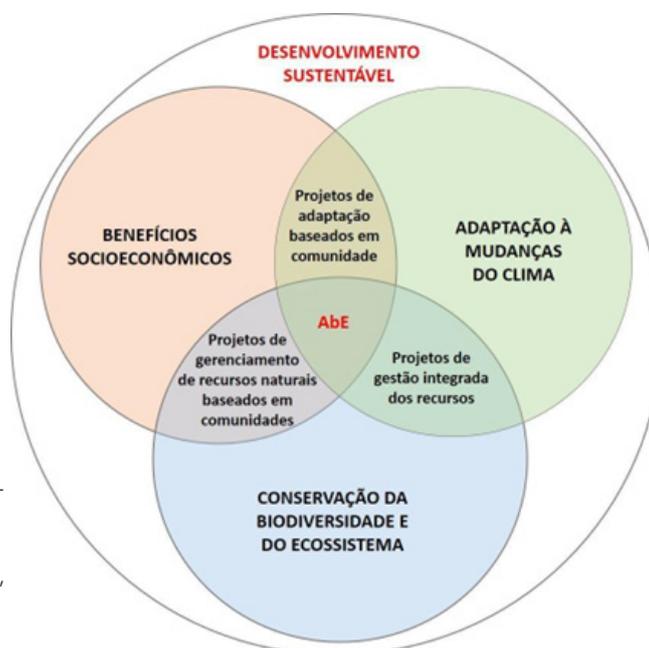


FIGURA 1. AbE - Adaptação baseada em ecossistemas

Fonte: Adaptado de Midgley et al., 2012, FEBA, 2019.

¹ Friends of EbA (FEBA) é uma rede colaborativa global de mais de 80 agências e associações envolvidas na Adaptação Baseada em Ecossistemas (EbA) trabalhando em conjunto para compartilhar experiências e conhecimento para melhorar a implementação de atividades relacionadas com EbA no terreno, e ter um aprendizado mais forte e estratégica e influência sobre política AbE.

² A Convenção Sobre Diversidade Biológica, ou CDB, é o primeiro tratado mundial sobre a utilização sustentável, conservação e repartição equitativa dos benefícios derivados da biodiversidade, que foi assinado por 156 países durante a ECO92 no Rio de Janeiro.

O FEBA¹ (2019) também definiu os elementos da AbE segundo os critérios da Convenção da Diversidade Biológica² (CDB, 2009): ajuda as pessoas a se adaptarem à mudança do clima, no contexto de uma estratégia de adaptação mais ampla, por meio de um uso ativo da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos; como a regulação do clima, o armazenamento do carbono, o provimento de água, a proteção da biodiversidade e a beleza cênica.

Outra ferramenta de abordagem das mudanças climáticas é a agenda de desenvolvimento sustentável, por meio da definição dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) elaborados pelas Nações Unidas em 2015; dentre eles, o objetivo 11 - tornar as cidades e os assentamentos humanos inclusivos, seguros, resilientes e sustentáveis, e o 13 - ação contra a mudança global do clima (ONU, 2015). Podemos citar diversas ações ambientais que irão amenizar os eventos extremos, como por exemplo, a restauração dos manguezais e restingas, a recuperação da vegetação em encostas, a ampliação da captação de água e de carbono pelas florestas urbanas e a arborização, se utilizando desta forma da infra-estrutura verde e azul, que colocam novas estruturas para uma urbanização mais resiliente às mudanças climáticas e fornecem defesas naturais contra enchentes e deslizamentos (IPCC, 2018).

As estratégias de redução de vulnerabilidade e aumento da capacidade adaptativa das cidades, frente aos riscos climáticos, são baseadas no aumento de sua resiliência, para mitigar ou absorver os efeitos do clima, por meio do capital natural; que pode ser definido por elementos da natureza que forneçam benefícios importantes (serviços ecossistêmicos); inclui-se aí o sequestro ou remoção de CO₂, proteção contra erosão do solo e risco de inundação, habitats para vida selvagem, polinização e espaços para recreação e bem-estar e suas respectivas funções ambientais.

Segundo o IPCC, 2014, resiliência é a capacidade de um sistema e suas partes componentes de antecipar, absorver, acomodar ou se recuperar dos efeitos de um perigo de maneira oportuna e eficiente, incluindo a garantia da preservação, restauração ou melhoria de suas estruturas e funções básicas.

As estratégias e planos de adaptação e resiliência devem ser definidos conjuntamente, para a redução do risco climático e para a sustentabilidade das cidades, criando uma base para orientar a aplicação de SbN e em especial de SbE.

Medidas de Adaptação Climática no Brasil

No Brasil, a adaptação às mudanças climáticas está prevista na Política Nacional sobre Mudança do Clima (Lei nº 12.187/09, regulamentada pelo Decreto nº 7.390/10), promovida por meio das três esferas da

Federação, com a participação e colaboração de agentes econômicos e sociais interessados ou beneficiários. No Plano Nacional de Adaptação - PNA (2016) definido após o acordo de Paris de 2015, às ações adaptativas devem se pautar pela integração de políticas nos diversos níveis de governo, setores e características territoriais que ultrapassam as fronteiras de estados e municípios.

Por outro lado, o PNA estabelece 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).

Como estratégia de análise aos efeitos dos eventos climáticos, foram realizados estudos das projeções de mudanças climáticas globais e seus impactos no Brasil, a partir dos modelos globais do sistema terrestre. Foram avaliados os eventos climáticos, e gerados prognósticos futuros para as cidades brasileiras, criando um índice de vulnerabilidade ao risco de desastres com deslizamento de terras e de enxurradas, e, um segundo indicador sobre a vulnerabilidade a secas, que subsidiaram o PNA. (CAMARINHA, 2019). Os indicadores de risco climático seguiram as orientações do IPCC 2012 como resultado de uma combinação de ameaça climática, exposição e vulnerabilidade. De acordo com essa definição de risco climático, as áreas identificadas como mais críticas, no Brasil (Figura 02) considerando secas, inundações e deslizamentos foram Salvador, Blumenau (SC), Litoral Sul RJ, 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).

