



INFRAESTRUTURA VERDE E AZUL EM SOBRAL-CE: ENFRENTAMENTO ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS EM ÁREAS SOCIOAMBIENTALMENTE VULNERÁVEIS (NATUREZA, CRISE AMBIENTAL E MUDANÇAS CLIMÁTICAS)

Ana Livia Ferreira da Costa

Universidade Federal de Minas Gerais | liviafcoosta@gmail.com

Cícera Sarah Moura Farias

Universidade Federal do Ceará | sarah.mourafarias@gmail.com

Luana Rodrigues da Silva

Universidade Vale do Acaraú | luanarodriguesdt@gmail.com

Yvo Gabriel Sousa Galvão

Universidade Vale do Acaraú | yvogabriel@gmail.com

Sessão Temática 06: Natureza, crise ambiental e mudanças climáticas

Resumo: Este artigo aborda o uso das Soluções Baseadas na Natureza (SBNs) como estratégias possíveis ao enfrentamento à crise climática em Sobral, Ceará, com foco nas áreas socioambientalmente vulneráveis. Destaca-se o papel das SBNs, em especial as infraestruturas verdes e azuis, na mitigação de riscos climáticos e na promoção da resiliência urbana. A pesquisa enfatiza a importância dessas soluções para a adaptação local, especialmente em cidades médias, que, devido à sua escala, oferecem uma janela de oportunidade para a experimentação e replicação. Considerando os desafios de escala, orçamento e participação social, o estudo demonstra como a integração das SBNs com a infraestrutura urbana não só pode contribuir para a recuperação ambiental, mas também promover justiça climática, atendendo às necessidades das populações vulneráveis e fortalecendo a adaptabilidade da cidade.

Palavras-chave: Soluções Baseadas na Natureza; Infraestrutura Verde e Azul; Mudanças Climáticas; Cidades Médias.

GREEN AND BLUE INFRASTRUCTURE IN SOBRAL-CE: ADDRESSING CLIMATE CHANGE IN SOCIO-ENVIRONMENTALLY VULNERABLE AREAS

Abstract: *This article discusses the use of Nature-Based Solutions (NBS) as potential strategies to tackle the climate crisis in Sobral, Ceará, with a focus on socio-environmentally vulnerable areas. The role of NBS, especially green and blue infrastructures, is highlighted in mitigating climate risks and promoting urban resilience. The research emphasizes the importance of these solutions for local adaptation, particularly in medium-sized cities, which, due to their scale, offer a window of opportunity for experimentation and replication. Considering challenges in scale, budget, and social participation, the study demonstrates how integrating NBS with urban infrastructure can not only contribute to environmental recovery but also promote climate justice, addressing the needs of vulnerable populations and strengthening the city's adaptability.*

Keywords: *Nature-Based Solutions; Green and Blue Infrastructure; Climate Change; Medium-Sized Cities.*

INFRAESTRUTURA VERDE Y AZUL EN SOBRAL-CE: ENFRENTANDO EL CAMBIO CLIMÁTICO EN ÁREAS SOCIOAMBIENTALMENTE VULNERABLES

Resumen: *Este artículo aborda el uso de Soluciones Basadas en la Naturaleza (SBN) como estrategias posibles para enfrentar la crisis climática en Sobral, Ceará, con un enfoque en las áreas socioambientalmente vulnerables. Se destaca el papel de las SBN, especialmente las infraestructuras verdes y azules, en la mitigación de riesgos climáticos y en la promoción de la resiliencia urbana. La investigación enfatiza la importancia de estas soluciones para la adaptación local, especialmente en las ciudades medianas, que, debido a su escala, ofrecen una ventana de oportunidad para la experimentación y replicación. Considerando los desafíos de escala, presupuesto y participación social, el estudio demuestra cómo la integración de las SBN con la infraestructura urbana no solo puede contribuir a la recuperación ambiental, sino también promover la justicia climática, atendiendo las necesidades de las poblaciones vulnerables y fortaleciendo la adaptabilidad de la ciudad.*

Palabras clave: *Soluciones Basadas en la Naturaleza; Infraestructura Verde y Azul; Cambio Climático; Ciudades Medias.*

INTRODUÇÃO

Em escala global, os padrões climáticos apresentam uma variabilidade natural resultante de uma complexa interação entre fatores naturais e aqueles derivados das atividades humanas. Essa dinâmica, observada ao longo de extensos períodos históricos, revela ciclos nos quais o aumento das temperaturas desempenha um papel essencial na sustentação e manutenção da vida no planeta. No entanto, a partir do estabelecimento da hegemonia capitalista, pautada em uma lógica de acumulação, a intensificação de atividades que alteram o meio natural e lançam os chamados Gases de Efeito Estufa na atmosfera passou a contribuir na aceleração do processo de aquecimento da superfície terrestre (IEGEE Sobral, 2024).

Como consequência desse processo, o acirramento das mudanças climáticas trouxe ao espaço intraurbano das cidades a amplificação das vulnerabilidades socioambientais próprias da urbanização capitalista, em que as populações mais pobres, cujo acesso à terra é reiteradamente impossibilitado, tornam-se ainda mais suscetíveis a episódios de desastres e a eventos climáticos extremos.

Nesse sentido, intervenções que integrem políticas públicas a práticas autônomas para a construção de comunidades resilientes emergem de forma estratégica para o enfrentamento às mudanças climáticas, ao buscar a promoção de iniciativas que aliem a preservação ambiental ao bem-estar das populações urbanas. Considerando o contexto brasileiro, em que o adensamento das cidades se fez expressivo nas últimas décadas e a população urbana chega a 61% do total de habitantes do país (Censo IBGE, 2022), discutir o papel dos centros urbanos neste enfrentamento torna-se imprescindível, especialmente no que tange às cidades médias.

Em uma breve conceituação, as cidades médias são núcleos estratégicos na rede urbana, desempenhando um papel de mediação entre os grandes centros urbanos e as pequenas aglomerações populacionais. Essas cidades exercem influência sobre sua região, atuando como centros de disseminação de valores, práticas, interesses econômicos e políticos nas localidades menores, fortalecendo sua posição na hierarquia urbana (SPOSITO, 2009).

Justamente pela capacidade de polarização regional, de intermediação entre as grandes e pequenas cidades, e por proporcionarem mais lucros e menos gastos, as cidades médias atraem investimentos em infraestrutura, comércio, indústria e parte do fluxo migratório antes direcionado majoritariamente às metrópoles. O incremento populacional e econômico nas cidades médias ocasiona uma série de mudanças, reformulando e reestruturando seu espaço urbano. Essas transformações, frequentemente desacompanhadas de políticas de regulação da produção do espaço urbano, tendem a reproduzir um modelo de desenvolvimento urbano já consolidado nas metrópoles, de desigualdade e exclusão socioespacial.

