

UTILIZANDO-SE DA NATUREZA PARA CONECTAR ESPAÇOS E CONTRIBUIR COM O MANEJO SUSTENTÁVEL DE ÁGUAS PLUVIAIS: O CASO DE ARACAJU/SE

Lina Martins de Carvalho

Universidade Federal de Sergipe (Docente) e Universidade de Brasília (Doutoranda) | linacarvalho@academico.ufs.br

Rômulo José da Costa Ribeiro

Universidade de Brasília (Docente) | rjcribeiro@gmail.com

Sessão Temática 06: Natureza, crise ambiental e mudanças climáticas

Resumo: Considerando as exigências dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável e a necessidade de adequação das cidades à mitigação dos eventos provocados pelas mudanças climáticas, tem-se como desafio pensar em alternativas para o processo de renaturalização a favor da redução dos efeitos negativos da urbanização, adotando-se estratégias mais sustentáveis, principalmente relacionadas à manutenção do ciclo hidrológico das águas. Para tanto, o objetivo do trabalho consiste em pesquisar sobre possibilidades de implementação de medidas sustentáveis para as cidades, em particular para o município de Aracaju, inspiradas nos princípios da Infraestrutura Verde e das Soluções Baseadas na Natureza, direcionadas ao manejo de águas pluviais. Os procedimentos metodológicos utilizados foram revisão bibliográfica, levantamento de dados, produção de mapas e desenvolvimento de propostas. Como resultados, pretende-se contribuir com a adoção de estratégias de conexão entre os espaços livres e implementação de dispositivos sustentáveis para o manejo de águas das cidades, em especial Aracaju, a partir da infiltração, retenção e filtração das águas.

Palavras-chave: Natureza, Conexão de Espaços Urbanos, Manejo de Águas Pluviais, Aracaju/SE.

USING NATURE TO CONNECT SPACES AND CONTRIBUTE TO SUSTAINABLE MANAGEMENT OF RAINWATER: THE CASE OF ARACAJU/SE

Abstract: *Considering the demands of the Sustainable Development Goals and the need for cities to adapt to the mitigation of events caused by climate change, the challenge is to think of alternatives for the renaturalization process in favor of reducing the negative effects of urbanization, adopting more sustainable strategies, mainly related to the maintenance of the hydrological cycle of water. To this end, the objective of the work is to research possibilities of implementing sustainable measures for cities, in particular for the municipality of Aracaju, inspired by the principles of Green Infrastructure and Nature-Based Solutions, aimed at rainwater management. The methodological procedures used were bibliographic review, data collection, map production and development of proposals. As a result, the aim is to contribute to the adoption of strategies for connecting open spaces and implementing sustainable devices for water management in cities, especially Aracaju, based on water infiltration, retention and filtration.*

Keywords: *Nature, Connection of Urban Spaces, Rainwater Management, Aracaju/SE.*

USAR LA NATURALEZA PARA CONECTAR ESPACIOS Y CONTRIBUIR A LA GESTIÓN SOSTENIBLE DEL AGUA DE LLUVIA: EL CASO DE ARACAJU/SE

Resumen: *Considerando los requerimientos de los Objetivos de Desarrollo Sostenible y la necesidad de adaptar las ciudades para mitigar los eventos provocados por el cambio climático, el desafío es pensar en alternativas para el proceso de renaturalización a favor de reducir los efectos negativos de la urbanización, adoptando estrategias más sostenibles, principalmente relacionadas al mantenimiento del ciclo hidrológico del agua. Para ello, el objetivo del trabajo es investigar posibilidades de implementación de medidas sostenibles para las ciudades, en particular para el municipio de Aracaju, inspiradas en los principios de Infraestructura Verde y Soluciones Basadas en la Naturaleza, orientadas a la gestión del agua de lluvia. Los procedimientos metodológicos utilizados fueron revisión bibliográfica, recolección de datos, producción de mapas y desarrollo de propuestas. Como resultados, se pretende contribuir para la adopción de estrategias de conexión entre espacios abiertos y la implementación de dispositivos sostenibles para la gestión del agua en las ciudades, especialmente en Aracaju, basados en la infiltración, retención y filtración del agua.*

Palabras clave: *Naturaleza, Conexión de Espacios Urbanos, Gestión de Aguas Pluviales, Aracaju/SE.*

INTRODUÇÃO

O crescimento urbano ocorrido nas cidades brasileiras a partir do século XX foi fruto de planejamento pouco sustentável, pois possibilitou a supressão de espaços livres que preservavam atributos naturais, gerando impactos ambientais, a exemplo de eventos críticos como enchentes e alagamentos causados pela impermeabilização do solo, descaso à escala da bacia hidrográfica e falta de integração entre políticas urbanas e ambientais (CORRÊA, 1989; TUCCI, 2008; MACEDO, 2012).

A cidade de Aracaju, Sergipe, Brasil, enfrenta dificuldades para consolidar sua expansão urbana por encontrar-se cercada de rios sendo propensa à alagamentos e enchentes. Seu processo de urbanização foi acentuado pela implementação de políticas públicas voltadas ao incentivo de construção de residências populares, tornando-se um grande desafio para o planejamento urbano da cidade, demandando a ocupação de novas áreas com moradia e infraestrutura (FRANÇA, 2014).

As áreas periféricas passaram a ser ocupadas gerando dispersão urbana e supressão de áreas com ecossistemas ainda naturais. Foi observado crescimento populacional, forte pressão do mercado imobiliário, retração da vegetação e desequilíbrio de seus recursos hídricos, como rios e lagoas naturais. Constantes alagamentos e enchentes passaram a ser corriqueiros, sob os quais foram destinados planos específicos de drenagem urbana baseados, entretanto, em técnicas ainda higienistas e rodoviaristas, a exemplo da canalização e artificialização de cursos e lagoas de águas pluviais, em detrimento de medidas mais sustentáveis como as soluções baseadas na natureza, que incentivam o acúmulo, infiltração e reuso das águas das chuvas (CARVALHO, 2022).

Apesar de conceitos contemporâneos como a Infraestrutura Verde (IV) e as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) apresentarem princípios e dispositivos que contribuem com a preservação e manutenção da natureza nas cidades, em benefício de aspectos socioambientais, percebe-se sua escassa utilização seja no planejamento ou nas práticas urbanas. Em Aracaju, esses instrumentos trariam efeitos positivos caso fossem implementados em suas normas urbanísticas e ambientais.

Tal problemática nos direciona a traçar o seguinte questionamento: Seria possível estabelecer princípios e propostas de medidas sustentáveis de manejo de águas pluviais baseadas em conceitos estabelecidos pela IV e SbN para o município de Aracaju?

É neste sentido que se estabelece como objetivo para o presente trabalho, pesquisar sobre possibilidades de implementação de medidas sustentáveis para a cidade de Aracaju, inspiradas nos princípios da IV e das SbN, como forma de contribuir com o manejo de águas pluviais.

Os procedimentos metodológicos adotados foram: revisão bibliográfica; levantamento de dados (referentes à ocupação urbana, topografia, bacias de drenagem e sistema de drenagem municipal); produção de mapas; e, desenvolvimento de propostas. Para atendimento dos

objetivos traçados e instrumentos metodológicos sugeridos, foram seguidas as seguintes etapas de trabalho: 1. Definição de princípios; 2. Definição do diagnóstico da área; e, 3. Definição das propostas.

O presente trabalho foi desenvolvido com apoio da Universidade Federal de Sergipe e apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES) e encontra-se dividido nos tópicos: 1. A Natureza nas Cidades; 2. Infraestrutura Verde (IV); 3. Soluções Baseadas na Natureza (SbN); Manejo Sustentável de Águas Pluviais (MSAP); Princípios de IV, SbN E MSAP; Estudo de Caso: Aracaju/SE; e, Considerações Finais.

A NATUREZA NAS CIDADES

O desenvolvimento urbano ocorrido ao longo do século XIX nas cidades industriais promoveu prejuízos ambientais que são sentidos até os dias atuais. Ainda não nos adaptamos à necessidade de promovermos uma relação saudável entre espaços urbanos e o meio ambiente, sendo a resiliência urbana e mitigação das mudanças climáticas algo não só necessário, mas urgente.

O modelo progressista de produção de cidades (MUMFORD, 1938; CHOAY, 1965), baseado na eficiência de locomoção, viabilidade de produção e escoamento de materiais, reproduz-se até os dias atuais, por meio do estímulo de abertura de vias largas e isolamento de edifícios que se destacam sem que haja qualquer integração com a paisagem ou dinâmica urbana circundante. O persistente zoneamento urbano que separa os diferentes usos é fruto, tanto da legislação urbanística rígida que não consegue se adequar às constantes mudanças dos espaços físicos urbanos, quanto da dominação do mercado imobiliário em manipular as áreas de maior ou menor investimento na aplicação de recursos para infraestrutura.

A infraestrutura “convencional”, baseada em obras higienistas de engenharia, decorrentes do século XX, é ainda majoritária. O incipiente estímulo às técnicas sustentáveis precisa ganhar força e passar a compor o planejamento urbano, por meio de fundamentos cientificamente comprovados e de métricas de valoração eficientes que as viabilize (BÉLANGER, 2013). Somente com instrumentos de diagnóstico e planejamento é que as técnicas sustentáveis, voltadas ao meio urbano, poderão fazer parte de políticas públicas, orçamentos municipais e práticas projetuais, atingindo, por fim, de maneira positiva, a qualidade do meio ambiente e de vida das pessoas.

As propostas de cidades-jardim, a exemplo daquelas concebidas por Howard, trouxeram maior frescor e visibilidade aos elementos naturais possíveis de serem implementados no meio urbano. Apresentam o elemento verde como o de maior destaque sendo circunscritas por cinturões-verde em atendimento ao objetivo de vida saudável. No entanto, as características naturais do terreno não eram levadas em consideração ao partir-se de um traçado urbano já pré-determinado (CHOAY, 1965; SPIRN, 1984). A reprodução do conceito das cidades-jardim ao longo de áreas perimetrais das cidades atuais, destinadas à população

de maior poder aquisitivo, ocasionou prejuízos ambientais tendo em vista a expansão dos aglomerados urbanos, demanda pela oferta de infraestrutura, dependência dos veículos automotivos para a locomoção centro x periferia e desarticulação da urbanidade cotidiana entre as pessoas, fruto da ocupação monofuncional e dispersa.