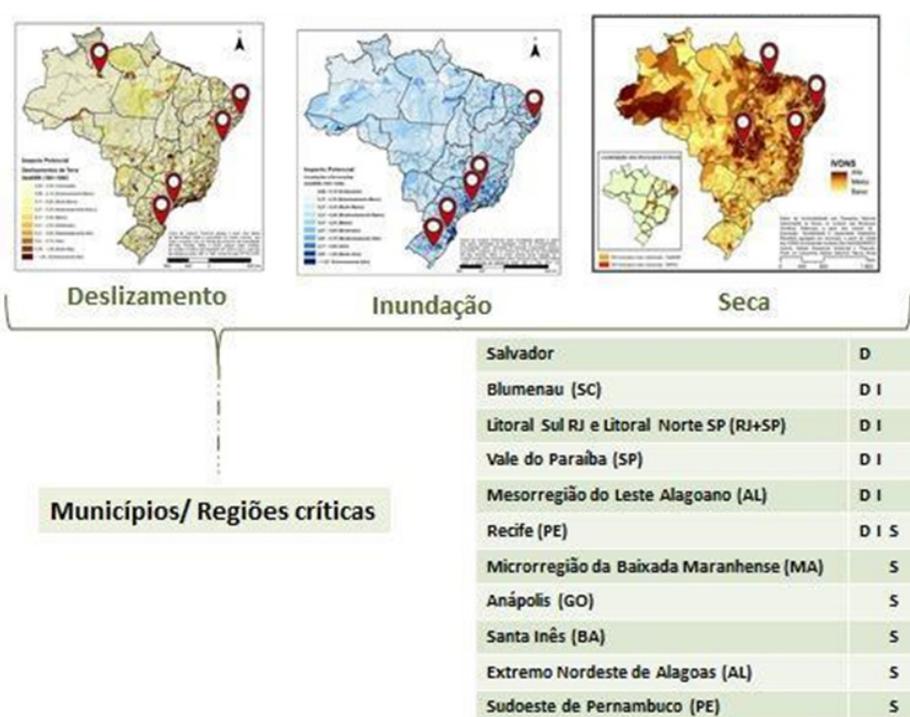


FIGURA 2. Ilustração das áreas Críticas de Risco Climático no Brasil

Fonte: MMA 2019

As medidas para adaptação climática identificadas pelos municípios consultados pelo MCTI, nos seminários realizados com o objetivo de capacitar os municípios brasileiros, foram: infraestrutura de obras, construção de parques lineares, redução das vulnerabilidades municipais e mapeamento detalhado das áreas vulneráveis nos municípios.

Em relação à aplicação de medidas AbE, estudo do ICLEI 2015, contabilizou as principais experiências e verificou que há por volta de 100 casos em todo o mundo, com destaque de 43% para a Europa. O mesmo estudo relata um grande número de projetos na África e na Ásia, provavelmente devido aos esforços da IUCN. No Brasil, foram registrado somente 11 casos até 2015 nos estados da Bahia, Rio de Janeiro, São Paulo, Ceará, Distrito Federal, Paraná, Amazonas, Mato Grosso, focados em resiliência de recifes de corais, áreas protegidas e conservação da biodiversidade, reflorestamento, planos municipais, conservação de mangues e preservação de cabeceiras de rios.

Esse levantamento reforça a importância de ampliar as experiências no Brasil, no qual as medidas AbE vem sendo propostas nos Planos de Ação Climática que vem enfocando a adaptação a partir de 2016, à exemplo dos Planos Climáticos de Santos e da Estratégia de Adaptação do Rio de Janeiro, bem como, os demais avaliados neste trabalho.

Objetivos

O objetivo deste artigo é analisar as estratégias ambientais que as cidades brasileiras costeiras mais críticas à vulnerabilidade das mudanças climáticas vem desenvolvendo, para verificar as soluções baseadas em ecossistemas para adaptação climática, em suas políticas, planos e ações.

Salvador, Recife, Rio de Janeiro e Santos são cidades consideradas com alta vulnerabilidade às mudanças climáticas na costa brasileira, e ações de adaptação e índices de vulnerabilidade estão sendo desenvolvidos. Assim a metodologia aplicada nesta pesquisa consiste na identificação e análise de medidas de adaptação baseadas na natureza, em especial de AbE, propostas nos Planos de Ação Climática destas cidades costeiras, partindo dos seguintes questionamentos: Qual o potencial de utilização de SbN, e em especial de AbE como medida de adaptação climática e quais os avanços observados?

Nos planos de adaptação foram analisadas os riscos climáticos, os métodos para a identificação das áreas críticas de vulnerabilidades, e as tipologias de diretrizes e soluções propostas para a adaptação climática, buscando identificar as medidas voltadas à ampliação da resiliência urbana, que resultem em projetos de adaptação baseados em AbE.

Santos - Aplicação de Medida AbE no Monte Serrat

Santos, uma cidade litorânea do Estado de São Paulo, com área territorial de 281,033 km² e população de 433.656 habitantes (IBGE, 2020), tendo a maior parte dela na área insular do município, possui uma área de morros localizada no centro da Ilha de São Vicente, com histórico de desmatamento, ocupação desordenada e rápida urbanização, traz a fragmentação dos remanescentes da vegetação da Mata Atlântica, que potencializa as ameaças da mudança do clima.

Como forma de planejamento às vulnerabilidades descritas, Santos em seu Plano de Mudanças Climáticas (Santos, 2016), cria um projeto de adaptação baseado na natureza para a área urbana do Morro de Monte Serrat (Figura 03), apoiado pelo Programa Nacional PROADAPTA, por meio da (GIZ), da Comissão Municipal de Mudanças do Clima - CMMC, e pela Defesa Civil (Figura 04). A proposta traz como solução para a área de morros, mediante a retirada de moradias em áreas críticas, e a ampliação e recuperação dos remanescentes de Mata Atlântica para a contenção de encostas, como medida de AbE.

A metodologia aplicada, envolveu a identificação das áreas suscetíveis à riscos climáticos, o intercâmbio desses conhecimentos com a comunidade, seleção de espécies para enriquecimento florestal, e a realização dos plantios, para recompor os serviços ambientais pela recuperação da mata atlântica nas encostas e áreas antropizadas pela ocupação inadequada. O resultado esperado é diminuir a vulnerabilidade da comunidade aos riscos geotécnicos de escorregamento das encostas e movimentos de massa decorrentes dos prognósticos de intensificação dos eventos de chuvas na região.