Diante desse cenário, as cidades médias situam-se em uma janela de oportunidade, temporal e física, no que tange à mitigação e à adaptação climáticas, considerando o seu potencial de prevenção de situações ambientalmente desfavoráveis ou de reversão daquelas ainda em

curso. Suas escalas, que combinam em menor proporção a complexidade dos grandes centros urbanos à proximidade característica das localidades menores, permitem a articulação de intervenções inovadoras e participativas no território. Assim, a adoção de soluções que integrem infraestrutura sustentável, planejamento urbano integrado e engajamento comunitário possibilita que cidades médias atuem como laboratórios de boas práticas, ampliando a resiliência local enquanto contribuem de forma significativa para os esforços mundiais de enfrentamento à crise climática.

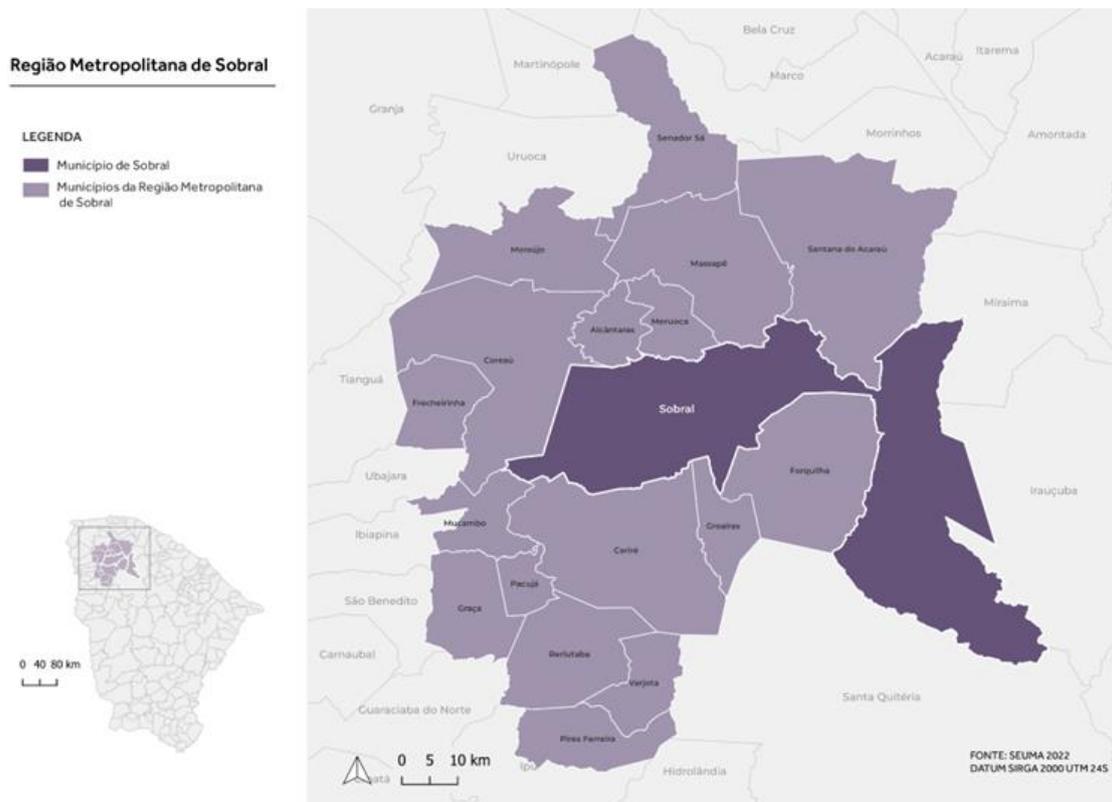
O presente trabalho analisa o Sistema de Infraestrutura Verde e Azul (IVA) de Sobral, uma cidade média localizada no estado do Ceará, Brasil. Em síntese, a proposta consiste na criação de um sistema interconectado e multifuncional, composto por áreas verdes (como praças, parques, jardins e corredores de arborização pública) e recursos hídricos urbanos (como cursos d'água, lagos e lagoas). O projeto busca integrar a paisagem natural da cidade ao seu principal corpo hídrico, reconectando a Serra da Meruoca ao Rio Acaraú, utilizando tecnologias inspiradas em processos naturais, conhecidas como Soluções Baseadas na Natureza, em combinação com as infraestruturas urbanas tradicionais existentes, denominadas Infraestruturas Cinzas.

Metodologicamente, o trabalho adota uma abordagem que combina revisão bibliográfica e estudo de caso do Sistema de Infraestrutura Verde e Azul (IVA) de Sobral, com ênfase no projeto piloto do Parque Alagável do bairro Padre Palhano. Essa abordagem permite uma análise crítica da proposta institucional desenvolvida no âmbito da Prefeitura de Sobral, examinando suas potencialidades, limitações e avanços no enfrentamento dos riscos e vulnerabilidades climáticas. O objetivo principal é identificar lições que possam contribuir para o aprimoramento de políticas públicas voltadas à adaptação climática em cidades médias.

CONTEXTO URBANO DE SOBRAL

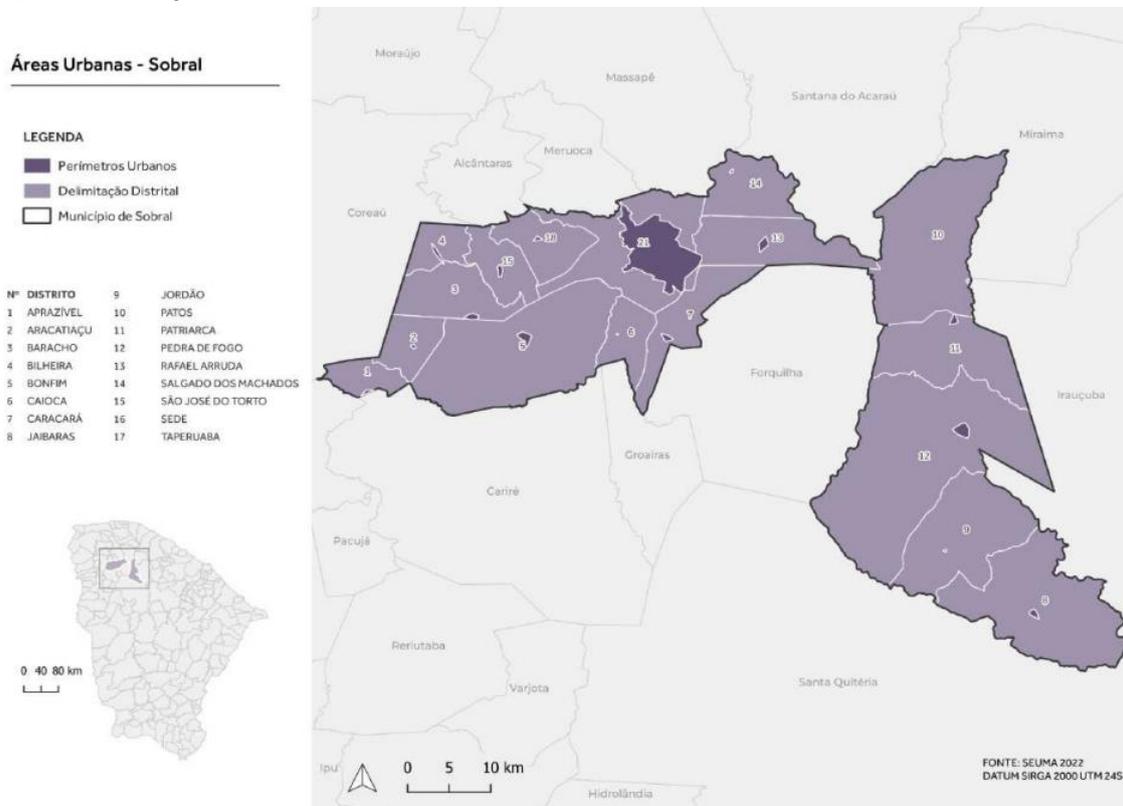
Sobral situa-se na porção noroeste do Ceará, a aproximadamente 230 km de distância da capital do Estado, Fortaleza. Composto por 17 distritos, incluindo o Distrito-Sede, o Município conta com uma área territorial de 2.068,47 km² e uma população de 203.023 habitantes, conforme dados mais recentes do Censo IBGE (2022). O Município constitui-se ainda como polo regional e sede do aglomerado metropolitano que recebe seu nome - a Região Metropolitana de Sobral (RMS), criada por meio da Lei Complementar Estadual nº 168, de 27 de dezembro de 2016.