Foi somente a partir da valorização dos princípios ecológicos que as cidades passaram a reconhecer a natureza não apenas como objeto de embelezamento, mas também para o aproveitamento de serviços ecológicos, importantes para a manutenção das características naturais do sítio, equilíbrio da fauna e flora, melhoria da qualidade de vida e bem-estar da população urbana. Para Geddes (1915), a natureza era considerada como um elemento vital e estruturador, pois englobava o meio ambiente e os seres humanos como integrantes de um sistema amplo. Criando uma metodologia inovadora de mapeamento espacial, McHarg (1969) desenvolve em seus estudos o planejamento ecológico que consiste no incentivo à relação equilibrada entre o ambiente construído e a natureza. O movimento de parques também contribuiu para que se mantivesse a preservação de resquícios vegetais nas áreas urbanas. Destaca-se, nesse sentido, o exemplo do Emerald Necklaces, idealizado por Olmsted, o qual, por meio de um sistema de parques, passou a conectar diferentes áreas de Boston, aproveitando-se das características naturais do território para implementação de infraestruturas de menor impacto ambiental (SPIRN, 1984).

A concepção da ecologia regional sob os projetos de design urbano, consolidada nas últimas décadas do século XX, representada por Spirn (1984) e Hough (1995), foi inovadora, pois reuniu estudos que viabilizassem projetos de cidades conjugadas aos seus processos naturais, enfatizando a importância da manutenção dos ecossistemas urbanos, a exemplo do que foi observado em Woodlands, Houston, Texas.

O conceito de sustentabilidade difundido a partir de 1990 com o relatório de *Brundtland* da Organização das Nações Unidas (ONU) influenciou o planejamento urbano de modo a atender à princípios urbanísticos que atentasse a questões não só ambientais, mas também econômicas e sociais. Para Farr (2013) o urbanismo sustentável deve estimular o planejamento das cidades atentando-se a cinco atributos: definição, compacidade, totalidade, conexão e biofilia. O autor destaca ainda que a infraestrutura deve aproveitar-se de recursos ecológicos e consumir menores recursos de financiamento.

Nos anos 2000 torna-se determinante a abordagem sustentável nos projetos de arquitetura, urbanismo e paisagismo. Conceitos como Infraestrutura Verde (IV) e Soluções Baseadas na Natureza (SbN) reúnem instrumentos que buscam viabilizar a implementação de elementos naturais na paisagem urbana, como forma de contribuir não apenas com o meio ambiente, mas, sobretudo, com a qualidade de vida dos seres vivos, ajudando a construir ambientes urbanos mais resilientes e saudáveis.

O persistente investimento aplicado sobre a drenagem urbana tradicional e a acentuação dos eventos extremos, como alagamentos, ocasionados pelas mudanças climáticas, nos alertam sobre como devemos planejar as nossas cidades, haja vista a demanda por medidas mais

sustentáveis com relação às águas das chuvas. Aposta-se, no desenvolvimento deste trabalho, em entender como os princípios estabelecidos pelos conceitos de IV e SbN podem beneficiar o manejo sustentável de águas pluviais, tendo a cidade de Aracaju como objeto de análise.

INFRAESTRUTURA VERDE (IV)

A IV surgiu como um meio promissor para atender às demandas impostas pela sustentabilidade e às exigências de redução de gastos estabelecidos por órgãos de investimento público. Autores como Dramstad, Olson e Forman (1996), Benedict e McMahon (2006) e Ahern (2007) se destacaram ao conceituarem o termo e defenderem seus princípios e benefícios, além de citarem exemplos práticos e viáveis sobre a implementação da IV em espaços urbanos. Para o estudo proposto neste artigo, foram enfatizados os princípios da ecologia da paisagem, e sua associação com o espaço urbano, desenvolvidos por esses autores.

A ideia central da IV tem origem nas intenções de conservação da natureza, preservação de parques e disciplinas de planejamento urbano regional, paisagismo e meio ambiente, originadas a partir do final do século XIX e ao longo do século XX. Considerando essa influência, o termo surge por volta dos anos 2000, como medida urbana para atender às demandas de sustentabilidade, expansão urbana e adequação econômica. A IV traça estratégias de preservação ambiental do remanescente vegetal das cidades, controla a expansão urbana e proporciona benefícios econômicos resultantes de estratégias desenvolvimentistas e de otimização do uso da terra, modelando e padronizando o sentido do crescimento urbano, chamado de crescimento inteligente *smart growth*¹ (BENEDICT e McMAHON, 2006). Para Ahern (2007), o conceito de IV surgiu depois da ampla disseminação do conceito de sustentabilidade e suas dimensões básicas tripartites, os três “es” da sustentabilidade: economia, meio ambiente e equidade *conomy, environment and (social) equity* (WHEELER e BEATLEY, 2000). Cada vez mais as políticas e práticas urbanas municipais tentam adotar essas três dimensões, de modo que a IV vem se tornando um meio para se alcançar esse objetivo.

O estudo sobre a ecologia da paisagem desenvolvido por Dramstad, Olson e Forman (1996) serviu de base para o surgimento do conceito de IV, ao apresentam as influências das manchas e padrões espaciais urbanos sobre a biodiversidade. Para os autores, o padrão estrutural de uma região é composto pelos quatro elementos da paisagem – manchas *patches*, arestas *edges*, corredores *corridors* e mosaicos *mosaics* – utilizados para se estabelecer os princípios da ecologia da paisagem (Quadro 2) a serem aplicados no planejamento do uso do solo, cuja função consiste na elaboração de projetos que beneficiem os elementos naturais como a terra, água, vida selvagem e as pessoas.

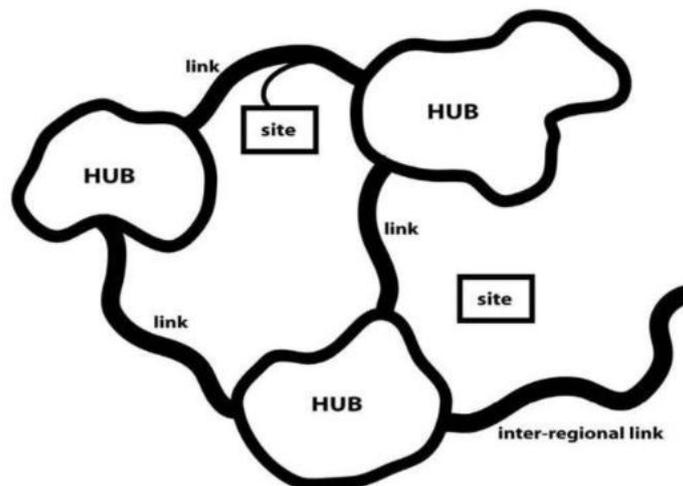
Na categoria de manchas, os princípios concentram-se nos efeitos ecológicos do tamanho, número e localização das manchas. A segunda categoria concentra-se na

estrutura das arestas, além dos limites e do formato do patch. A terceira enfatiza a conectividade proporcionada por corredores e trampolins, corredores rodoviários e quebra-ventos, e corredores fluviais e fluviais. Quarto, os mosaicos são representados pelos efeitos ecológicos das redes, da fragmentação e da escala (DRAMSTAD, OLSON e FORMAN, 1996, p. 69).

O método iniciado em 1986 por Forman em *Landscape Ecology* contribuiu para que outros trabalhos fossem desenvolvidos a fim de compreender como a ocupação humana poderia melhor se adaptar aos ecossistemas urbanos. Inspirados nos estudos de Forman, Benedict e McMahon (2006) apresentam a necessidade de criação de planos de conservação, restauração e manutenção do uso da terra que possuam perfis sustentáveis, estratégicos e sistemáticos. Por meio desses planos, considerando os elementos constituintes da paisagem, como terra e água, seria possível conectar diferentes espaços de escalas variadas (estados, cidades, bairros e espaços livres), com redes de paisagens naturais e culturais, promovendo benefícios não só aos valores e funções dos ecossistemas, mas também recreativos, sociais e econômicos para as pessoas. Esses autores definem a IV como uma “rede interligada de áreas naturais e outros espaços abertos que conserva a natureza, valores e funções do ecossistema, sustenta ar e água, e fornece uma ampla gama de benefícios para as pessoas e a vida selvagem” (BENEDICT e McMAHON, 2006, p. 108).

Benedict e McMahon (2006) caracterizam a rede de IV a partir da classificação de três tipos diferentes de espaços organizados em sistema: a) centros (*hubs*) – grandes espaços de ancoragem e preservação; b) ligações (*links*) – conexões que, ao ligarem os *hubs* e os *sites*, viabilizam os sistemas e possibilitam a abrangência dos processos ecológicos; e, c) locais ou sítios (*sites*) – espaços menores que os *hubs* mas que contribuem com a IV (Figura 1).

Figura 1: Rede de IV conectada.



Fonte: Benedict e McMahon, 2006.

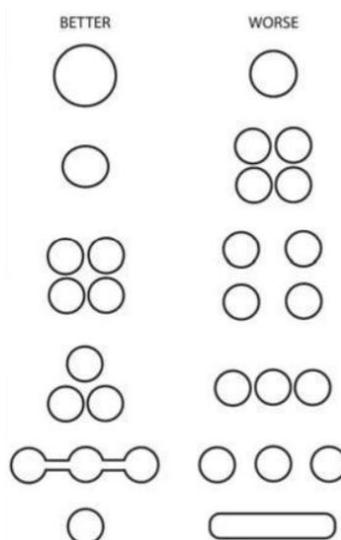
Benedict e McMahon (2006) apresentam os princípios (Quadro 2) e os benefícios da IV, sendo estes últimos caracterizados por: proteção dos habitats; evitar gastos excessivos com a mitigação de cheias; saúde física e mental pelo contato com a natureza; atrativos turísticos;

conservação da biodiversidade com garantia de alimentos e medicamentos; possibilidade de sequestro de carbono; proteção de zonas úmidas, pântanos e brejos que garantem a mitigação de inundações e o ciclo hidrológico das águas; melhoria da qualidade dos espaços com a arborização urbana. Para que esses benefícios sejam garantidos é necessário que os tipos de espaços constituintes da IV sejam dispostos de forma a contribuir com sua conectividade e abrangência, tal como explicita a Estratégia Mundial de Conservação da IUCN de 1980 (Figura 2):

(...) as grandes reservas são melhores que as pequenas reservas; uma única grande reserva é melhor do que várias pequenas com área total equivalente; reservas próximas são melhores do que reservas distantes; reservas arredondadas são melhores do que as longas e finas; reservas agrupadas de forma compacta são melhores do que reservas em uma linha; e reservas que estão conectadas por corredores são melhores do que as reservas não conectadas (...) (IUCN World Conservation Strategy, 1980 *apud* BENEDICT e MCMAHON, 2006, p. 1379).