FIGURA 3. Limites de Santos.

Fonte: Google Earth e prefeitura municipal de Santos, 2009



FIGURA 4. Localização do Morro de Mont Serrat em área urbana, Santos

Fonte: Google Earth e prefeitura municipal de Santos, 2009

A medida AbE, neste estudo de caso, aborda as necessidades de conservação e recuperação da biodiversidade existentes na Mata Atlântica, que geram múltiplos benefícios para a sociedade: contenção de encostas reduzindo o risco de escorregamentos, melhoria das condi-

ções do microclima, bem-estar da população, uso de diferentes espécies nativas, além da importância ecológica; medida de adaptação aos riscos decorrentes da mudança climática.

A avaliação do risco geotécnico realizada pelo município indicou a área no Monte Serrat como setor de encosta impróprio à ocupação urbana, com características geológico-geotécnicas restritivas, devidamente mapeadas no Plano Municipal de Redução de Riscos - PMRR como de Risco Muito Alto - R4 (SANTOS, 2020) ou seja, com alta potencialidade para ocorrência de processos destrutivos em eventos meteorológicos extremos. Ressalte-se ainda a ocupação irregular desse setor, o histórico de ocorrências de escorregamento, e as severas restrições da legislação urbanística e ambiental e a impossibilidade de consolidação e regularização urbanística (SANTOS, 2019).

A avaliação realizada recomendou entre outras, as seguintes medidas para a área de estudo:

- Estudo de concepção e de recuperação socioambiental da área objeto da remoção das edificações e entorno, identificando medidas estruturais de estabilidade e medidas não estruturais complementares.
- Interdição, remoção e demolição das edificações irregulares e construídas em setor de Risco Muito Alto - R4, na porção superior do setor;
- Implantação das medidas estruturais e não estruturais previstas no estudo de concepção, projeto executivo com medidas de execução/ampliação do sistema de drenagem de águas pluviais, replantio de espécies adequadas ao local e medidas de recuperação ambiental da área com plantios com espécies da Mata Atlântica.;
- Monitoramento do risco geológico no local pela Defesa Civil de Santos.

Em 2020, no âmbito do projeto ProAdapta, foi desenvolvido o estudo de Viabilidade Técnica da ABE no Monte Serrat, com os seguintes destaques: a concepção da medida ABE apresenta características peculiares por ser uma área urbana e de morro, que torna o projeto inovador. No projeto deverão ser utilizadas plantas arbóreas de médio porte, bem como, arbustivas e herbáceas, para obter uma rápida cobertura do solo, promover a diversidade biológica e diminuir o impacto das chuvas, enxurradas e do vento, visando minimizar os riscos de desmoronamentos.

O projeto teve início em 2019, e foi desenvolvido junto à comunidade, com cursos de capacitação e participação efetiva das mulheres. Sofreu uma interrupção em fevereiro de 2020, em função das chuvas torren-

ciais e da pandemia do covid-19. Em junho de 2021, foi retomado com a demolição de casas localizadas na área de risco e o início dos plantios.

A análise das principais diretrizes e ações de adaptação relacionadas à aplicação de SbN como solução para a reocupação da área, desenho e implementação de medida de AbE no Monte Serrat, irá colaborar com a redução do risco climático, com a ampliação e oferta de serviços ambientais e ecossistêmicos dos remanescentes de mata atlântica aos moradores da região; e poderá ser aplicada em outras áreas semelhantes identificadas no plano de Ação Climática de Santos, atualizado em 2021.

Rio de Janeiro (cidade) - Plano de Adaptação à Mudança Climática

A cidade do Rio de Janeiro com cerca de 6,5 milhões de habitantes (IBGE, 2016), é a maior cidade costeira, o segundo centro econômico e o mais importante polo turístico do país. Exerce forte papel político, econômico, social, cultural e institucional no cenário nacional (RIO. PCRJ, 2020).

A área apresenta elevada variabilidade espacial e temporal de elementos meteorológicos. Os maciços florestais influenciam o comportamento regional da temperatura, ventos, evaporação e nebulosidade, mas, principalmente, da precipitação. Ao alcançarem altitude da ordem de 1.000 m, condicionam a penetração da brisa marinha em direção ao interior, além de atuarem como barreira às chuvas. Restringem, assim, a disponibilidade da umidade em partes da Zona Norte e Oeste, usualmente as mais quentes e secas da cidade, em franco contraste com a Zona Sul, onde a brisa marinha atua como forte elemento de arrefecimento do ar (RIO CIDADE, 2016).

A Estratégia de Adaptação às Mudanças Climáticas do Rio de Janeiro, lançada em 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.

Considerou um horizonte de longo prazo e forneceu subsídios para o plano de adaptação, apresentando um mapa de suscetibilidade a escorregamentos, que subsidiou a implementação do Sistema de Alerta Rio. O 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.

A abordagem metodológica da avaliação dos sistemas de interesse foi estruturada com base na identificação e mapeamento da vulnerabilidade da cidade às mudanças climáticas, por meio da elaboração do Índice de Vulnerabilidade, composto pelo Índice de Sensibilidade e pelo Índice de Capacidade Adaptativa.

Em 2020, a prefeitura do Rio incorporou a Estratégia de Adaptação no Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática da Cidade do Rio de Janeiro, baseada no modelo do C40 . (RIO CIDADE, 2020).

O Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática (PDS) tem como objetivo central a construção das políticas de Estado alinhadas aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável - ODS da Agenda 2030, e nortear as ações da Prefeitura ao longo das diferentes administrações. O PDS está ancorado em importantes documentos técnicos elaborados nos últimos anos, como o Visão Rio 500, a Estratégia de Adaptação às Mudanças Climáticas e o PMUS - Plano de Mobilidade Urbana Sustentável³ (RIO CIDADE, 2020).

³ C40 é uma rede de megacidades mundiais comprometida com a mudança climática.