Figura 1: Localização do Município de Sobral na Região Metropolitana de Sobral (RMS)



Fonte: Relatório interno de áreas de risco do Projeto Parque Alagável do bairro Padre Palhano (2023). Elaborado pelos autores.

Figura 2: Localização da área urbana do Distrito-Sede de Sobral



Fonte: Relatório interno de áreas de risco do Projeto Parque Alagável do bairro Padre Palhano (2023). Elaborado pelos autores.

Sobral figura entre os cinco municípios cearenses mais populosos (IBGE, 2022), com uma densidade demográfica de 98,15 habitantes por quilômetro quadrado. Grande parte dessa população está concentrada em áreas urbanas consolidadas, em que pelo menos 88% do total de residentes do Município habita em núcleos urbanos (Secretaria Municipal de Saúde de Sobral, 2023). Fato ainda mais notável é que a Sede Urbana Municipal reúne 77% dos habitantes, apontando para uma tendência de adensamento que exerce diferentes pressões sobre o território.

Inserido na região semiárida do Nordeste brasileiro, o Município atinge altas temperaturas e baixos índices pluviométricos durante o ano, à exceção da quadra invernal - período de concentração das chuvas entre janeiro e maio. Controversamente aos baixos índices pluviométricos, Sobral, especialmente o perímetro urbano de seu Distrito-Sede, enfrenta problemáticas quanto a inundações e alagamentos, historicamente associadas a um processo de urbanização que se deu "de costas" aos corpos hídricos da cidade (ROCHA, 2003).

Somado a este fato, o aumento na frequência e intensidade de fenômenos meteorológicos extremos devido à mudança do clima vem intensificando as situações de risco no Município. As chuvas torrenciais, que costumavam ser menos frequentes, agora geram um risco maior de inundações e alagamentos, afetando especialmente as áreas socioambientalmente mais vulneráveis. A crise climática exacerbou os padrões de precipitação, provocando o transbordamento de corpos d'água locais e comprometendo a infraestrutura urbana e as habitações próximas, como demonstra o Relatório das áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchentes e inundações da Defesa Civil de Sobral (2023) e o Relatório de áreas de risco do Projeto Parque Alagável do bairro Padre Palhano da Secretaria do Urbanismo, Habitação e Meio Ambiente de Sobral (2023).

Os fenômenos relacionados à emergência climática se combinam com outros processos próprios do crescimento urbano não planejado, ocasionando problemáticas de múltiplas dimensões, a exemplo da impermeabilização massiva do solo, a ocupação de áreas circundantes a corpos d'água e a consequente eliminação das barreiras naturais constituídas pelas matas ciliares, além da contaminação hídrica devido ao lançamento de águas residuais oriundas de pontos clandestinos de esgoto.

No contexto semiárido, a promoção de uma infraestrutura verde e azul emerge, portanto, como uma solução integrada para enfrentar desafios climáticos e urbanos. Por um lado, busca mitigar as altas temperaturas e as ilhas de calor, e por outro, visa superar os riscos climáticos que afetam negativamente a gestão de corpos hídricos, especialmente no que se refere às inundações e à escassez pluviométrica característica dos períodos prolongados de seca.

SISTEMA DE INFRAESTRUTURA VERDE E AZUL (IVA)

Reconhecendo que as abordagens tradicionais de saneamento ambiental, conhecidas como "infraestruturas cinzas", mostram-se insuficientes para lidar com a complexidade sistêmica

da gestão hídrica nas cidades (MASCARÓ, 2016; HERZOG, ROSA, 2010), a concepção do Sistema de Infraestrutura Verde e Azul (IVA) de Sobral priorizou a escolha de Soluções Baseadas na Natureza (SBNs), que possuem caráter integrado e multifuncional, com o principal objetivo de criar paisagens urbanas que replicam funções ecológicas e hidrológicas dos ambientes naturais.

Tomando como princípio processos naturais, as SBNs buscam otimizar o ciclo hídrico por meio da mimetização de dinâmicas naturais de evaporação, precipitação e absorção (MACHADO, 2022). Essas soluções substituem práticas lineares de extração, distribuição, consumo, coleta, tratamento e descarte de água das infraestruturas cinzas, ao promover fluxos circulares que aumentam a eficiência no uso da água, minimizam riscos ambientais e reduzem custos operacionais.

Cohen-Shacham et al. (2016) identificam enquanto princípios das SBNs a conservação da biodiversidade e cultura, integração de saberes tradicionais e científicos, justiça social, governança participativa e aplicação adaptada aos contextos locais. Machado (2022) ressalta ainda que as SBNs pressupõem planejamento e governança sustentáveis e participativos, possibilitando a integração ecológica e social, além da construção de uma resiliência local às mudanças climáticas, por meio de práticas que ampliam os serviços ecossistêmicos e promovem a inclusão social. Sua aplicabilidade abrange a gestão de corpos d'água, drenagem de águas pluviais e tratamento de efluentes, contribuindo para a sustentabilidade e a durabilidade das intervenções ambientais.

As problemáticas vinculadas à gestão dos corpos hídricos urbanos foram expressamente mencionadas pela população durante as oficinas comunitárias realizadas durante o processo de Revisão do Plano Diretor de Sobral (PDS), que se deu entre 2019 e 2023. Apesar das limitações inerentes aos processos participativos mediados pelas gestões públicas municipais e às relações hierárquicas na interlocução entre o Poder Público e a população, é importante considerar que a gênese do Sistema de Infraestrutura Verde e Azul (IVA) se deu a partir da vivência dos sobralenses, relatada nestes espaços de escuta comunitária.