O roteiro desenvolvido por Benedict e McMahon (2006) consiste em 5 passos: 1. Definição de objetivos e recursos; 2. Definição de tipos de paisagem; 3. Definição de conexões; 4. Ações de conservação e 5. Revisão e sugestões. Para o presente estudo sobre Aracaju, priorizou-se as etapas 2 e 3. Para a etapa 2 os autores salientam a importância de se coletar dados sobre os atributos que caracterizam essas paisagens a partir de valores de conservação, como: tamanho, naturalidade, representação, raridade, fragilidade, tipicidade, posição da paisagem e valor potencial (RATCLIFFE, 1977²; KENDLE e FORBES, 1997³; *apud* BENEDICT e MCMAHON, 2006). Para a etapa 3 os autores sugerem classificar os tipos de paisagem em *hubs* (grandes áreas centrais de ancoragem da rede *network*, sem perturbações e de alta qualidade ecológica) e *links* (espaços responsáveis por promoverem a conexão entre *hubs*).

Figura 2: Princípios para a concepção de reservas naturais.



Fonte: Noss e Cooperrider, 1994⁴ *apud* Benedict e McMahon, 2006.

Especificamente sobre os *links*, Benedict e McMahon (2006) citam a importância de se manter o princípio ecológico nas ligações como maior premissa, atentando-se aos aspectos de

topografia, vegetação natural, qualidade do habitat e características das espécies. Os autores destacam ainda que, na impossibilidade de criação de corredores ininterruptos, há a possibilidade de criação de áreas espaçadas que sirvam de trampolins. Havendo ainda a impossibilidade de acréscimo de áreas ecologicamente viáveis para composição da IV, os autores recomendam manter preservados espaços naturais vegetados nas cidades, mesmo que seja para finalidade de lazer e recreação, como complementação à IV. Sobre os princípios específicos para corredores ecológicos, tem-se: promover habitat e movimento de vida selvagem; considerar a ecologia e a biologia das espécies; minimizar os efeitos de borda e manter uma estrutura de vegetação complexa e coesa; manter corredores largos por serem melhores que corredores estreitos; criar processo lógico, sensato e sequencial para identificar, desenvolver e conservar os corredores; promover programa contínuo para gerir e proteger os corredores (FISCHER, 2001⁵; *apud* BENEDICT e MCMAHON, 2006).

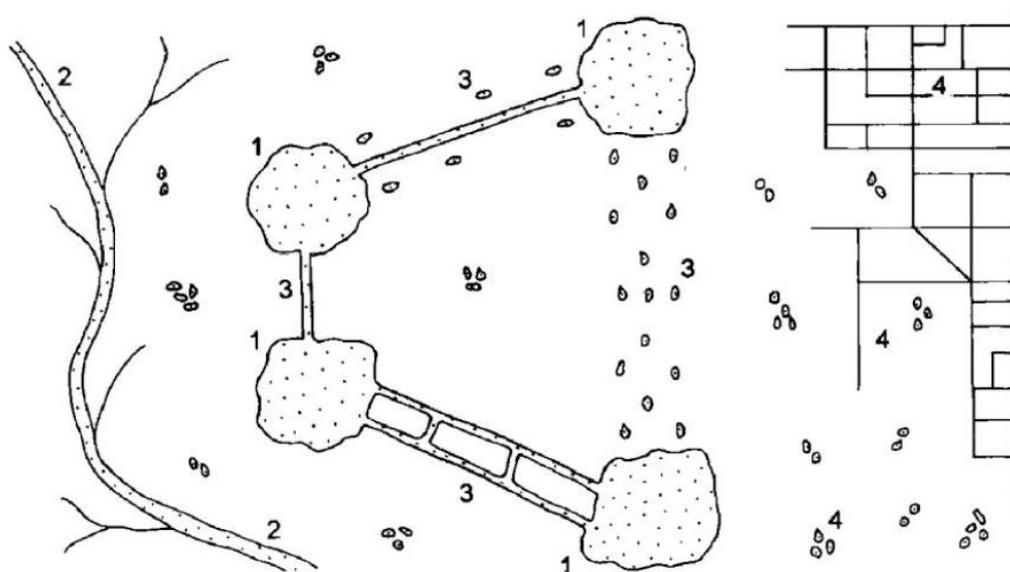
Atendendo aos objetivos da IV como um meio de “organizar espacialmente ambientes urbanos para dar suporte a um conjunto de funções ecológicas e culturais” Ahern (2007, p. 267) foca seus estudos no papel da configuração espacial do ambiente urbano. Para ele:

A infraestrutura verde é um conceito emergente de planejamento e design que é estruturado principalmente por uma rede híbrida de hidrologia/drenagem, complementando e conectando áreas verdes remanescentes com infraestrutura construída que fornece funções ecológicas. Os planos de infraestrutura verde aplicam princípios-chave da ecologia da paisagem aos ambientes urbanos, especificamente: uma abordagem multiescala com atenção explícita às relações padrão: processo e ênfase na conectividade (AHERN, 2007, p. 267).

Os princípios da ecologia da paisagem estabelecidos por Ahern (2007) (Quadro 2) são essenciais para a implementação de IV em cidades sustentáveis e dizem respeito à três aspectos distintos: a) abordagem multi-escala *multi-scaled approach* (região metropolitana, cidades, bairros e locais); b) relação entre os padrões *pattern* (configuração espacial) e os processos *process* (dinâmicas e fluxos) – ou seja, a composição espacial e configuração dos elementos da paisagem determinam como as paisagens funcionam com relação à movimentação de espécies, nutrientes e fluxos de água (TURNER, 1989); c) conectividade *connectivity* (refere-se ao grau de uma paisagem ao facilitar ou impedir a integração resultante entre a estrutura e a função da paisagem).

Para Ahern (2007), ao analisar a aplicação da IV nas cidades, torna-se fundamental compreender a configuração espacial da paisagem, pois se trata do aspecto que integra os três princípios apresentados. Seguindo os três elementos fundamentais que definem a estrutura da paisagem, Ahern inspira-se em Forman e os apresenta como: manchas urbanas *urban patches*, corredores urbanos *urban corridors* e matriz urbana *urban matrix*. Para o autor, os “padrões indispensáveis” baseados na ecologia da paisagem estabelecidos por Forman são essenciais e devem ser considerados como elementos relevantes nas áreas urbanas (Figura 3).

Figura 3: Padrões indispensáveis para o planejamento de uma paisagem.



Nota: 1 Grandes manchas de vegetação natural; 2 Corredor de riacho/rio; 3 Conectividade entre manchas; 4 Pequenos pedaços de natureza.

Fonte: Forman, 1995, p. 452⁶ apud Ahern, 2007, p. 273.

A adequação da IV ao planejamento de áreas urbanas incentiva o olhar para objetivos que vão além daqueles estritamente ecológicos, atendendo ao princípio de multifuncionalidade, quando é acrescida à IV funções para os diferentes componentes abióticos, bióticos e culturais (AHERN, 2007, p. 269), como forma de incorporar características e ações dos espaços urbanos (BONZI, 2017).

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA (SbN)

O termo SbN é considerado como guarda-chuva para abordagens relacionadas aos ecossistemas (COHEN-SHACHAM *et al.*, 2016, p. 10), utilizado pela *International Union for Conservation of Nature* (IUCN) e *European Commission* (EC), cujos representantes analisam a necessidade de reconstituição sustentável dos ecossistemas para benefícios ambientais e sociais, seja por meio de intervenções unicamente naturais *only natural* (COHEN-SHACHAM *et al.*, 2016, p. 6) ou inspiradas, apoiadas ou copiadas da natureza *inspired by, supported by or copied from nature* (EC, 2015, p. 24).

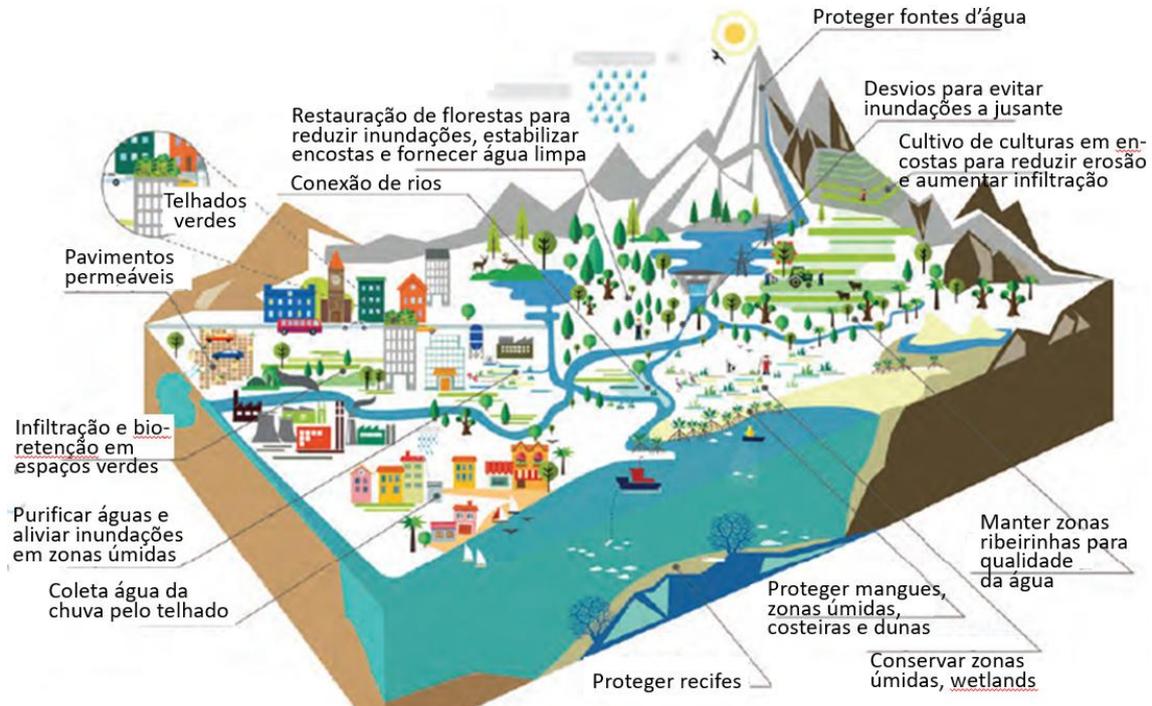
Outros autores passaram a abordar o termo conceitualmente, considerando-o como ferramenta de gestão dos sistemas (sócio)ecológicos (EGGERMONT *et al.*, 2015), envolvendo atores de diferentes setores (FAIVRE *et al.*, 2017), a partir de alternativas às infraestruturas da cidade (NESSHOVER *et al.* 2017) na promoção de resiliência para os desafios sociais, ambientais e econômicos (FREITAS, 2018).