Segundo o PDS, os locais mais atingidos por eventos extremos são as margens dos cursos d'água e os morros ocupados por moradias. Esses espaços são habitados pela população de baixa renda, com maior vulnerabilidade social, e conforme dados históricos de ocupação, na acidentada geografia da cidade, áreas sujeitas a eventos extremos também abrigam residências de alta e média renda (PDS, 2020).

O PDS estima que os deslizamentos de terras afetam cerca de 45% da cidade e costumam ocorrer com mais frequência em encostas com muitas habitações construídas de forma irregular; os bairros mais pobres sofrem maior impacto. Estima também que as ondas de calor representam um dos perigos climáticos mais relevantes para o Rio de Janeiro, pois praticamente toda a cidade está exposta ao fenômeno; mais da metade da cidade sofre com os impactos de inundações, em especial os bairros localizados nas partes baixas.

Como medida de ampliação da resiliência urbana foram definidos 45 Corredores Verdes que são os eixos de implementação do Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática (PDS), "definidos como áreas prioritárias para ampliação de infraestruturas verdes por meio de ações de reflorestamento, arborização urbana, criação, proteção e conexão de unidades de conservação, estímulo à manutenção e ampliação de áreas agrícolas, bem como áreas verdes de relevante interesse paisagístico e histórico, com vistas a sua adequada manutenção e conservação" (RIO CIDADE, 2020).

Os Corredores Verdes (Figura 06) foram estruturados em três eixos principais: eixo V1 - Arborização Urbana; eixo V2 - Conexão entre Fragmentos de Vegetação Nativa e eixo V3 - Patrimônio Cultural da Humanidade. Na definição desses corredores, segundo o PDS 2020, foram utilizadas diferentes bases de dados, dentre as quais: índices de áreas verdes; estudos de temperatura de superfície; comparação entre bases de uso do solo de diferentes anos, localização de parques urbanos e áreas relevantes do ponto de vista paisagístico, e classificação de copas de árvores a partir de ortofotos. Foram analisados mapas

termas e identificados os bairros com maior temperatura de superfície (média anual) no período entre 2015 e 2019. Em função destes levantamentos foram identificados 13 Corredores prioritários.

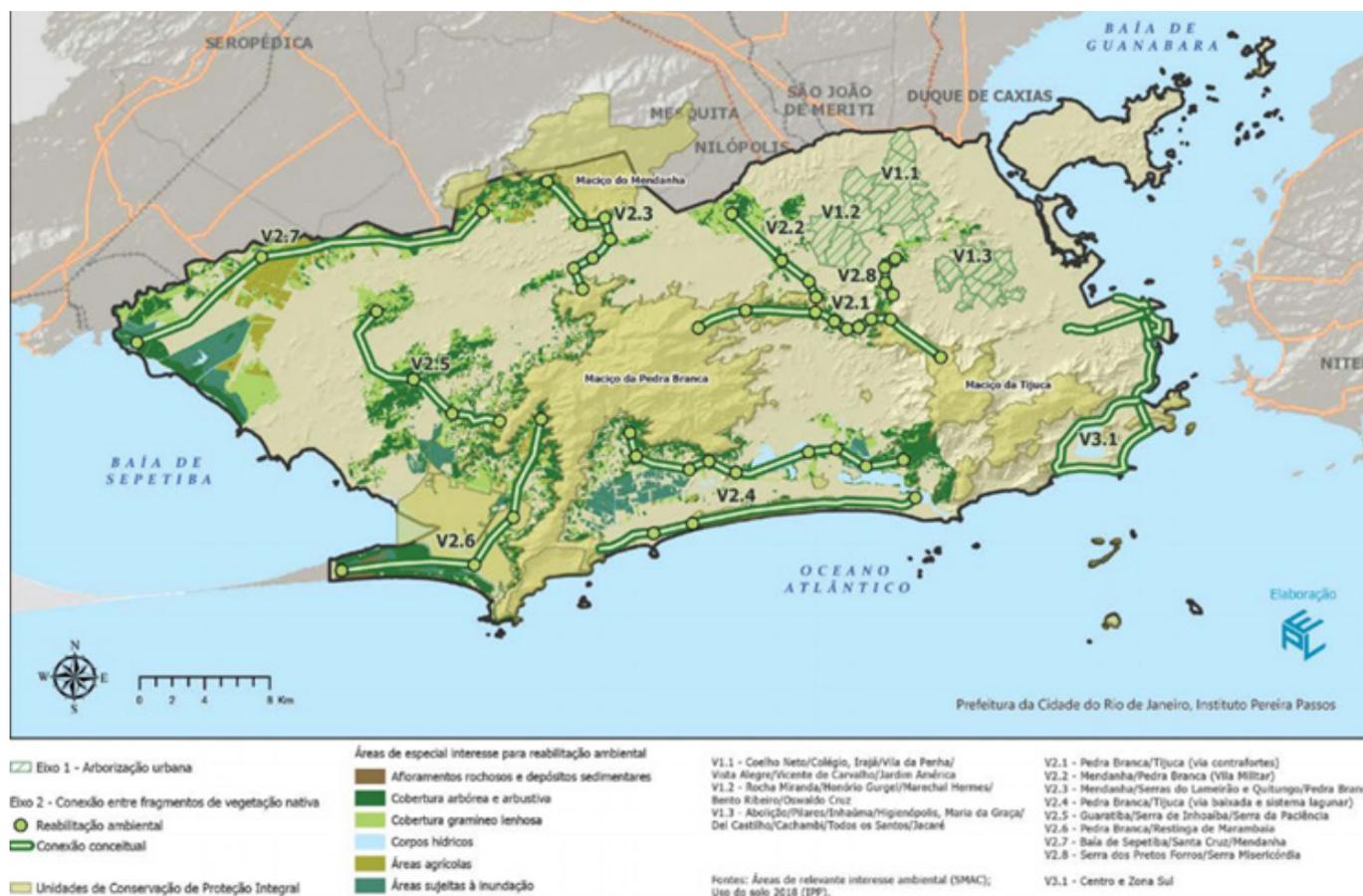


FIGURA 6. Rio (Cidade). Mapa dos Corredores Verdes

Fonte: PRODUÇÃO EPL, 2020

No caso da priorização para arborização foram selecionados bairros que apresentam arborização deficiente, com ruas inteiras ou trechos não arborizados. O objetivo da intensificação da arborização e de outras infraestruturas verdes é amenizar a formação de ilhas de calor trazendo maior conforto térmico e bem-estar físico e psicológico aos moradores.