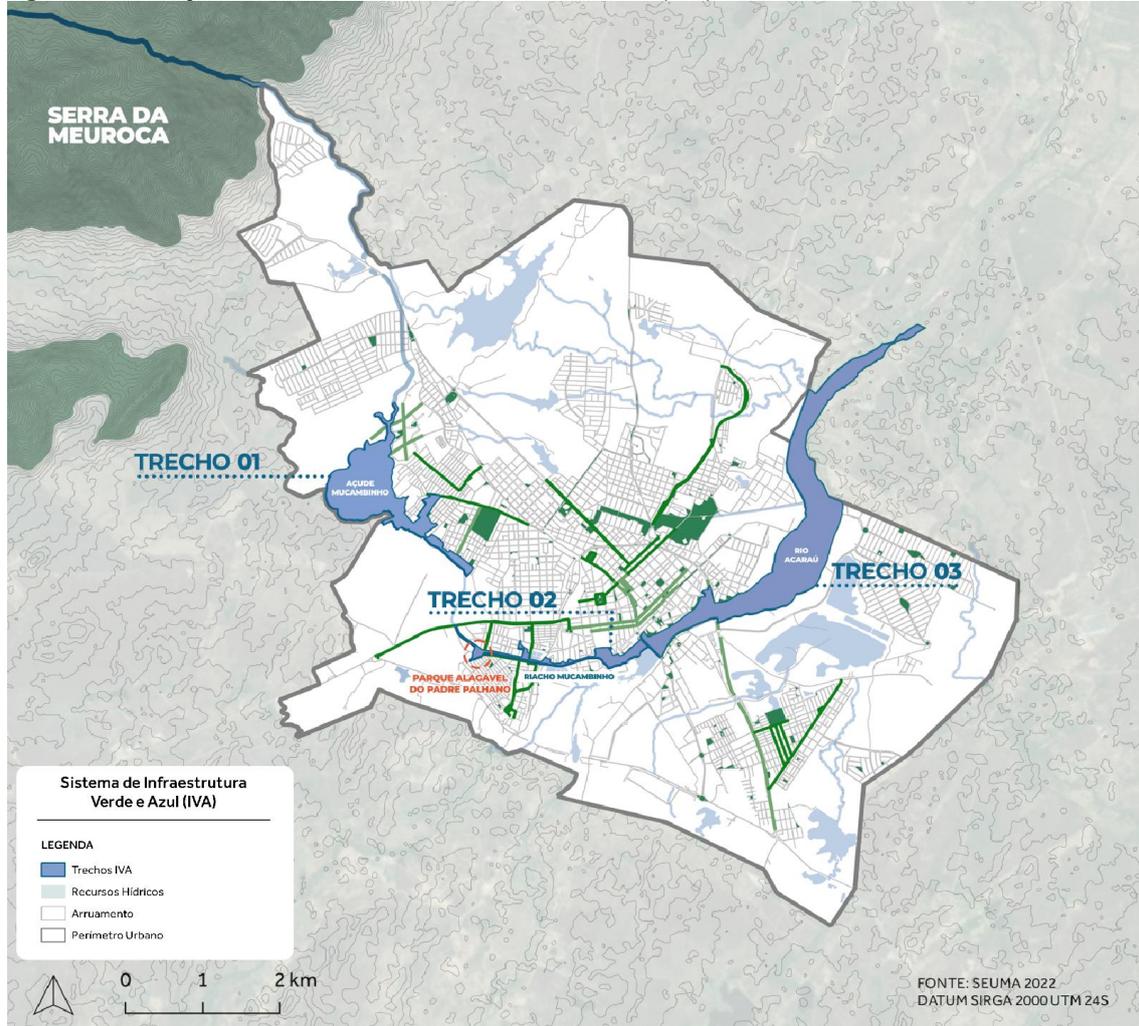
A interlocução nas referidas oficinas, especialmente nos bairros Nova Caiçara e José Euclides, culminaram na elaboração e na inclusão do IVA enquanto projeto estruturante do Plano Diretor. Posteriormente, essa proposta foi submetida e aprovada no âmbito do Acelerador de Soluções Baseadas na Natureza (SBNs) em Cidades, promovido pelo World Resources Institute (WRI) Brasil, mentoria na qual foi desenvolvido e detalhado o projeto piloto do Parque Alagável do bairro Padre Palhano.

ESCOPO DO SISTEMA DE INFRAESTRUTURA VERDE E AZUL (IVA) DE SOBRAL

O Sistema de Infraestrutura Verde e Azul de Sobral constitui-se como um conjunto de Soluções Baseadas na Natureza (SbNs) visando mitigar os impactos de períodos de alta pluviosidade em áreas de risco e vulnerabilidade socioambiental, além de fortalecer a resiliência dos ecossistemas urbanos diante da emergência climática e promover a

recuperação de áreas ambientais degradadas. O IVA foi subdividido em três trechos com o objetivo de sistematizar as intervenções, contemplando o Açude Mucambinho, o Riacho Mucambinho e o Rio Acaraú.

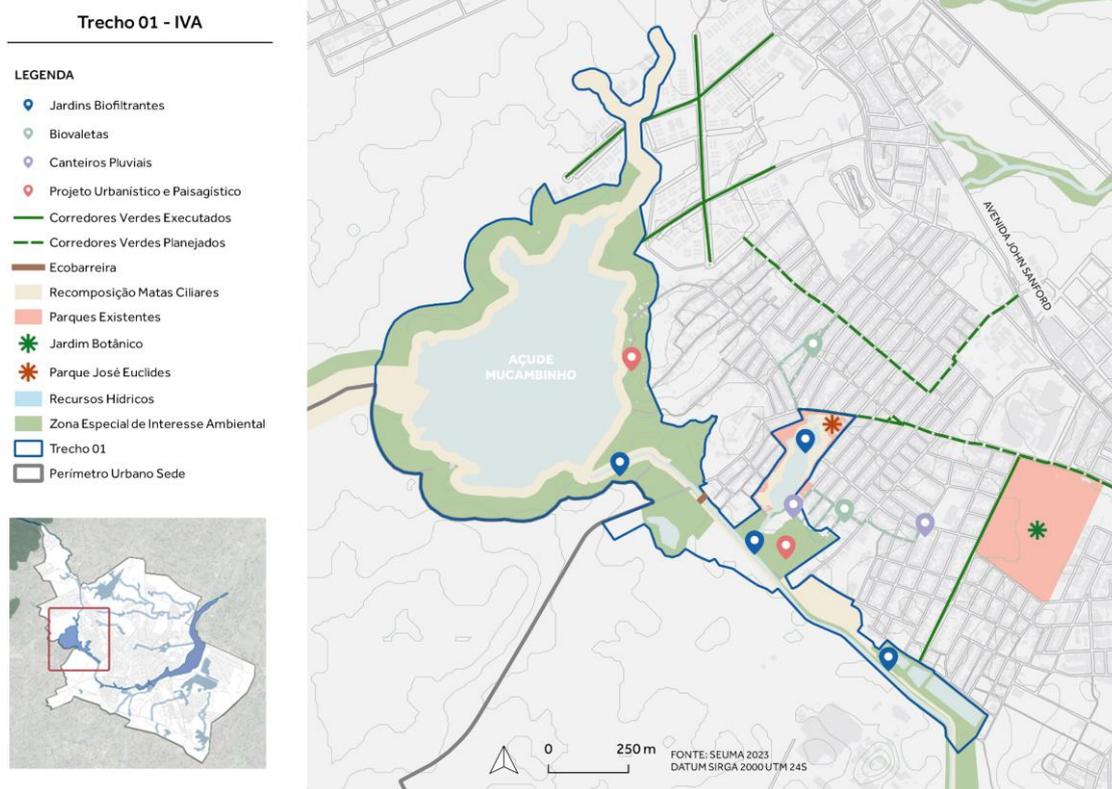
Figura 3: Localização do Sistema de Infraestrutura Verde e Azul (IVA) na sede de Sobral



Fonte: Dossiê do Sistema de Infraestrutura Verde e Azul de Sobral-CE (2023). Elaborado pelos autores.