Sendo reconhecida a limitação do conceito e necessidade de aprofundamento, como forma de tornar-se um termo científico, passível de aplicação e comprovação (FAIVRE *et al.*, 2017), a EC desenvolveu uma série de documentos com a finalidade de disseminação das suas possibilidades de aplicação, destinadas, em grande parte, aos espaços urbanos (FRAGA e

SAYAGO, 2020), sendo aqui destacadas aquelas que mais se relacionam à questão da água, como por exemplo: a) o plano para salvaguardar os recursos hídricos da Europa (CE, 2014); e, a Estratégia de Infraestrutura Verde da Comissão Europeia (CE, 2013).

O Relatório Mundial das Nações Unidas sobre o Desenvolvimento da Água (WWAP UM-Water, 2018) é um documento que também se destaca no contexto das SbN por citar, de modo mais amplo, os benefícios relacionados à: melhoria na gerência da água; conservação e reabilitação de ecossistemas naturais na micro (edifício) ou macro (paisagem) escala; produção de alimento; preservação da biodiversidade; redução do risco de desastres; e, mitigação das alterações climáticas; considerando as SbN como pressuposto e atendimento à Agenda 2030 e aos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), principalmente no que consiste ao ciclo hidrológico da água (Figura 4).

Figura 4: Soluções de infraestrutura natural ou verde para gestão de água em uma paisagem.



Fonte: WWAP UM-Water, 2018, p. 43; Adaptado pelos/as autores/as, 2024.

A aplicação prática das SbN, principalmente relacionadas ao espaço urbano, consiste em medidas de mitigação aos impactos ambientais ocasionados pelo crescimento urbano, contribuindo com o desempenho dos elementos naturais, da gestão das águas e manutenção do ciclo hidrológico. Para tanto, as principais medidas citadas consistem em iniciativas para o incentivo de: áreas verdes urbanas, jardins de chuva, alagados construídos, telhados verdes, agricultura urbana, dentre outros (FRAGA e SAYAGO, 2020). Os serviços ecossistêmicos podem ser geridos e restaurados de forma a reduzir a vulnerabilidade urbana frente a eventos extremos, contribuindo ainda com o aumento de: bem-estar humano; regeneração urbana; resiliência; gestão multifuncional de bacias hidrográficas e restauração de ecossistemas; uso

sustentável da matéria e da energia; e, sequestro de carbono (FRAGA e SAYAGO, 2020; COHEN-SHACHAM *et al.* 2016).

As discussões sobre SbN no Brasil são disseminadas por Marques *et al.* (2021) a partir de um panorama histórico; e, por Herzog e Rozado (2019) e Herzog, Freitas e Wiedman (2020) a partir da produção de relatórios que apontam a importância das SbN e sua aplicabilidade em questões problemáticas das cidades brasileiras, relacionadas com a água, clima, saneamento e engajamento social, como artifício de aceleração e transição para cidades mais sustentáveis. Afirmam que “muito frequentemente, as SbN são mais baratas, menos impactantes e socialmente mais apreciadas do que as soluções convencionais.” (HERZOG, FREITAS e WIEDMAN, 2020, p. 206).

A partir de 2021, a IUCN, em parceria com outras organizações, aprofunda-se sob o termo SbN nas cidades do hemisfério sul (FEBA, 2021) e apresenta exemplos de Adaptação Baseada em Ecossistemas (AbE) para suas áreas urbanas com o objetivo de aumentar a resiliência com a restauração e reabilitação de ecossistemas urbanos que apoiem, por exemplo, a redução dos efeitos das ilhas de calor, o aumento das capacidades de *buffer* para inundações e redução da poluição (KEELER *et al.*, 2019).

A realidade dos países europeus que criaram o conceito de SbN é muito divergente da encontrada nas cidades brasileiras, havendo a necessidade de adaptações para sua conceituação e aplicação prática. As medidas de SbN a serem adotadas no Brasil poderiam estar voltadas à amenização da carência de saneamento básico, a exemplo de: fitoremediação e fitoestabilização para lixões; parques lineares, áreas alagáveis e aumento de áreas verdes para redução de inundações; investimento em estações de tratamento para evitar o despejo de esgoto em cursos d'água. Além disso, medidas de recuperação ambiental de áreas de nascentes e de áreas degradadas são ações importantes, a fim de proporcionarem benefícios socioambientais (FRAGA e SAYAGO, 2020).

MANEJO SUSTENTÁVEL DE ÁGUAS PLUVIAIS (MSAP)

A IV e as SbN beneficiam o MSAP por amenizarem os impactos ambientais ocasionados pelos meios tradicionais de drenagem urbana que geram rápido escoamento, construção de canalizações e bacias de retenção, sem que haja preocupação com a qualidade das condições naturais do meio. Tucci (2008) afirma que as etapas higienista (até 1970) e corretiva (1970 e 1990) da drenagem urbana foram paulatinamente substituídas por práticas mais sustentáveis de manejo de águas pluviais (após 1990), as quais visam não só o escoamento superficial gradativo, mas também a preservação do sistema natural, contribuindo com a “conservação ambiental, redução de inundações e melhoria da qualidade de vida” (TUCCI, 2008, p. 101).

Dentre os principais conceitos que se relacionam com a drenagem urbana, segundo Fletcher *et al.* (2014), temos: a) Desenvolvimento de Baixo Impacto *Low Impact Development* (LID), diz

respeito ao estudo da recomposição das funções naturais do ambiente dentro de uma lógica de urbanização de menor impacto para as cidades; b) Desenho Urbano Sensível à Água *Water Sensitive Urban Design (WSUD)*, referente ao aproveitamento de medidas eficientes e sustentáveis de controle e qualidade das águas pluviais e, que ao mesmo tempo, proporcione benefícios à cidade e às pessoas; e, c) Infraestrutura Verde *Green Infrastructure (GI)*, conceito que vai além das águas pluviais, configurando-se na escala do planejamento urbano, com origem na arquitetura paisagística e na ecologia da paisagem, a partir da existência de uma rede ou corredores de espaços verdes ou *hubs* de espaços verdes, potenciais para a aplicação de serviços ecossistêmicos.

Pellegrino (2017) salienta que o termo de IV é subsequente aos termos anteriormente usados a respeito das águas urbanas, como Práticas de Manejo (BMP *Best Management Practices*) e de Desenvolvimento de Baixo Impacto (LID *Low-Impact Development*) e amplia as possibilidades de uso de modo a integrar a água a outros interesses de uso de uma área urbana, defendendo a retenção das águas pluviais nos locais em que se inicia (montante) e não somente onde se acumula (jusante). O autor defende ainda que os sistemas convencionais de drenagem sejam conjugados a propostas mais sustentáveis para a retenção e infiltração das águas pluviais, a exemplos de parques e áreas para preservação de várzeas.

As IV e as SbN possibilitaram a implementação de uma série de técnicas naturais de MSAP adequadas ao meio urbano como forma de contribuir com a melhoria dos efeitos negativos ocasionados pelo crescimento das cidades, supressão de áreas vegetadas, impermeabilização do solo e alteração dos eventos chuvosos impostos pelas mudanças climáticas. A medida inicial para se intervir positivamente no sistema de drenagem convencional é identificar o funcionamento das águas pluviais de determinada área e seus arranjos naturalmente impostos como forma de tentar reproduzi-los a favor da manutenção do ciclo hidrológico das águas, mesmo em se tratando de uma área urbanizada. Para este efeito, é essencial a identificação de espaços abertos potenciais para a adoção de técnicas sustentáveis como jardins de chuva, lagoas pluviais, percursos naturais de águas pluviais, ou mesmo, a manutenção de áreas vegetadas que contribuam com a infiltração das águas.

Cada área, com suas edificações, coberturas, áreas de estacionamento, ruas, calçadas e áreas verdes, pode ser vista como parte de uma paisagem multifuncional. Seus projetos paisagísticos podem ser um meio para a implantação da infraestrutura verde urbana (PELLEGRINO, 2017, p. 30).

Os principais elementos estruturais reconhecidos pelas práticas de manejo de águas pluviais podem ser equivalentes aos elementos paisagísticos utilizados em projetos de arquitetura da paisagem no meio urbano, tais como parques, lagoas, jardins de chuva, etc. Segundo Pellegrino (2017), esses elementos estruturais podem ser divididos em dois grupos distintos, sistemas vivos e processos físicos (Quadro 1). Constata-se que os sistemas vivos se associam com mais facilidade aos elementos paisagísticos, devendo ser prioritários para a adoção de medidas mitigadoras de alagamentos e inundações, investindo-se num planejamento urbano

sensível às práticas de renaturalização de espaços urbanos como estratégia para o MSAP. Os projetos de paisagismo devem integrar, modernizar ou alterar os elementos da infraestrutura de drenagem convencional, conjugando-os com uma outra infraestrutura, a verde, que é flexível, descentralizada e multifuncional, contribuindo com os processos ecológicos, de forma técnica, legal e barata.

Quadro 1: Relação entre elementos de práticas de manejo e elementos paisagísticos

Grupos	Elementos de Práticas de Manejo	Elementos Paisagísticos
Sistemas Vivos (solo e vegetação)	Renaturalização de rios e córregos Bacias de retenção Alagados construídos Valetas gramadas ou vegetadas Bacias de infiltração Canteiros pluviais Tetos e paredes verdes	Parques lineares Lagoas pluviais <i>Wetlands</i> Biovaletas Jardins de chuva
Processos Físicos	Bacias de detenção Poços secos Filtros de areia Trincheiras ou valetas de infiltração Pisos porosos Cisternas	

Fonte: Adaptado de Pellegrino, 2017, p. 33.

Nas melhores práticas de manejo, os resultados mais positivos podem ser alcançados com uma combinação de enfoques de retenção, infiltração e filtração do escoamento superficial na área de projeto. Também envolvem a flexibilização e a descentralização da infraestrutura urbana de drenagem. Esses dispositivos que caracterizam as melhores práticas, ao aparecer permeando, ao mesmo tempo, as diversas escalas da paisagem como parte de uma malha de espaços vegetados multifuncional ajudam a restabelecer a continuidade e a conectividade dos ecossistemas naturais e construídos, aumentando a biodiversidade e influenciando os diversos aspectos do metabolismo urbano, como no caso do manejo e tratamento das águas pluviais que é aqui focado. Esses dispositivos são entendidos como parte do que chamamos de uma infraestrutura verde (PELLEGRINO, 2017, p. 36).

O incentivo a medidas naturais contribui com os serviços ecossistêmicos de forma ampla. Constituídas de primazia socioambiental e produtividade econômica, as estratégias sustentáveis viabilizam o incentivo à preservação, manutenção e valorização da natureza nas cidades, trazendo benefícios de: 1. infraestrutura, proporcionando melhores condições de manejo das águas pluviais, como infiltração, zonas úmidas e amortização da água a ser escoada; 2. manutenção do ecossistema a partir da distribuição de seres vivos; 3. melhoria do bem-estar humano e sua adaptabilidade ao espaço físico; 4. dinâmica urbana ao proporcionar lugares agradáveis, saudáveis e que promovam, inclusive, a sua valorização.