No caso das soluções para conexão entre fragmentos de vegetação nativa, tendo em vista suas funções ecológicas e socioambientais, a exemplo de áreas com vegetação autóctone com fragmentos do bioma Mata Atlântica e seus ecossistemas associados, localizados em baixadas, encostas, topo de morros e margens de corpos hídricos; foi pensado na implantação de áreas verdes e livres - praças, parques urbanos, arborização urbana, logradouros, e na seleção de novas áreas para implementação de áreas verdes, como as áreas urbanas com baixa densidade de ocupação e áreas destinadas a projetos públicos.

Também foi definido medidas de SbN para bairros com altas temperaturas de superfície (média anual) implantando parques e áreas relevantes do ponto de vista paisagístico, com classificação de copas de árvores e análise de mapas termas.

O Corredor Patrimônio Cultural da Humanidade compreende a área da cidade onde estão localizados os principais parques urbanos históricos e tombados. Neste eixo, também está inserido o sítio reconhecido pela UNESCO como Patrimônio Cultural da Humanidade na categoria Paisagem Cultural. As áreas verdes possuem, relevância ambiental e paisagística, como a Floresta da Tijuca, Parque Nacional da Tijuca; Jardim Botânico do Rio de Janeiro; e a entrada da Baía de Guanabara: Passeio Público, Parque do Flamengo, Fortes Históricos de Niterói e Rio de Janeiro, Pão de Açúcar e Praia de Copacabana. As ações estão voltadas a inventários da arborização urbana das árvores localizadas nos logradouros públicos, Planos Diretores dos parques urbanos, restauração e manutenção dos parques urbanos e plano de manejo das unidades de conservação.

Ainda não é possível medir os resultados desse planejamento climático, mas sim identificar o peso dado às SbN e SbE no plano. Pesa a favor da cidade do Rio de Janeiro sua tradição histórica de recuperação florestal no maciço da Tijuca, bem como, a implantação do Jardim Botânico numa área anteriormente antropizada.

Recife - Plano de Adaptação à Mudança climática

Recife está localizada na costa nordeste do Brasil, em área de morros e da planície junto à foz dos Rios Capibaribe e Beberibe. A revisão do seu 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 diversidade geoecológica, com múltiplos ambientes social, físico-natural e biológico.

Recife possui 45,7% de sua extensão costeira sob zona de alta vulnerabilidade, o que significa que a região será rapidamente atingida com a mudança do nível do mar. Cerca de 81% das construções urbanas estão a menos de 30 metros da linha costeira e localizadas em terrenos abaixo de 5 metros de altura. A cidade sofre com as chuvas sobre as áreas de ocupação inadequada e uma infraestrutura de drenagem insuficiente, trazendo como consequência inundações e deslizamentos. Neste contexto, a projeção de aumento de risco de inundações até 2040 é de 68,44%. RECIFE, 2019

A estratégia para adaptação às mudanças climáticas do município envolveu instrumentos como o Sistema Municipal de Unidades Protegidas (SMUP), a Lei de Telhados Verdes e a indução a Reservatórios de Retenção 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 foi subsidiar a elaboração do seu

Plano de Adaptação à Mudança Climática de 2019. Neste estudo foram indicadas as seguintes medidas de adaptação com o uso de SbN e SbE:

- Revitalizar/Renaturalizar os rios e canais, como medida de adaptação baseada em ecossistemas. A medida visa garantir que as áreas de várzea cumpram o papel de controlar as ondas de cheia, diminuindo os efeitos das inundações. Permite também, a recuperação ambiental dos rios urbanos a partir de ações de valorização dos seus serviços ecossistêmicos;
- Fomentar o Plano de Arborização da Cidade do Recife, com o objetivo de aumentar a permeabilidade do solo e trazer maior conforto ambiental, enfrentando as ameaças de inundação, onda de calor e retenção das águas de chuva como um “tanque de retardo”;
- Aplicar geomantas para reduzir os impactos dos deslizamentos em regiões de encosta e morros da cidade;
- Realizar o enrocamento do Bairro Boa Viagem, com o objetivo de bloquear a erosão costeira. Inserção de um dispositivo amortecedor formado por estrutura executada em pedra, destinado à proteção de taludes e canais.

Recife já tem um histórico de ações ambientais à exemplo da Lei de Telhados Verdes e Reservatórios de Retenção, Lei Municipal nº 18.112/2015, que vem contribuindo sensivelmente para a redução de carga a ser depositada na rede de drenagem pluvial e na amenização das temperaturas (RECIFE, 2015).

Outra importante iniciativa, segundo a Estratégia de Ação Climática (RECIFE 2019, pág.45)), o aumento por meio do plantio de 56.624 árvores na cidade no período compreendido entre 2013 e 2019, ampliou em 40% na cobertura vegetal do município e garantiu não só a permeabilização de terrenos, mas também a purificação do ar, sombreamento, redução das temperaturas em ilhas de calor e retenção de água em suas copas, formando quase que um tanque de retardo natural. As árvores plantadas na cidade foram escolhidas prioritariamente entre as nativas da Mata Atlântica, contribuindo assim para o restabelecimento da vegetação nativa.

Salvador - Plano de Adaptação à Mudança Climática

A capital da Bahia, a cidade de Salvador, está localizada na costa do Nordeste do Brasil e tem seu território subdividido administrativamente pelas Prefeituras de Bairro (Figura 07), instituídas pelo art. 13 da Lei nº 8.376, de 21 de dezembro de 2012.

O Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima (PMAMC)

de Salvador foi lançado em 2020 e reconheceu a necessidade de um desenvolvimento de baixo carbono e resiliente aos efeitos das mudanças do clima na cidade. Para isso, tem como objetivo auxiliar a gestão climática e criação de instrumentos jurídicos para dar suporte às ações de mitigação e adaptação. (SALVADOR, 2020)



FIGURA 7. Prefeituras Bairro de Salvador

Fonte: Mapeamento Cartográfico de Salvador - Prefeitura Municipal de Salvador, 2019

Segundo o PMAMC, a cidade de Salvador encontra-se exposta aos impactos adversos das mudanças do clima, e esses impactos afetam sobretudo as populações mais vulneráveis, impondo que as políticas públicas de enfrentamento às mudanças do clima sejam inclusivas e justas. O desenvolvimento de sua malha urbana na área costeira junto à Baía de Todos os Santos foi fortemente marcado pela ocupação acelerada e desordenada de áreas pouco dotadas de infraestrutura e suscetíveis à ocorrência de desastres naturais e sociais (KHAN S. E SANTOS S. A., 2016).

O PMAMC considerou “necessárias e urgentes ações para proteger seus habitantes, ecossistemas e infraestruturas, em particular no que se refere aos riscos relacionados ao aumento do nível do mar, inundações, proliferação de vetores, ondas de calor, seca meteorológica e deslizamentos, que tendem a se intensificar nos próximos anos em decorrência das mudanças do clima” (SALVADOR, 2020). Ele está alinhado às expectativas internacionais de enfrentamento às mudanças do clima, como o Acordo de Paris e o Pacto Global de Prefeitos pelo Clima e Energia (GCoM, 2020).

Destaca-se como um dos Eixos Estratégicos do Plano de Salvador Verde-Azul, a promoção de Soluções Baseadas na Natureza, como manutenção dos serviços ecossistêmicos, da justiça climática e da qualidade de vida. Várias ações de SbN foram definidas:

Criar novos parques, unidades de conservação e espaços verdes, as quais criam zonas de frescor nas cidades e superfícies não pavimentadas, permitindo a absorção da água da chuva. Além disso, os bene-

fícios sociais gerados com a criação de novas áreas verdes e espaços públicos como parques e praças. O Indicador utilizado é a cobertura de áreas verdes (hectares) por 100.000 habitantes;

Implementar corredores ecológicos. Objetiva implantar espaços vegetados que interligam áreas afetadas pela atividade humana, visando a conservação da biodiversidade por meio do deslocamento de animais, da dispersão de sementes e do aumento da cobertura vegetal. Esta iniciativa forma parte do conjunto de ações consideradas prioritárias para alcançar os objetivos específicos do PMMA (Plano Municipal de Mata Atlântica de Recife). O indicador a ser utilizado para medir os resultados é ao número de corredores ecológicos implantados; Área (km²) transformada em corredor ecológico

- Ampliar a arborização urbana. Árvores em espaços públicos criam sombras e reduzem o impacto de ondas de calor nas redondezas. Além disso, suas raízes favorecem a infiltração de água no solo, contribuindo para a alimentação do lençol freático e com a redução de enchentes. A ação também visa orientar os projetos públicos de plantio de árvores para os locais com maior risco de ilhas de calor e com menor quantidade de áreas verdes. Indicadores: Número de áreas arborizadas; Número de árvores por 100.000 habitantes Número de árvores plantadas.
- Adotar o conceito de infraestrutura verde-azul nos projetos da cidade. Ao trabalhar a política das águas integrada às de áreas verdes da cidade, tem-se como objetivo recriar um ciclo de água naturalmente orientado, que pode trazer diversos benefícios para a cidade e os cidadãos, como a redução das ilhas de calor e recuperação de ecossistemas, dentre outros.
- Fomentar a agricultura urbana orgânica;
- Adotar soluções AbE nas novas obras de requalificação de espaços públicos e de equipamentos de sombreamento em praças públicas.

Resultados e discussões

O caso de Monte Serrat demonstra a importância da participação da comunidade, em especial das mulheres, realçando a questão de gênero nas práticas participativas de adaptação com o uso de AbE. Em Recife, assim como em Santos, evidencia-se a importância das comunidades locais reconhecerem as suas áreas de risco específicas, bem como, as soluções de adaptação propostas, e serem agentes de aplicação das medidas em conjunto com os órgãos técnicos municipais.

No Rio de Janeiro, foi bem trabalhada a mitigação de áreas com alta temperatura e ilhas de calor, para a localização e definição de medidas de SbN; com estudos de temperatura da superfície, comparação entre bases de uso do solo de diferentes anos, localização de parques urbanos e áreas relevantes do ponto de vista paisagístico, classificação de copas de árvores, análise de mapas temais e identificação dos bairros com maior temperatura de superfície (média anual).

Uma orientação metodológica importante verificada nos resultados é o estudo da sustentabilidade no tecido urbano, como uma futura contribuição para medidas de recuperação dos serviços ecossistêmicos nas cidades, em relação à adaptação contra os impactos das ilhas de calor, inundações, escorregamentos, ondas de calor e aumento do nível do mar.

⁴ A infraestrutura verde consiste em redes multifuncionais de fragmentos permeáveis e vegetados, preferencialmente arborizados (inclui ruas e propriedades públicas e privadas), interconectados que reestruturam o mosaico da paisagem. Visa manter ou restabelecer os processos naturais e culturais que asseguram a qualidade de vida urbana (BENEDICT E MCMAHON, 2006; AHERN, 2007).

Destaca-se o uso das tipologias de infraestrutura verde⁴ nos espaços urbanos como solução que contribui para o escoamento da água da chuva e redução do efeito das inundações, como os jardins de chuva, com a filtragem pela vegetação e infiltração no solo e ao mesmo tempo criando mais áreas permeáveis; assim como, os corredores verdes e parques lineares ao longo dos rios e córregos; corredores ecológicos ou caminhos verdes amenizam o clima, e que permitem a passagem de animais silvestres, com a religação de áreas verdes desconectadas.

Cada uma dessas medidas requer o estudo das áreas críticas com baixos índices de cobertura vegetal e altas temperaturas, definição de espécies adequadas para plantio, técnicas de regeneração de Mata Atlântica em encostas, conexão de fragmentos, monitoramento da absorção de águas pelas árvores, redução de calor, e melhoria de microclimas, entre outros.