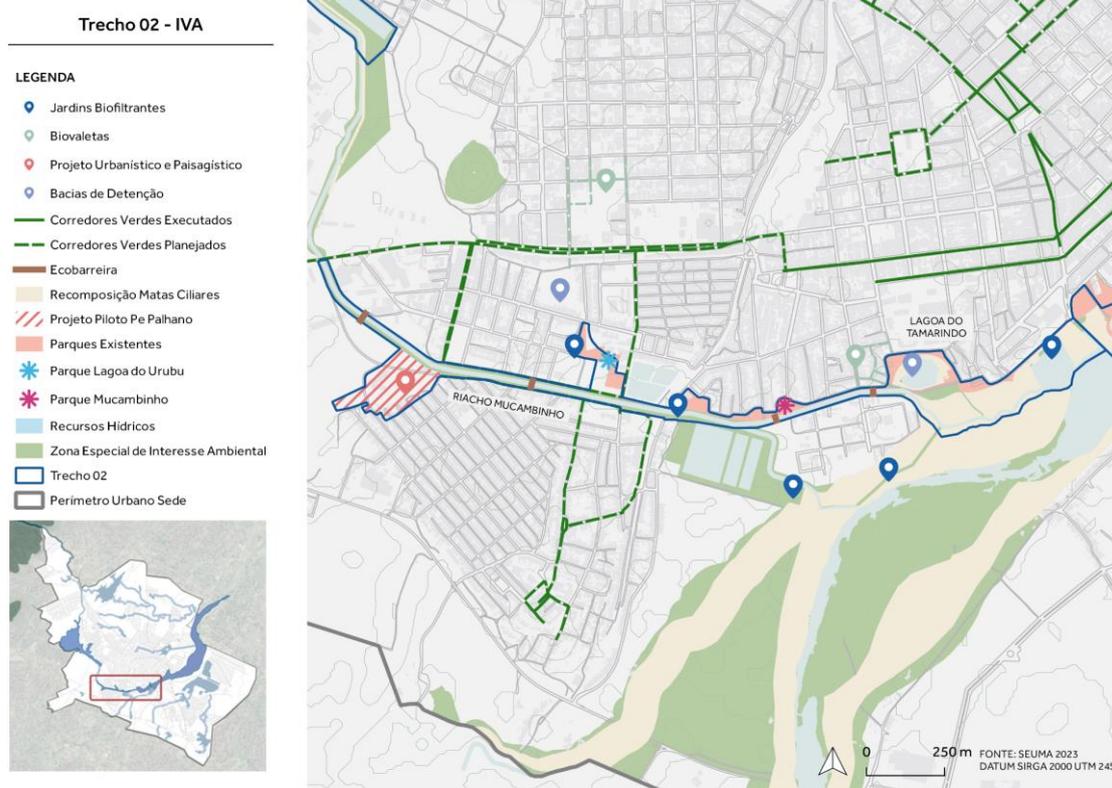
Os dois primeiros trechos contemplam áreas de expressiva vulnerabilidade socioambiental, englobando o conjunto habitacional Nova Caiçara oriundo do Programa Minha Casa, Minha Vida, circundante ao Açude Mucambinho, e as Zonas Especiais de Interesse Social (ZEIS) relativas aos bairros José Euclides, Vila União, Dom José e Padre Palhano, próximas ao Riacho Mucambinho. O terceiro e último trecho compreende uma área mais consolidada, tendo recebido intervenções de urbanização das margens do Rio Acaraú, além de abranger o entorno do Centro Histórico da cidade.

Figura 4: Trecho 01 do Sistema de Infraestrutura Verde e Azul (IVA) na sede de Sobral



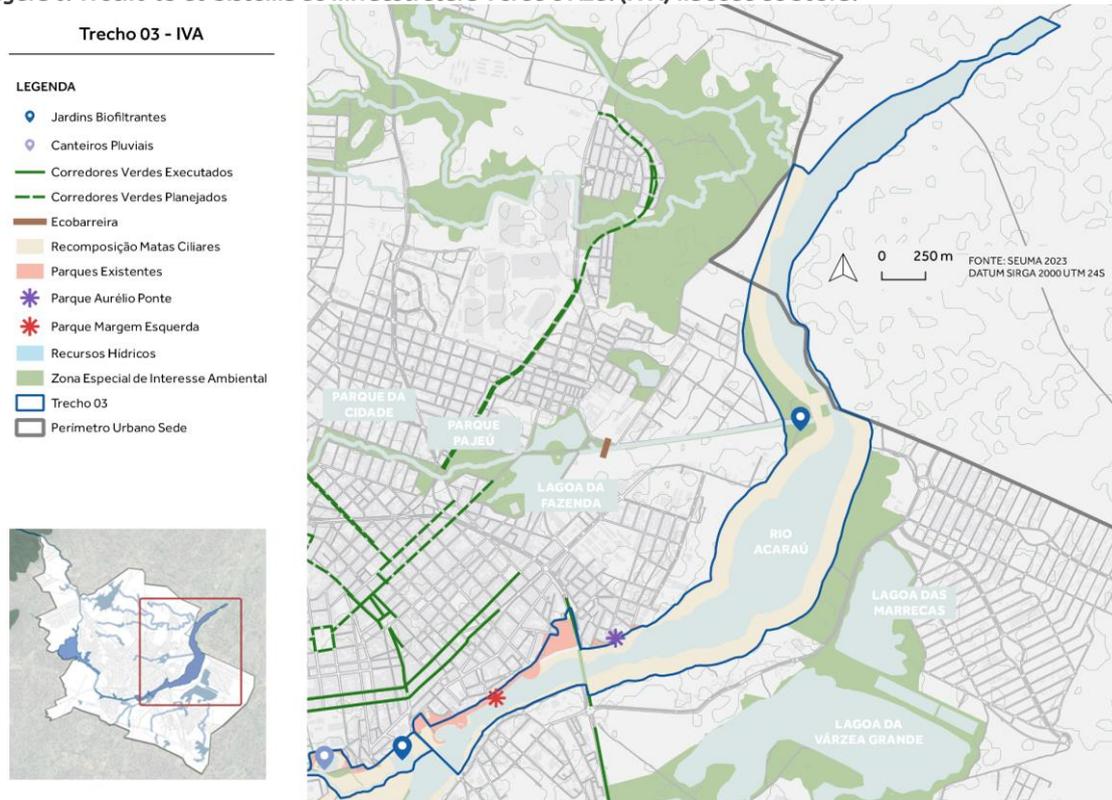
Fonte: Dossiê do Sistema de Infraestrutura Verde e Azul de Sobral-CE (2023). Elaborado pelos autores.