Como forma de atender a esses serviços ecossistêmicos, foram traçados os princípios definidos pelos conceitos anteriormente elencados (IV, SbN e MSAP) e selecionados alguns destes para embasarem as propostas estabelecidas para o município de Aracaju.

PRINCÍPIOS DE IV, SbN E MSAP

Atendendo ao que foi estabelecido como objetivo do presente trabalho, buscou-se associar os princípios dos conceitos anteriormente analisados como forma de buscar embasamento para a adoção de estratégias de MSAP para o município de Aracaju que fossem baseadas na IV e SbN, tal como explicitado no Quadro 2.

Quadro 2: Princípios de IV, SbN e MSAP

Tipos	Princípios
<p>Infraestrutura Verde</p>	<p><u>Dramstad, Olson e Forman (1996):</u> Manchas <i>Patches</i> e arestas <i>Edges</i> (tamanho, número, localização e formato); corredores <i>corridors</i> (conectividade); mosaicos <i>mosaics</i> (preservação do efeito ecológico e manutenção de redes e sistemas).</p> <p><u>Benedict e McMahon (2006):</u> Conectividade; contexto; ciência sólida; conservação e desenvolvimento; planejar e proteger antes do desenvolvimento; investimento público crítico financiado antes; benefício natureza e pessoas; desejo dos proprietários e outros; conexões dentro e fora da comunidade; compromisso longo prazo.</p> <p><u>Ahern (2007):</u> Multi-escala (cidades, bairros e locais); padrões e processos (integração entre configuração espacial e dinâmicas e fluxos); conectividade (integração entre estrutura e função da paisagem).</p>
<p>SbN</p>	<p><u>Cohem-Shacham et al., 2016:</u></p> <ol style="list-style-type: none"> 1. Adotar normas de conservação da natureza; 2. Implementar soluções (isoladas ou conjugadas) para os desafios sociais; 3. Considerar as características naturais e contextos culturais, conjugando conhecimento local e científico; 4. Produzir benefícios sociais de forma justa e equitativa com ampla participação; 5. Manter a diversidade biológica e cultural e a capacidade dos ecossistemas de evoluir ao longo tempo; 6. Favorecer a escala paisagística; 7. Reconhecer a importância em se abordar os benefícios das compensações econômicas diante do estímulo aos serviços ecossistêmicos; 8. Estar inserida em políticas, medidas e ações para o enfrentamento de desafios específicos.
<p>Manejo Sustentável de Águas Pluviais</p>	<p><u>Pellegrino (2017):</u> Infiltração; Acumulação; Despoluição; Controle de volume nas áreas de precipitação; Recuperação da qualidade da água.</p> <p><u>Tucci (2008):</u> Tratamento do escoamento superficial; preservação do sistema natural.</p>

Nota: As palavras destacadas em negrito na coluna “princípios” se referem aos princípios estabelecidos para Aracaju, tal como encontra-se explicitado no tópico a seguir.

Fonte: Dramstad, Olson e Forman (1996); Benedict e McMahon (2006); Ahern (2007); Cohem-Shacham et al., 2016; Pellegrino (2017); Tucci (2008); Adaptado pelos/as autores/as.

Sobre os princípios da IV, observou-se que aqueles estabelecidos por Dramstad, Olson e Forman (1996) – tais como: distinção entre os diferentes tipos de elementos da paisagem, importância em se preservar o efeito ecológico e conectividade – serviram de base para os demais autores, que aprimoraram o conceito e incorporaram outros elementos, como: contexto, investimentos e contribuições para o ambiente e as pessoas (BENEDICT e McMAHON, 2006); diversidade de escala e integração entre padrões e processos dos espaços (AHERN, 2007).

Sobre os princípios das SbN foram escolhidos os do IUCN (COHEM-SHACHAM *et al.*, 2016) por serem mais condizentes com o ambiente urbano se comparados com os estabelecidos pela EC (EC, 2015). Quanto ao MSAP foram explicitados os princípios de Pellegrino (2017) e Tucci (2008).

Benedict e McMahon (2006) afirmam que a estratégia de IV deve ser adaptada à cada realidade. Cada território com suas diferentes características é quem indicará o potencial para necessidade de desenho e implementação da IV, seja do tipo *hub*, *link* ou *site*. São também as características do local que irão indicar a escala de intervenção, se local entre bairros, entre áreas preservadas e bairros, ou até mesmo entre regiões diferentes, a partir da conexão de diferentes áreas de preservação.

Estratégias adequadas de infra-estruturas verdes dependem do ambiente em que as infra-estruturas verdes ocorrem (BENEDICT e McMAHON, 2006, p. 264).

O primeiro passo no desenho de rede é desenvolver ou adaptar um modelo de desenho de rede que seja adequado à escala, tamanho e diversidade geográfica da área do projecto, aos dados espaciais disponíveis e aos fundos e tempo disponíveis (BENEDICT e McMAHON, 2006, p. 1404).

O estabelecimento desses princípios serve para melhor compreendermos as características particulares de cada localidade ao se implementar estratégias mais sustentáveis de infraestrutura. Neste sentido, torna-se essencial primeiramente conhecer as particularidades de cada localidade para posteriormente indicar diretrizes de melhoria. Para o desenvolvimento das propostas, foi delimitado o município de Aracaju como objeto de estudo.

ESTUDO DE CASO: ARACAJU/SE

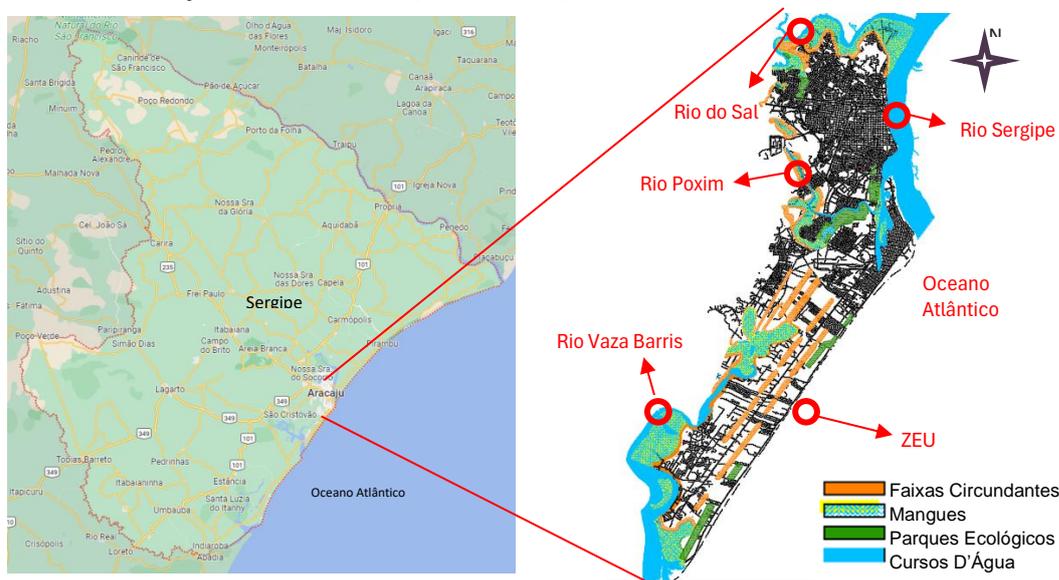
A cidade de Aracaju é a capital do estado de Sergipe, localiza-se às margens do oceano Atlântico, no nordeste brasileiro, possui população de 602.757 habitantes sob área de 182,16 km², segundo o IBGE (2022).

Seu crescimento urbano ocorreu de forma compacta até a década de 1960. A partir da década de 1980, com a implementação de políticas habitacionais, ocorreu a expansão de sua malha viária e ocupação de áreas periféricas a partir da instalação de instituições públicas e, principalmente, conjuntos habitacionais populares, gerando dispersão da cidade a partir da

formação de “blocos urbanos” descolados das áreas mais centrais, gerando desafios para a implementação de infraestrutura urbana (NOGUEIRA, 2004; CARVALHO *et al.*, 2024).

Ao longo do seu histórico de ocupação, o município tem enfrentado dificuldades para consolidar sua formação urbana sobre um solo propenso a alagamentos e enchentes por se encontrar fincada nos entremeios de um rico sistema hídrico, composto pelo Oceano Atlântico e pelos rios Sergipe, Sal, Vaza Barris e Poxim (Figura 5). O município foi implantado em sítio ambientalmente frágil, de baixa altitude e com baixos níveis de declividade, o que exige gestão mais atenta às águas pluviais. Além disso, observa-se lençol freático alto e de elevada permoporosidade, fazendo com que se torne frequente a incidência de enchentes e alagamentos em períodos de fortes chuvas (FRANÇA, 2014; CARVALHO *et al.*, 2023).