Tais aplicações podem ser registradas nas seguintes formas de planejamento local:

- Ampliar e incorporar áreas verdes aos planos de bairros e ao planejamento municipal urbano, que trazem equilíbrio em relação a alta densidade construtiva nas áreas centrais, assim como, apropriar o potencial de cobertura vegetal das áreas periféricas para o uso da população de forma inclusiva e saudável;
- Desenvolver os Planos de Bairros com a aplicação dos parâmetros de sustentabilidade ambiental urbana estabelecidos em pesquisa de campo, com estudos de médias de temperatura de superfície, comparação entre bases de uso do solo de diferentes anos, localização de áreas relevantes do ponto de vista paisagístico e classificação de copas de árvores a partir de ortofotos;

- Desenvolver políticas públicas inclusivas e resilientes que tragam estratégias de adaptação às mudanças climáticas, a partir da conservação e enriquecimento da paisagem natural nos espaços públicos dos bairros;
- Contribuir com as políticas de Parcelamento, Planos Regionais e locais, e planos diretores para a incorporação de infraestrutura verde e azul e mais áreas verdes nos espaços públicos.

Conclusões

Verifica-se que há um grande potencial para aplicação de medidas AbE para a adaptação de riscos climáticos no Brasil, pelos resultados dos estudos de caso analisados, e as cidades já vêm utilizando soluções ambientais baseadas na natureza. Entretanto, as medidas AbE estão em sua maioria ainda em fase de planejamento e as cidades brasileiras carecem de desenvolvimento e implantação de mais casos de aplicação concreta para aferição do avanço dessas práticas e monitoramento de resultados.

Novas pesquisas deverão medir a efetividade das medidas AbE propostas, e para tal precisam ser monitorados os projetos em implantação, e estes em sua maioria estão em fase de planejamento e ou de projeto.

Dentre os principais itens de contribuição de SbN - soluções baseadas na natureza no planejamento urbano, e em especial de AbE nas medidas de adaptação e redução de riscos climáticos, podemos citar; o efeito climático para microclimas e aumento da permeabilização, com a ampliação da arborização urbana dos espaços públicos junto às calçadas, canteiros centrais, praças e parques; a apropriação de vazios urbanos com a produção de hortas urbanas, mediante a redução de impostos do terreno ao proprietário; o desenvolvimento de agricultura familiar nas bordas da área urbana, aliada a produção sustentável de base agroecológica, segurança alimentar e nutricional com geração de renda e inclusão social e produtiva de públicos em situação de vulnerabilidade socioambiental.

As soluções SbN são proposta e vem sendo aplicadas no planejamento urbano das cidades brasileiras, mas a intensificação desse processo só trarão benefícios efetivos ao meio ambiente urbano, se forem colocadas em prática, e para isso, é necessário o incentivo dos órgãos públicos com a inserção de metas e ações em programas, planos e instrumentos urbanísticos; tais como, planos diretores e planos de bairros; impactando de forma positiva a vida das pessoas; evidenciando a necessidade de promover a resiliência urbana com mais áreas verdes e espaços públicos seguros, acessíveis e inclusivos, cumprindo com os anseios e necessidades da comunidade.

Há necessidade urgente de superar a tendência ao desenvolvimento de “modelos genéricos” de adaptação em especial para a AbE, que não se aprofundam na realidade do local e nas suas especificidades e características próprias de utilização de serviços ecossistêmicos para minimizar riscos climáticos, e conseqüentemente, ampliar a capacidade adaptativa e o maior enraizamento das estratégias de adaptação climática local.

Do ponto de vista da adaptação climática há uma demanda emergencial por prognósticos e identificação de riscos climáticos na escala local, para ampliar a prevenção de risco e a gestão de desastres, para tal é necessária maior disseminação do conhecimento técnico-científico em vulnerabilidade climática, intercâmbio com redes mundiais em resiliência urbana e maior investimento em ações de adaptação climática.

REFERÊNCIAS

ALMEIDA, DS. Modelos de recuperação ambiental. In: Recuperação ambiental da Mata Atlântica [online]. 3rd ed. rev. and enl. Ilhéus, BA: Editus, 2016.

BRASIL, MMA, 2020. Adaptação Baseada em Ecossistemas (AbE) frente à mudança do clima. Manual para formadoras e formadores. Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 2020.

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

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

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

CAMARINHA, P. I. M.. Vulnerabilidade aos desastres naturais decorrentes de deslizamentos de terra em cenários de mudanças climáticas na porção paulista da Serra do Mar. Tese (Doutorado em Ciência do Sistema Terrestre) - Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais, São José dos Campos, 2016.

CHOU, S.C.; LYRA, A.A.; MOURÃO, C.; DEREZYNSKI, C.; PILOTTO, I.; GOMES, J.; et al. Assessment of Climate Change over South America under RCP 4.5 and 8.5 Downscaling Scenarios. American Journal of Climate Change, 2014..

DE BORTOLI 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.

FEBA (Friends of Ecosystem-based Adaptation). Tornando eficaz a Adaptação baseada em Ecossistemas: parâmetros para definir critérios de qualificação e padrões de qualidade. Bertram, M.2, Barrow, E.3, Blackwood, K., Rizvi, A.R.4, Reid, H.5, y von Scheliha-Dawid, S.6 (autores). GIZ, Bonn, Alemanha, IIED, Londres, Reino Unido, e IUCN, Gland, Suíça. 2019.

FRAGA R. G., SAYAGO D. A. V. Soluções baseadas na Natureza: uma revisão sobre o conceito. Parcerias. Estratégicas. Brasília-DF • v. 25 • n. 50 • p. 67-82 • jan-jun • 2020

MGIZ Brasil. Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE). Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit (GIZ) GmbH, 2015

GIZ BRASIL. Implementação de AbE no Monte Serrat, Santos/SP. ProAdapta + Direitos Humanos, Projeto SFF Interno de Direitos Humanos – GIZ Brasil, Brasília, 2019.

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

ICLEI & FUNDAÇÃO GRUPO BOTICÁRIO.. Adaptação Baseada em Ecossistemas: Oportunidades para políticas públicas em mudanças climáticas. Curitiba, 2015

IPCC, 2021: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2021: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. In the Press.

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, 2013.

IPCC, 2018: SR 1.5° - Summary for Policymakers. In: Global warming of 1.5°C. Capítulo 4, Seção 4.3., 2018.