Figura 5: Trecho 02 do Sistema de Infraestrutura Verde e Azul (IVA) na sede de Sobral



Fonte: Dossiê do Sistema de Infraestrutura Verde e Azul de Sobral-CE (2023). Elaborado pelos autores.

Figura 6: Trecho 03 do Sistema de Infraestrutura Verde e Azul (IVA) na sede de Sobral



Fonte: Dossiê do Sistema de Infraestrutura Verde e Azul de Sobral-CE (2023). Elaborado pelos autores.

A subdivisão em trechos também visa ao estabelecimento de uma priorização das intervenções, partindo do pressuposto que intervenções à montante do Rio Acaraú, ou seja, nos dois primeiros trechos, contribuirão para a redução de custos e maior eficácia nas intervenções futuras no terceiro trecho, por exemplo. Nesse contexto, adotar uma perspectiva integrada de despoluição e recuperação da qualidade da água do Rio Acaraú, incluindo um de seus afluentes mais críticos - o Riacho Mucambinho - como parte de um planejamento de longo prazo, é essencial para superar os desafios da poluição hídrica e alcançar resultados duradouros.

Como resultado da sobreposição de informações geoespecializadas, a definição da área de abrangência do IVA, proveniente de leituras técnicas e das prioridades elencadas nas oficinas comunitárias da Revisão do PDS, incluiu o mapeamento de áreas de risco de inundação e alagamento, pontos de contribuição irregular de esgoto na rede de drenagem pluvial, localização das Estações de Tratamento de Esgoto (ETEs), bem como as obras de requalificação e ampliação das redes de esgotamento sanitário e de drenagem pluvial realizadas pela Prefeitura Municipal de Sobral, com recursos do Programa de Desenvolvimento Socioambiental de Sobral (PRODESOL).

Adicionalmente, a análise das microbacias hidrográficas e o uso de dados topográficos foram essenciais para delimitar as áreas de intervenção e orientar a escolha das infraestruturas necessárias. Essa abordagem integrou-se ao planejamento sustentável, priorizando tecnologias baseadas em processos naturais e nos serviços ambientais oferecidos pela

natureza, como resposta aos desafios urbanos e climáticos, apontando intervenções nas escalas microlocal, da paisagem e regional, contemplando ecobarreiras, canteiros pluviais, biovaletas, corredores verdes, implementação de jardins filtrantes, projetos de requalificação urbana e ambiental de margens de corpos hídricos.

BENEFÍCIOS DO SISTEMA DE INFRAESTRUTURA VERDE E AZUL (IVA) DE SOBRAL

Estima-se que o IVA de Sobral, em seus 3.182.820,31 m² de intervenção e ao longo de seus 12 km de extensão, beneficie aproximadamente 85 mil pessoas da Sede Urbana (e indiretamente 06 municípios à jusante) com a diminuição das áreas de risco, redução de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE), expansão de áreas verdes, melhoria da qualidade do ar e microclima, promoção do bem-estar e da biodiversidade urbana, além da recuperação de ecossistemas locais e a diminuição da proliferação de doenças de veiculação hídrica e arbovíroses, reduzindo ainda gastos em saúde pública (Dossiê do Sistema de Infraestrutura Verde e Azul de Sobral-CE, 2023).

O IVA desempenha um papel estratégico na mitigação das emissões de GEE, especialmente nas categorias relacionadas a resíduos sólidos e efluentes que, conforme o 1º Inventário de Emissões de GEE do Município lançado em 2024, representam o segundo maior escopo de contribuição para as emissões de CO₂e (dióxido de carbono equivalente). Nesse sentido, o IVA poderá contribuir significativamente para a redução dessas emissões, por meio da integração de tecnologias inspiradas nos processos naturais e intervenções urbanas voltadas para a gestão eficiente das águas.

De acordo com o Dossiê do Sistema de Infraestrutura Verde e Azul de Sobral-CE (2023), somente o Projeto Piloto do Parque Alagável do Padre Palhano, pertencente ao segundo trecho do IVA, seria capaz de reduzir aproximadamente 51.560,60 toneladas de CO₂e do total de emissões de Gases do Efeito Estufa (GEE) no Município, além de impactar diretamente 10.494 pessoas (sendo 4.798 destas em situação de pobreza) e podendo evitar ainda um valor estimado de R\$ 1.010.83,36 em gastos com saúde pública e R\$ 4.467.510,34 em danos materiais associados a desastres climáticos até o ano de 2050, evidenciando o potencial de mitigação e adaptação que o IVA engloba em seu escopo.

Um aspecto fundamental a ser considerado como ponto de partida para a formulação de soluções mais assertivas às necessidades locais é a perspectiva de gênero. Durante a mentoria do WRI para o desenvolvimento do Projeto Piloto do Parque Alagável do Padre Palhano, estimou-se que os bairros diretamente beneficiados abrigam um contingente de cerca de 85 mil pessoas, das quais 44.680 são mulheres e 11.594 são crianças. Diante desse cenário, e reconhecendo que a vulnerabilidade impacta homens, mulheres e crianças de maneiras distintas, torna-se essencial que as ações de mitigação das mudanças climáticas sejam planejadas com inclusão, equidade e justiça, garantindo a eficácia na implementação do Sistema de Infraestrutura Verde e Azul (IVA).

INTERVENÇÕES EXITOSAS E DESAFIOS PARA IMPLEMENTAÇÃO

Sobral, ao longo dos últimos anos, implementou SBNs em intervenções voltadas à melhoria da qualidade da água de seus principais corpos hídricos, ao aumento da biodiversidade e à recuperação de áreas degradadas em meio ao contexto urbano. A exemplo disso, podem ser citados os Jardins Filtrantes do Riacho Pajeú, os Corredores Verdes e os projetos de requalificação do Parque Evangelina Saboya e do Alto do Cristo.

Contudo, apesar das experiências supracitadas, a implementação do IVA em sua totalidade representa um avanço significativo na integração de soluções sustentáveis ao planejamento urbano de Sobral, mas enfrenta desafios complexos e multifatoriais. Um dos principais entraves é o alto custo estimado, que ultrapassa R\$ 88 milhões segundo o Dossiê do Sistema de Infraestrutura Verde e Azul de Sobral-CE (2023), somado às despesas recorrentes de manutenção, que demandam planejamento financeiro contínuo.

Embora o Município conte com fontes de financiamento já mapeadas, como o Fundo Socioambiental de Sobral (FUSAMS), recursos do Programa de Desenvolvimento Socioambiental de Sobral (PRODESOL), compensações urbanísticas e ambientais, além de parcerias internacionais, a dependência de novos aportes estaduais, federais ou privados para a execução completa do projeto é fator de atenção no que diz respeito à sua viabilidade.