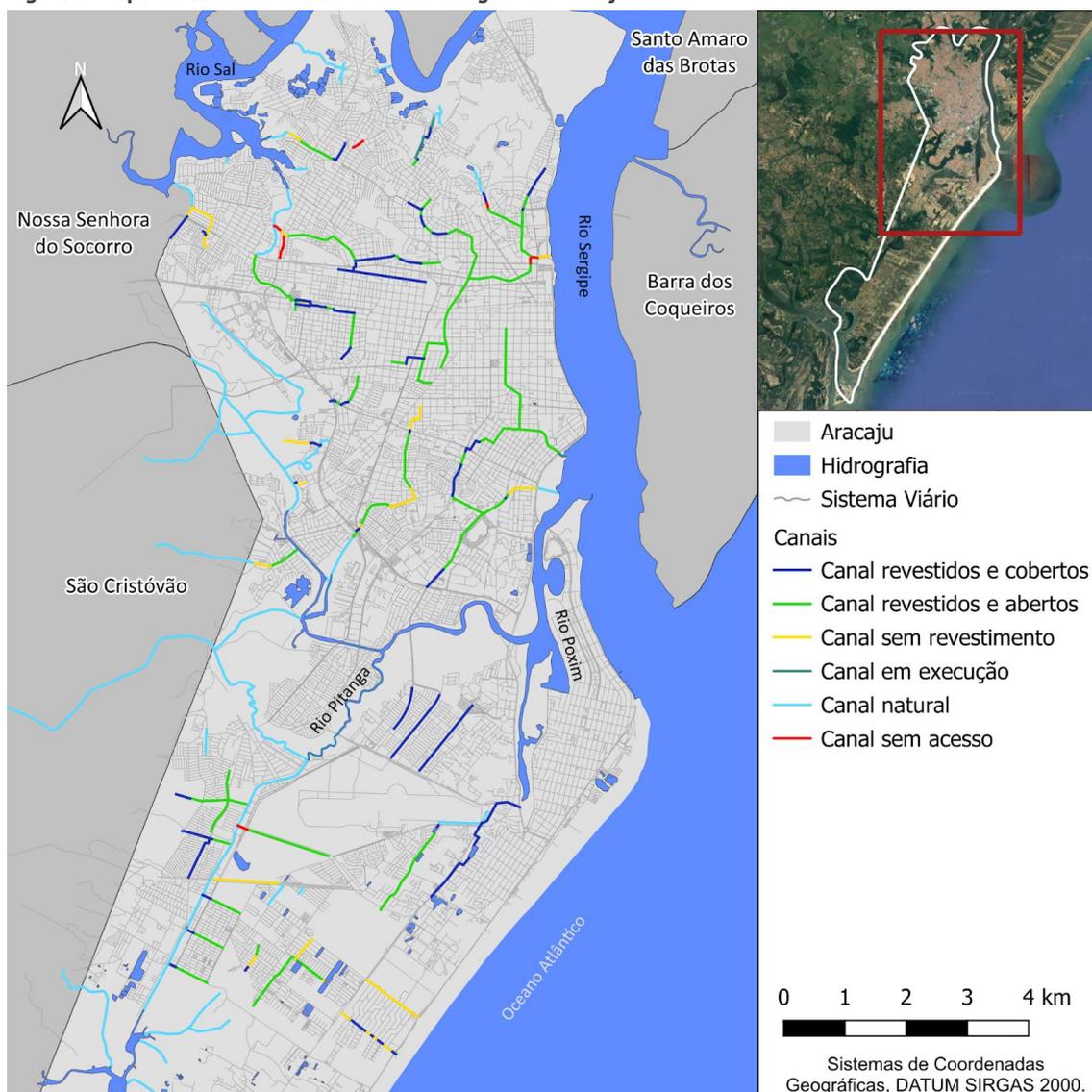
Figura 5: Localização do Estado de Sergipe e do Município de Aracaju.



Fonte: Google Maps, 2024; Mapa de Áreas Especiais de Interesse Ambiental (PDDU, 2000); Adaptado pelos/as autores/as, 2024.

As características naturais do sítio fizeram com que fosse necessário, ao longo dos anos, a realização de aterros e obras de drenagem para converter as áreas alagadiças e mangues em áreas habitáveis, o que ocasionou mudanças em seu sítio original (SOUZA, 2011; CARVALHO *et al.*, 2023). Houve baixo investimento do poder público sobre medidas mais sustentáveis, de menor impacto ambiental, que amenizassem os efeitos da urbanização sobre o meio ambiente. Pelo contrário, para garantir a ocupação urbana, foi adotado, como estratégia de drenagem em Aracaju, o aproveitamento dos cursos d'água naturais para a criação de canais artificiais de drenagem, prática higienista, a partir do revestimento e retificação do traçado natural desses cursos, ou, em casos mais extremos, havendo ainda seu tamponamento. O município possui, atualmente, 52 segmentos de canais de drenagem, espalhados praticamente ao longo de todo o município, porém concentrados em sua área mais central e consolidada urbanisticamente (Figura 6).

Figura 6: Mapa de Cadastro dos Canais de Drenagem de Aracaju.



Fonte: Google Earth, 2023; IBGE, 2022; EMURB, 2020; Espínola e Carvalho, 2023; Adaptado pelos/as autores/as, 2023.

Neste sentido, torna-se necessário pesquisas que reflitam sobre as possibilidades de implementação de estratégias mais sustentáveis, principalmente na área central de Aracaju, como forma de se utilizar dos princípios de IV e de SbN para a melhoria do manejo das águas pluviais, fazendo com que sirvam de complemento à infraestrutura de drenagem convencional existente.

Segundo Sandres (2023), é necessário estabelecermos ao menos 4 etapas para que seja possível implementar SbN nos espaços livres dos municípios, de modo que seja possível contribuir com a preservação do ecossistema e medidas de MSAP para mitigação de eventos como enchentes e inundações, sendo elas: 1. Diagnóstico da área em estudo; 2. Definição dos dispositivos de SbN; 3. Definição de espécies vegetais para SbN; e, 4. Mensuração dos serviços ecossistêmicos e benefícios sociais pós-implantação. Para a análise do estudo de caso de Aracaju, inspirado nos princípios estabelecidos pela literatura e pelas etapas sugeridas por Sandres (2023), foram consideradas as seguintes fases para o presente

trabalho: 1. Definição de princípios; 2. Definição do diagnóstico da área; e, 3. Definição das propostas.

DEFINIÇÃO DE PRINCÍPIOS

Diante dos princípios de IV, SbN e de MSAP apresentados no Quadro 2, destacou-se aqueles que poderiam ser utilizados como base para propostas a serem adotadas em Aracaju.

Para os princípios da IV, foi considerada a classificação de diferentes tipos de elementos da paisagem, variando conforme tamanhos, formatos e diferentes formas de manutenção e preservação do efeito ecológico, tais como os *hubs*, *links* e *sites*. A localização e a quantidade desses elementos, seja na escala de bairros ou na escala local de ruas, também foram consideradas, ou seja, nas áreas mais adensadas e com menos propensão à vegetação, buscou-se por espaços potenciais para a formação de uma estrutura verde. O contexto e o diagnóstico também foram utilizados para que as propostas obtivessem êxito, não só sobre o ambiente natural, mas também a população em geral. O princípio da conectividade foi o de maior destaque e propício de ser utilizado em Aracaju, por ser um município cercado de áreas que são ainda constituídas por remanescentes vegetais, como mangues e várzeas de rios, sendo importante conectá-los com áreas vegetadas centrais, que são escassas e não estruturadas como sistemas (DRAMSTAD, OLSON e FORMAN, 1996; BENEDICT e McMAHON, 2006; AHERN, 2007; CARVALHO, MEDEIROS e RIBEIRO, 2024).

Segundo Bonzi (2017) o princípio da conectividade estabelecido por Benedict e McMahon (2006) é o principal a ser considerado no contexto urbano, tendo em vista sua dificuldade de implementação diante do processo de urbanização e supressão de áreas vegetadas urbanas. Além disso, se trata de uma boa estratégia de organização espacial para o contexto urbano por “potencializar os serviços ambientais da paisagem, tais como a regulação hidrológica e o fluxo de pedestres, fundamentais para o bom funcionamento das cidades.” (BONZI, 2017, p. 18). Outra dimensão fundamental para a IV é a multifuncionalidade, sendo a capacidade que um mesmo espaço aberto tem de desempenhar duas ou mais funções, como “regulação climática, purificação atmosférica, conforto térmico, bem-estar psíquico oriundo do contato com a natureza, drenagem, lazer, facilitação do exercício físico e mobilidade, entre outros.” (MADUREIRA, 2012⁷, *apud* BONZI, 2017, p. 18).

Para os princípios das SbN, foi considerada a necessidade em contribuir com as normas urbanísticas e ambientais a respeito da eficiência das atuais “Áreas Especiais de Interesse Ambiental” (ARACAJU, 2000), e da possibilidade de sua ampliação. Além do favorecimento da escala paisagística com propostas que contribuam com elementos tanto funcionais, que atendam aos dispositivos de manejo de águas pluviais, quanto vitais à promoção do bem-estar humano, tal como sugerido por Cohem-Shacham *et al.* (2016).

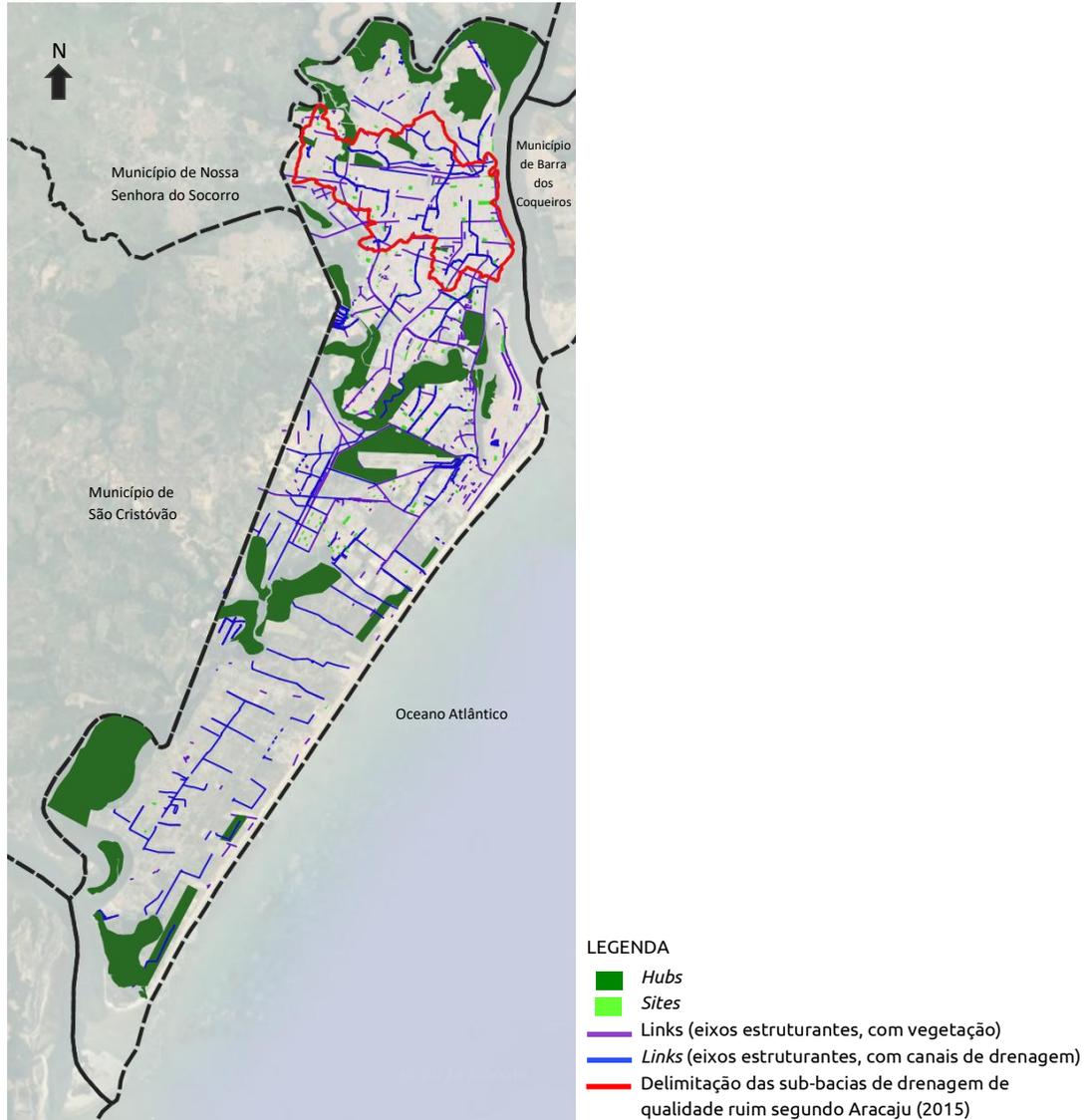
Para os princípios de MSAP, foram considerados os dispositivos que trouxessem benefícios de infiltração, acumulação e despoluição das águas, além do incentivo ao controle do volume

nas áreas de precipitação, evitando-se ampliação do acúmulo de água a jusante, tal como sugerido por Pellegrino (2017).