KHAN S. E SANTOS S. A (Eds). Mudanças Climáticas e Cidades: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. PBMC, COPPE – UFRJ. Rio de Janeiro, Brasil. 2017.

MARENGO; J. A.; CAMARINHA; P. I.; ALVES; L M.; DINIZ; F. B. RICHARD A. Extreme Rainfall and Hydro-Geo-Meteorological Disaster Risk in 1.5, 2.0, and 4.0°C Global Warming Scenarios: An Analysis for Brazil. Editado por Claudio S. E. Silva, Federal University of Rio Grande do Norte, Brasil, 2021.

MARTINS; R. D. FERREIRA L. C.. Uma revisão crítica sobre cidades e mudança climática: vinho velho em garrafa nova ou um novo paradigma de ação para a governança local?. Revista de Administração Pública. RAP — Rio de Janeiro 45(3):611-41, Maio/junho, 2011.

MIDGLEY, G.F., MARAIS, S., BARNETT, M. and WÅGSÆTHER, K. Biodiversity, Climate Change and Sustainable Development – Harnessing Synergies and Celebrating Successes. The World Bank, Cape Town, 2012.

MMA - GIZ BRASIL. Guia para a Formulação de Políticas Públicas Estaduais e Municipais de Pagamentos por Serviços Ambientais (PSA). Ministério do Meio Ambiente - Brasil, 2019.

MORAES, M. M. G.. Fragmentação da Mata Atlântica (1970 e 2014) na zona de morros de Santos (São Paulo, Brasil) utilizando o sistema de informação geográfica (SIG). Dissertação de Mestrado da Universidade Santa Cecília, Programa de Pós-Graduação em Sustentabilidade de Ecossistemas Costeiros e Marinhos, Santos, SP, 2019.

NEDER, E. A. Potencial de Adaptação dos Municípios paulistas aos efeitos das mudanças climáticas: aplicação do índice de adaptação urbana no estado de São Paulo, Dissertação de Mestrado na Faculdade de Saúde Pública da USP, São Paulo, 2019.

(PDS, 2020), 2016: 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, 2016.

RECIFE (Cidade). Análise de Riscos e Vulnerabilidades Climáticas e Estratégia de Adaptação do Município do Recife – PE. Resumo. CAF, ICLEI, WAYCARBON, 2019.

RECIFE (cidade). Lei de Telhados Verdes e Reservatórios de Retenção, Lei Municipal nº 18.112/2015.

RIO DE JANEIRO (Cidade). Plano de Adaptação da Cidade do Rio de Janeiro às Mudanças Climáticas - Climate Change Adaptation Strategy for the City of Rio de Janeiro, SMAC-COPPE/UFRJ, 2016.

RIO DE JANEIRO (cidade). Plano de Desenvolvimento Sustentável e Ação Climática da Cidade do Rio de Janeiro (PDS). Rio Prefeitura, 2020.

SALVADOR, 2020. Plano de Mitigação e Adaptação às Mudanças do Clima em Salvador, Secretaria Municipal de Sustentabilidade, Inovação e Resiliência. Salvador, BA, 2020.

SANTOS. Estado da Arte. Plano Municipal de Mudança do Clima de Santos - PMMCS. Prefeitura de Santos, 2016.

SANTOS, SECRETARIA DE SEGURANÇA. Avaliação do Risco Geológico em Setor de Encosta Indicado Para Remoção. Departamento de Proteção e Defesa Civil, Parecer Técnico N.O 03 / 2019, Coordenadoria de Risco Natural e Tecnológico, 2019.

SANTOS (Cidade). Plano Municipal de Redução de Riscos, PMRR. IPT e PMS, 2020.

SUDMEIER-RIEUX, K., ARCE-MOJICA, T., BOEHMER, H.J. et al. Scientific evidence for ecosystem-based disaster risk reduction. Nat Sustain, 2021.

ZANETTI; Vitor B.; JUNIOR; Wilson C. de S.; DE FREITAS; Débora M. A Climate Change Vulnerability Index and Case Study in a Brazilian Coastal City. Switzerland, 2016.

SITES

AR6 Climate Change 2021: The Physical Science Basis. <https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/>

CDB (Convenção sobre Diversidade Biológica). Connecting biodiversity and climate change mitigation and adaptation: Key messages from the report of the Second Ad Hoc Technical Expert Group on Biodiversity and Climate Change, 2009 <https://www.cbd.int/doc/publications/ahteg-brochure-en.pdf>

Global Covenant of Mayors for Climate & Energy: The largest global alliance for city climate leadership across the globe. <https://www.globalcovenantofmayors.org/>

IBGE. Pesquisa no sistema SIDRA. <https://sidra.ibge.gov.br/pesquisa/censo-demografico/demografico-2010/inicial>

IBGE. Cidades e Estados. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/santos.html>

Relatório do Estudo de Cenários de Expansão Urbana - Rio de Janeiro. Rio de Janeiro: PCRJ, 2020. <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/santos.html>

RECIFE. Lei N° 18112 DE 12/01/2015. <https://www.legisweb.com.br/legislacao/?id=280138>

GCoM, Global Covenant of Mayors for Climate & Energy. Citado em SALVADOR 2020. UICN. Nature-based Solutions to address global societal challenges. 2016. E Cohen-Shacham, G Walters, C Janzen, S Maginnis. <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-036.pdf>

United Nations. Transforming our world: the 2030 Agenda for Sustainable Development. <https://sustainabledevelopment.un.org/post2015/transformingourworld.%202015>

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. UNISDR Annual Report 2017. <https://www.undrr.org/publication/unisdr-annual-report-2017>

United Nations Office for Disaster Risk Reduction. UNISDR Annual Report 2020. <https://www.undrr.org/publication/undrr-annual-report-2020>

IUCN 2016 : International Union for Conservation of Nature annual report 2016.

Deize Sbarai Sanches Ximenes

Instituto Estudos Avançados - USP; deizesanches@usp.br

<https://orcid.org/0000-0002-0935-912X>

Ivan Carlos Maglio

Instituto Estudos Avançados - USP; ivmaglio@usp.br

<https://orcid.org/0000-0002-2665-2424>

Recebido em: 24/07/2021.

Aceito em: 09/05/2022.