Complementarmente, a complexidade técnica associada ao uso de SBNs exige expertise especializada para garantir a funcionalidade dos serviços ecossistêmicos, como o sequestro de carbono, a regulação hídrica e a provisão de espaços públicos de qualidade. O envolvimento da comunidade também se apresenta como um fator crítico, pois o sucesso do IVA depende do engajamento popular, da aceitação e do entendimento social das intervenções propostas para seus três trechos.

Ademais, outro expressivo desafio refere-se à escala regional de intervenção do IVA, que difere das demais ações realizadas, todas em escala microlocal. Tal fator, relacionado ao alto custo orçamentário, incrementa o grau de complexidade para alcançar a execução integral de todos os trechos e etapas do Sistema.

Embora a própria escala da intervenção exija esforços integrados para mitigar os impactos das mudanças climáticas e assegurar a sustentabilidade econômica, ambiental e social, a criação do Projeto Piloto do Parque Alagável do Padre Palhano se apresenta como um passo inicial estratégico e de testagem. A expansão para outros trechos demandará estratégias robustas para superar barreiras financeiras, administrativas e técnicas, consolidando o IVA como uma intervenção possível à construção de uma resiliência urbana.

PROJETO PILOTO DO PARQUE ALAGÁVEL DO PADRE PALHANO

O bairro Padre Palhano, lócus da intervenção elegido como piloto para a implementação do Sistema de Infraestrutura Verde e Azul de Sobral, fica localizado na porção sudoeste do

perímetro da Sede Urbana e caracteriza-se por um uso do solo majoritariamente residencial, estando grande parte do bairro enquadrada em uma Zona Especial de Interesse Social (ZEIS) do Tipo 1 - Ocupação, segundo definição da recente Revisão do Plano Diretor (Lei Municipal Complementar nº 92/2023). Esta caracterização remonta ao histórico de ocupação espontânea do bairro, iniciada no final da década de 1980, em um contexto de esvaziamento de políticas públicas do setor de habitação a nível local.

A ocupação precária do território tem origem em uma iniciativa pública, que, a partir da promoção de um loteamento popular, doou cerca de mil e oitocentos lotes a famílias de baixa renda do Município (ARAGÃO, 2014). Experenciando um processo acelerado de expansão das áreas urbanas, o município de Sobral não dispunha de uma estrutura administrativa consolidada, o que se refletia na ausência de políticas públicas urbanas contundentes, sobretudo na área de habitação. Nesse sentido, a pressão exercida por lideranças populares ao então gestor foi a verdadeira mola propulsora para a iniciativa do loteamento (ARAGÃO, p. 120, 2014), que figurou como uma medida da política de provisão habitacional.

Contudo, a promoção de loteamentos populares pelo Poder Público no período não era acompanhada pela implantação da infraestrutura urbana necessária, acarretando em más condições de urbanização nas novas áreas de expansão da cidade e em baixos índices de habitabilidade à população beneficiária. Além disso, as iniciativas possuíam um viés segregador, já que os terrenos destinados às famílias de mais baixa renda concentravam-se em regiões afastadas do Centro Histórico da cidade, sem conexão com a malha urbana já estabelecida.

Mesmo com a sua consolidação, as problemáticas relativas à urbanização desintegrada de um planejamento territorial não foram inteiramente superadas no bairro Padre Palhano. Em 1999, no âmbito do Programa Municipal de Habitação Popular, o bairro foi contemplado com a execução de projetos de melhorias habitacionais e sanitárias, além de obras de saneamento nas áreas de maior densidade populacional (CANUTO, 2013). No entanto, o processo de ocupação de terrenos vazios no entorno da área consolidada se estendeu a porções ambientalmente mais frágeis no território, sendo marcado, sobretudo, por um crescimento desordenado e pela instauração de áreas de risco socioambiental.

Apesar das intervenções pontuais implementadas ao longo da última década, como a construção de equipamentos de educação e saúde e a alocação de áreas de lazer no bairro, este segue enfrentando desafios significativos relacionados à sua condição socioambiental. Identificada no diagnóstico produzido pelo Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS) em 2010, a área de risco concentrada na porção noroeste do bairro associa-se ao extravasamento do Riacho Mucambinho, corpo hídrico que o delimita ao norte, na fronteira com outro bairro da Sede Urbana, denominado Dom José. Especialmente durante a temporada de chuvas, este extravasamento resulta na exposição da população a episódios de inundação, agravados pela impermeabilização do solo e pela ausência de sistemas eficientes de drenagem urbana no território.

referido projeto piloto foi selecionado, no âmbito da aquisição de recursos para a sua execução, no Novo Programa de Aceleração do Crescimento (PAC), no eixo Cidades Sustentáveis e Resilientes - Prevenção a Desastres Naturais: Drenagem Urbana Sustentável.

POPULAÇÕES DE RISCO

O Terceiro Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (do inglês Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) descreve a vulnerabilidade às mudanças climáticas como o nível de susceptibilidade ou incapacidade de um sistema em enfrentar os impactos negativos dessas mudanças, incluindo variações e eventos climáticos extremos. A partir deste entendimento, a noção de vulnerabilidade é determinada pelas características, pela magnitude e pela velocidade das alterações climáticas às quais o sistema está exposto, bem como por sua sensibilidade e capacidade de adaptação (IPCC, 2001).

De acordo com Ramos (2011), a vulnerabilidade é um conceito que se compõe de múltiplas feições, abrangendo dimensões físicas, ambientais, sociais, econômicas e políticas. Essas dimensões possibilitam a avaliação de perdas humanas e patrimoniais potenciais ou efetivas, assim como a capacidade de resistência e reconstrução dos sistemas afetados, sejam eles ambientais, humanos ou socioeconômicos.

Ao ampliar a noção de áreas de risco, adotando uma abordagem humana das vulnerabilidades, reconhece-se que determinados grupos populacionais estão mais expostos e suscetíveis a desastres climáticos do que outros. Além disso, populações já vulnerabilizadas podem ser impactadas repetidamente por eventos climáticos extremos e, embora reassentamentos planejados possam mitigar parte desse risco, as mudanças climáticas têm o potencial de expandir as áreas consideradas de risco e modificar significativamente sua localização geográfica.

Nesse contexto, o conceito de racismo ambiental, conforme descrito por Bullard (2004), refere-se a políticas, práticas ou diretrizes ambientais que afetam ou prejudicam de maneira diferenciada indivíduos, grupos ou comunidades com base em sua raça ou cor, seja de forma intencional ou não. Ao relacionar o conceito de racismo ambiental às opressões de classe e gênero, observa-se que grupos socioeconomicamente mais vulneráveis - incluindo pessoas pretas, pardas, mulheres e crianças - tendem a ser desproporcionalmente impactados. Essa vulnerabilidade é especialmente acentuada pela ocupação de territórios caracterizados por fragilidades socioambientais, recorrentemente associada à inacessibilidade, pelas populações de baixa renda, a moradias dignas pelo mercado imobiliário formal.