DEFINIÇÃO DO DIAGNÓSTICO DA ÁREA

Para o diagnóstico de Aracaju foram considerados os seguintes dados: a) classificação dos elementos da paisagem; b) identificação das sub-bacias de drenagem; c) delimitação da área de intervenção, sua caracterização e demandas (Figura 7).

Figura 7: Elementos da paisagem e delimitação da área de intervenção.



Fonte: Google Earth, 2023; Aracaju, 2000; Aracaju, 2015; EMURB, 2022, CARVALHO, MEDEIROS e RIBEIRO, 2024; Elaborado pelos/as autores/as, 2024.

Sobre a classificação dos elementos da paisagem (Figura 7), foi observado que a divisão e escala utilizados por Dramstad, Olson e Forman (*patches, corridors e mosaics*) e por Benedict e McMahon (*hubs, links e sites*) são semelhantes, sendo para Aracaju escolhida a divisão estabelecida por Benedict e McMahon. A classificação dos elementos da paisagem em Aracaju seguiu os diferentes tipos de espaços livres encontrados no município. Para *hubs*

foram considerados os espaços livres como áreas institucionais, parques ecológicos e áreas especiais de interesse ambiental estabelecidas por Aracaju (2000), referentes aos mangues e suas áreas circundantes. Para os *sites* foram delimitadas as praças. E para os *links* foram considerados os canais de drenagem e os canteiros centrais das avenidas mais largas e baixa movimentação de veículos (CARVALHO, MEDEIROS e RIBEIRO, 2024).

Sobre a identificação das sub-bacias de drenagem (Figura 7), de acordo com Aracaju e UFS (2015), são encontradas no município 126 sub-bacias de drenagem, delimitadas por meio de topografia, cursos d'água e canais previamente construídos, sua delimitação não possui relação com a malha urbana. A identificação das sub-bacias contribuiu para que pudessem ser identificados novos espaços, tanto para infiltração das águas pluviais em suas cabeceiras, quanto para armazenamento nos pontos mais baixos.

Sobre a delimitação da área de intervenção, segundo Aracaju (2015), as sub-bacias localizadas na área mais central da cidade, juntas, formam a área mais impermeabilizada sujeita à qualidade ruim de drenagem. Caracteriza-se por bairros horizontais, de conjuntos populares, lotes pequenos com pouca possibilidade de vegetação e muito adensados. O desafio diz respeito à sua característica de área no sopé do morro do bairro Santo Antônio, que recebe o escoamento das águas das chuvas, sendo necessário levar em consideração a necessidade de aumentar o grau de retenção das águas das chuvas nessas áreas mais elevadas.

DEFINIÇÃO DAS PROPOSTAS

Após a definição dos princípios e do diagnóstico, foi possível definir quais seriam as propostas para a área de intervenção, baseadas em dois aspectos distintos: 1. Sugestões de conectividade; e, 2. Sugestões de dispositivos para MSAP.

Sobre as sugestões de conectividade (Figura 8), considerando os princípios estabelecidos pela literatura, foram implementadas novas áreas e novos eixos estruturantes de conexão, medidas importantes para a sustentabilidade por promoverem continuidade e fluidez da vegetação e do manejo de águas pluviais ao longo da malha urbana. Assim, foram desenvolvidas duas estratégias principais de conectividade na área de intervenção, por meio do acréscimo de:

- *Hubs e Sites* novos: áreas naturalmente vegetadas, sem distinção de uso específico;
- *Links* novos: eixos estruturantes de conexão, a partir de: (a) infraestrutura verde sob os canteiros centrais das avenidas mais largas e baixa movimentação de veículos; e, b) infraestrutura verde e azul sob os canais de drenagem.

Sobre as sugestões de dispositivos para MSAP (Figura 8), iremos dividir em técnicas que estimulem a infiltração nos pontos mais altos e o acúmulo nos pontos mais baixos. Segundo Pellegrino (2017), a implementação de técnicas sustentáveis de manejo de águas pluviais está diretamente relacionada à disponibilidade de espaços livres potenciais para sua

implementação. Dependendo da realidade urbana e das características naturais de cada cidade, é possível a implementação de técnicas extensivas (que demandam grandes áreas na escala da cidade, como parques), compactas (possíveis de serem implementadas em espaços públicos na escala do bairro e ruas, como jardins de chuva e valas de infiltração) e integradas à edificação (como teto verde e pisos porosos).

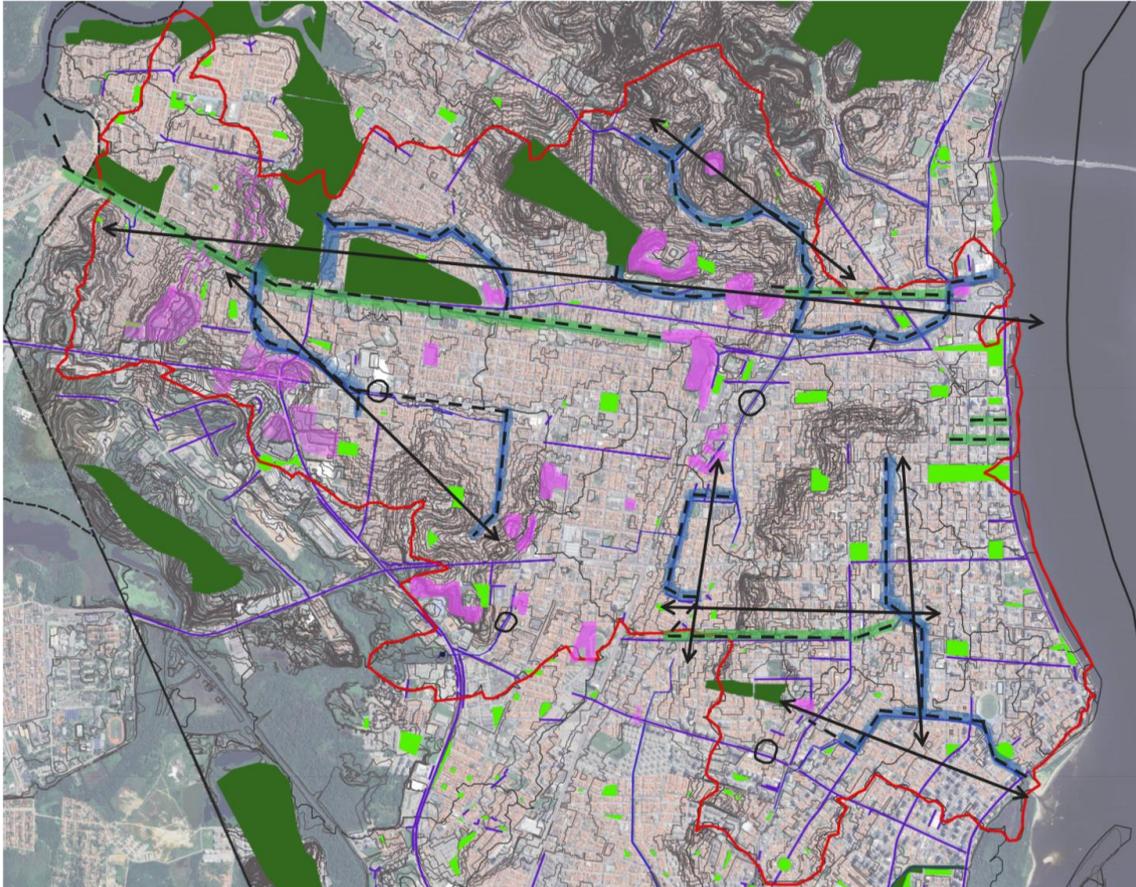
Para o caso da proposta desenvolvida para Aracaju, estabeleceu-se como sugestões para o manejo das águas pluviais: a) promoção da infiltração (nas áreas próximas às cabeceiras das sub-bacias de drenagem, com maiores altitudes) – a partir da criação de novos *hubs* ou *sites*, condizentes com as áreas naturalmente vegetadas, sem distinção de uso específico; b) promoção do armazenamento e acumulação superficial das águas pluviais (nas áreas centrais das sub-bacias de drenagem, coincidentes com os canais de drenagem, com menores altitudes) – a partir da criação de novos *links*, com reestruturação (canais inseridos em pontos críticos, com habitações em suas proximidades, para melhoria da infraestrutura e incentivo à conexão da rede de esgoto) e renaturalização (canais inseridos em ruas largas e de baixa movimentação de veículos, com infraestrutura verde e azul, tendo em vista a presença de área livre disponível).

Sendo assim, foram estabelecidas como propostas (Figura 8):

1. *Hubs* novos (áreas largas): passariam a ter um papel importante no ecossistema local. Deveria ser incentivada sua manutenção como espaço verde. Condizentes com parques e áreas de preservação. A estratégia de manejo seria infiltração ou armazenamento com bacias de detenção ou retenção.
2. *Sites* novos (áreas menores e pontuais): utilizados como trampolim para *hubs* existentes, não necessariamente conectados de forma direta. Condizentes com praças e vazios urbanos. A estratégia de manejo seria infiltração ou armazenamento das águas a partir de jardins de chuva ou bacias de detenção ou retenção.
3. *Links* novos (avenidas com canteiro central): potencial para inserção de dispositivos de manejo de águas pluviais e possibilidade de áreas vegetadas para infiltração. Condizentes com ruas. A estratégia de manejo seria infiltração ou armazenamento das águas a partir de canteiros pluviais ou biovaletas, por ocuparem espaços menores.
4. *Links* novos (avenidas com canais de drenagem): potencial para inserção de infraestrutura verde, com a renaturalização do curso hídrico, nos casos de maior área de manobra em suas adjacências. Condizentes com ruas. A estratégia de manejo seria infiltração e manutenção do escoamento natural das águas.
5. Detecção de pontos críticos (círculos): sem potencial para implementação de infraestrutura verde, com canais estreitos, presença de construções em seus limites, sendo necessária a melhoria de infraestrutura e ligação à rede de esgoto.
6. A ocupação urbana adensada faz com que a responsabilidade de estratégias de drenagem sustentável recaia quase que totalmente para as vias públicas. É importante para a ocupação

urbana definir técnicas sustentáveis de drenagem adequadas aos espaços livres privados, de modo que cada lote se responsabilize pela água pluvial sob o qual recai. Trata-se de uma medida não estrutural de drenagem, relacionadas ao controle do uso e ocupação do solo urbano, que busca amenizar os efeitos da urbanização sobre as águas.