Em interlocução com a perspectiva humana das vulnerabilidades e a noção de racismo ambiental, ressalta-se que, apesar de uma proposta de reassentamento planejado e próximo à localização de origem das moradias, o processo de realocação das famílias no conjunto habitacional Padre Palhano Village não contou com autonomia suficiente por parte dos diretamente atingidos. Nessa ótica, reassentamentos compulsórios podem atuar como mais uma camada de violência junto aos impactos dos desastres socioambientais, sendo

imprescindível uma abordagem participativa - e com maiores possibilidades de autonomia - das populações impactadas, considerando especialmente a possibilidade desses processos serem recorrentes e as violências, atualizadas.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

O enfrentamento das mudanças climáticas em áreas socioambientalmente vulnerabilizadas exige estratégias que integrem inovação, planejamento e execução prática. Nesse contexto, os projetos piloto desempenham um papel fundamental, atuando como laboratórios para testar e aperfeiçoar soluções que podem, posteriormente, serem ampliadas e replicadas em maior escala. Esses projetos possibilitam a avaliação de impactos, a adaptação de abordagens às realidades locais e a identificação de modelos de ação eficazes para diferentes contextos.

As cidades médias, como Sobral, possuem uma relevância central nesse processo. Sua escala intermediária oferece a flexibilidade necessária para experimentar soluções inovadoras enquanto representa a complexidade dos desafios urbanos das grandes cidades. Além disso, muitas dessas cidades abrigam populações socioeconomicamente vulneráveis, concentrando uma parcela das pessoas em áreas de risco, que se tornam ainda mais suscetíveis aos efeitos das mudanças climáticas. Nesse cenário, as cidades médias se configuram como uma janela de oportunidade estratégica para a implementação de soluções de adaptação e mitigação climáticas, que considerem a infraestrutura urbana e, simultaneamente, integrem questões sociais, econômicas e ambientais.

Essas soluções devem, ainda, ser sensíveis ao racismo ambiental e às opressões de classe e gênero, promovendo ações de justiça climática, entendidas como aquelas que fomentam uma distribuição mais justa dos investimentos e responsabilidades no combate às mudanças climáticas, de modo a reduzir as desigualdades sociais e ambientais. A proposta de empregar Soluções Baseadas na Natureza (SBNs) ganha destaque nesse contexto, pois oferece alternativas sustentáveis e de baixo custo para a gestão de riscos ambientais, ao passo que reforça a conexão das comunidades com os recursos naturais ao seu redor. As SBNs não apenas contribuem para a melhoria da qualidade ambiental, mas também promovem benefícios sociais, como a melhoria das condições de vida nas áreas mais vulneráveis.

Contudo, a implementação de SBNs em cidades médias, como Sobral, não está isenta de desafios. A escala das intervenções necessárias para enfrentar as mudanças climáticas em uma cidade de porte médio exige um planejamento cuidadoso e orçamentos adequados, considerando as limitações financeiras e as prioridades locais. Além disso, é essencial garantir que as soluções adotadas sejam escaláveis, adaptativas e sustentáveis, superando as barreiras de escala e orçamento. Para isso, é imprescindível que a participação social seja central em todas as etapas do processo, desde o planejamento até a implementação das soluções, garantindo que as demandas das comunidades vulneráveis sejam consideradas, e que as intervenções propostas sejam desenhadas de forma inclusiva.

Assim, ao integrar as Soluções Baseadas na Natureza nas estratégias de enfrentamento às mudanças climáticas, as cidades médias têm potencial para liderar a transformação em direção a um futuro mais resiliente e justo. Essas soluções oferecem uma maneira eficaz de mitigar os impactos das mudanças climáticas, enfrentando as desigualdades socioambientais e promovendo uma adaptação que respeite os direitos e as necessidades das populações vulneráveis. O Sistema de Infraestrutura Verde e Azul de Sobral figura, portanto, como uma intervenção que pode articular dimensões ambientais e sociais, desde que considere, de forma central, as questões humanas das vulnerabilidades.

REFERÊNCIAS

ARAGÃO, Francisco Edilson Ponte. **A estruturação urbana de Sobral na segunda metade do século XX: a cidade para além do arco formado pelo rio e ferrovia**. Dissertação (Mestrado em Arquitetura e Urbanismo) - Universidade Presbiteriana Mackenzie, São Paulo, 2014.

CANUTO, Ondina. **Programa de Habitação Popular de Sobral**. Sanare - Revista de Políticas Públicas. Sobral: Escola de Saúde Pública Visconde de Saboia - ESP-VS, v. 2, n. 3, 2013.

CEARÁ. **Lei Complementar Estadual Nº168, de 27 de dezembro de 2016**. Dispõe sobre a criação da Região Metropolitana de Sobral, cria o Conselho de Desenvolvimento e Integração da Região Metropolitana de Sobral. Disponível em: <<https://www.mpce.mp.br/wp-content/uploads/2017/06/LC-168-2016-Regi%C3%A3o-Metropolitana-de-Sobral.pdf>>.

COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.; MAGINNIS, S. **Nature-Based Solutions to Address Global Societal Challenges**. Gland, Suíça: International Union for Conservation of Nature and Natural Resources (IUCN), 2016.

HERZOG, Cecília Polacow; ROSA, Lourdes Zunino. **Infraestrutura Verde: Sustentabilidade e resiliência para a paisagem urbana**. Revista LABVERDE, São Paulo: Universidade de São Paulo, n. 1, p. 92-115, 2010.

Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE. **Censo demográfico de 2022**. Disponível em: <<https://cidades.ibge.gov.br/brasil/ce/sobral>>.

IPCC. **Terceiro relatório de avaliação: Alterações climáticas 2001**. Intergovernmental Panel on Climate Change, 2001. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/05/SYR_TAR_full_report.pdf>.

MACHADO, Gustavo. **Somos Natureza: Soluções Baseadas na Natureza para o Desenvolvimento Local**. Rio de Janeiro: Bambual, 2022.

MASCARÓ, J. L. (org.). **Infraestrutura verde para o século XXI**. Porto Alegre: Masquatro Editora, 2016.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SOBRAL. **Primeiro Inventário de Emissão de Gases de Efeito Estufa (IEGEE) de Sobral**. Sobral, 2024.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SOBRAL. **Relatório interno das áreas de alto e muito alto risco a movimentos de massa, enchentes e inundações**. Sobral, 2023.

PREFEITURA MUNICIPAL DE SOBRAL. **Relatório interno de áreas de risco do Projeto Parque Alagável do bairro Padre Palhano**. Sobral, 2023.

RAMOS, Érika Pires. **Refugiados ambientais: em busca de reconhecimento pelo direito internacional**. São Paulo: E. P. Ramos, 2011.

ROCHA, Herbert de Vasconcelos. **O lado esquerdo do rio**. São Paulo: Hucitec, 2003.

SOBRAL. **Lei Complementar nº 92 de 17 de novembro de 2023**. Dispõe sobre o Plano Diretor de Sobral e dá outras providências. Disponível em: <https://www.camarasobral.ce.gov.br/painel/files/docs/norma_lei/lei_16de03e96f8303c.pdf>.

SOBRAL. **Plano Local de Habitação de Interesse Social (PLHIS) - Diagnóstico Habitacional**. Sobral, Ceará, 2010.

SPOSITO, Maria Encarnação Beltrão. **Para pensar as pequenas e médias cidades brasileiras**. Belém: Editora Universitária UFPA, 2009.