Figura 8: Propostas.



Fonte: *Google Earth*, 2023; Aracaju, 2000; Aracaju, 2015; EMURB, 2022, CARVALHO, MEDEIROS e RIBEIRO, 2024; Elaborado pelos/as autores/as, 2024.

Legenda:

- *Hubs* existentes
- *Sites* existentes
- *Hubs* e *Sites* novos (áreas naturalmente vegetadas, sem distinção de uso específico)
- ▬ *Links* novos (eixos estruturantes, com vegetação)
- ▬ *Links* novos (eixos estruturantes, com canais de drenagem)
- ↔ Eixos de conexão
- ▬ Delimitação das sub-bacias de drenagem de qualidade ruim segundo Aracaju (2015)
- ▬ Canteiros centrais
- ▬ Canais de drenagem
- Área crítica

7. Escala do microplanejamento é adequada ao caso de Aracaju tendo em vista o alto nível de ocupação e impermeabilização do solo, presença de lotes pequenos, além a interrupção dos cursos hídricos existentes e sua conversão em canais de drenagem, tendo em vista a demanda do crescimento da malha urbana sem que se levasse em consideração as características naturais do sítio. Segundo Pellegrino (2017), as práticas de manejo de águas pluviais, que são projetadas para funcionarem de forma integrada, por mais que se trate de

uma microescala de planejamento, podem ser facilmente aplicadas à projetos paisagísticos de espaços livres já existentes ou a serem propostos.

Dentre as particularidades observadas na proposta, tem-se: a) Aracaju apresenta consideráveis *hubs* constituídos por mangues no entorno de sua malha urbana, no entanto, tem-se como desafio conectar esses espaços, tendo em vista a escassez de *sites* vegetados no interior da malha urbana que se encontra bastante edificada e impermeabilizada por ocupação majoritariamente horizontal na área de intervenção; b) Alguns *links* novos, eixos estruturantes de conexão, foram escolhidos com base na sua alteração de sentido viário, o que ocasionou na possibilidade de reconfiguração de seu sistema de mobilidade, possibilitando inserção de novos espaços livres lineares nesses eixos; c) Não foi possível manter uma conexão direta entre todos os *links* novos sugeridos por causa da descontinuidade dos canais de drenagem, cuja ruptura foi ocasionada pelo próprio crescimento da malha urbana, sendo importante, para a manutenção da conexão dos espaços livres, a identificação de vazios urbanos que sirvam de *sites* trampolim, mantendo, assim, a conectividade e preservação dos ecossistemas urbanos de Aracaju.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Estudos sobre a IV e as SbN vem sendo amplamente realizados em outras cidades brasileiras. Em Aracaju, pôde-se perceber que: poucos trabalhos vêm sendo desenvolvidos sobre essa temática; e, se trata de um campo de atuação fértil, diante das particularidades ambientais do município e sua susceptibilidade à problemas ambientais, tendo como destaque os corriqueiros alagamentos ocasionados pela baixa altitude de seu sítio natural.

Sendo cercada por rios como Vaza-Barris, Sergipe e Poxim, o município possui forte potencial para a inserção de infraestrutura verde ao longo desses corpos hídricos, como forma de servirem de base ecologicamente preservada na manutenção do ecossistema urbano. No entanto, tem-se observado nos últimos anos o avanço dos padrões urbanísticos sobre essas áreas, sendo necessário o fortalecimento da política urbanística e ambiental na criação de instrumentos eficazes, bem como, programas de educação ambiental para os agentes atuantes da cidade, sejam eles moradores, gestores ou mesmo empreendedores imobiliários.

As propostas sugeridas no presente estudo surtiriam efeitos positivos para o município, sobretudo a partir de dois benefícios principais: a) aumento da cobertura vegetal possibilitando o acréscimo de área permeável em áreas estrategicamente pensadas; e, b) aplicação de dispositivos responsáveis pelo acúmulo das águas pluviais em sua superfície, estratégia indicada em casos de saturação dos níveis de água no solo em áreas de baixas altitudes com elevado nível do lençol freático, tal como encontrado em Aracaju.

Como complementação ao estudo realizado, pretende-se ampliar a escala de intervenção, conhecendo as interferências das áreas a montante adjacentes à Aracaju, como forma de se pensar em territórios mais ampliados sobre os sistemas hídricos e bacias hidrográficas,

inclusive, da Região Metropolitana de Aracaju. Pois sabe-se que o município se encontra a jusante da bacia hidrográfica do rio Sergipe, sofrendo assim influências de seus municípios vizinhos.

REFERÊNCIAS

AHERN, Jack. **Green infrastructure for cities: The spatial dimension**. In: NOVOTNY, Vladimir; BROWN, Paul. Cities of the Future Towards Integrated Sustainable Water and Landscape Management. London, UK: IWA Publishing, 2007

ARACAJU. **Lei Complementar n° 42, de 06 de outubro de 2000**. Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano de Aracaju. Aracaju/SE, 2000.

ARACAJU; UFS. **Plano Integrado de Saneamento Básico de Aracaju**. Prefeitura Municipal de Aracaju (PMA). Universidade Federal de Sergipe (UFS). Aracaju/SE, 2015.

BÉLANGER, P. **Landscape infrastructure urbanism beyond engineer**. Tese – Wageningen University, Wageningen, Holanda, 2013.

BENEDICT, Mark A.; McMAHON, Edward T. **Green Infrastructure: linking landscape and communities**. E-book. The Conservation Fund. Washington: IslandPress, 2006.

BONZI, Ramón Stock. **Paisagem como infraestrutura**. In: PELLEGRINO, Paulo; MOURA, Newton Becker (Orgs.); VARGAS, Heliana Comin (Coord.). Estratégias para uma infraestrutura verde. Barueri/SP: Editora Manole, 2017

CARVALHO, Lina Martins de; MEDEIROS, Valério Augusto Soares de; RIBEIRO, Rômulo José da Costa. Espaços livres de Aracaju/SE: análise espacial e sintaxe urbana. **Revista Cadernos PROARQ**. 42. 2024.

CARVALHO, Lina Martins de; MEDEIROS, Valério Augusto Soares de; RIBEIRO, José da Costa Ribeiro; ROCHA, Marecilda Sampaio da. Tentáculos, Blocos e Eixos: a Sintaxe Espacial para o Estudo da Expansão Urbana de Aracaju/SE. **Revista de Morfologia Urbana**. v. 12. n. 1. 2024.

CARVALHO, Lina Martins de. Planejamento urbano *versus* águas pluviais em Aracaju/SE. In: ENCONTRO NACIONAL DE ÁGUAS URBANAS, 14, e SIMPÓSIO DE REVITALIZAÇÃO DE RIOS URBANOS, 4, 2022, Brasília/DF. **Anais [...]**. Brasília/DF: Universidade de Brasília (UnB), 19 a 23 de setembro, 2022.

CARVALHO, Lina Martins de; RÔMULO, José da Costa Ribeiro; FACCIOLI, Gregório Guirado; MEDEIROS, Valério Augusto Soares de. Pensar a cidade como um sistema: possibilidades para manejo de águas pluviais, Aracaju/SE. In: Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, SBRH, 25, 2023, Aracaju/SE. **Anais [...]**. Aracaju/SE: Centro de Convenções AM Mall Sergipe, 2023. Disponível em: <https://eventos.abrhidro.org.br/xxvsbrh/>. Acesso: out. 2024.

CHOAY, Françoise. **O urbanismo: utopias e realidades, uma antologia**. São Paulo/SP: Perspectiva, 2011.

COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.; MAGINNIS, S. **Nature-based Solutions to address global societal challenges**. Gland, Switzerland: IUCN. 2016. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2016-036.pdf>. Acesso: out. 2024.

CORRÊA, Roberto Lobato. **O Espaço Urbano**. São Paulo/SP: Editora Ática S.A, 1998.

DRAMSTAD, W.; OLSON, J.D.; FORMAN, Richard T.T. **Landscape ecology: principles in landscape architecture and land-use planning**. Boston: Island Press, 1996, 80p.

EC. European Commission. **Communication From The Commission to The European Parliament. The Council. The European Economic And Social Committee and The Committee of The Regions. Green Infrastructure (GI) – Enhancing Europe’s Natural Capital**. 2013. Disponível em: <http://eur-lex.europa.eu/legal-content/EN/TXT/?uri=CELEX:52013DC0249>. Acesso: out. 2024.

EC. European Commission. **EU Policy Document on Natural Water Retention Measures by the Drafting Team of the WFD CIS Working Group Programme of Measures (WG PoM)**. Technical Report-2014-2082. 2014. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/64617091-8289-4841-b420-a377a270a8cf/language-en>. Acesso: out. 2024.

EC. European Commission. **Towards an EU Research and Innovation policy agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities: Final Report of the Horizon 2020**. Expert Group on Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities. Brussels. 2015. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fb117980-d5aa-46df-8edc-af367cddc202>. Acesso: out. 2024.

EEA. European Environment Agency. **EEA core set of indicators - Guide**. Luxembourg: Office for Official Publications of the European Communities. EEA Technical report No 1/2005 – ISSN 1725-2237. Luxembourg, 2005.

EGGERMONT, H.; BALIAN, E.; AZEVEDO, J. M. N.; BEUMER, V.; BRODIN, T.; CLAUDET, J.; FADY, B.; GRUBE, M.; KEUNE, H.; LAMARQUE, P.; REUTER, K.; SMITH, M.; HAM, C.; WEISSER, W. W.; ROUX, L. Nature-based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe. **GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society**. v. 24. n. 4. 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.14512/gaia.24.4.9>. Acesso: out. 2024.

ESPÍNOLA, João Victor Silva; CARVALHO, Lina Martins de. Espaços livres constituídos por canais de drenagem em Aracaju/SE. *In*: COLÓQUIO QUAPÁ-SEL, 17, 2023, Erechim/RS. **Anais [...]**. Erechim/RS: Universidade Federal da Fronteira Sul, 2023.

FAIVRE, N.; FRITZ, M.; FREITAS, T.; BOISSEZON, B.; VANDEWOESTIJNE, S. Nature-Based Solutions in the EU: Innovating with nature to address social, economic and environmental challenges. **Environmental Research**. v. 159. November, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.08.032>. Acesso: out. 2024.

FARR, Douglas. **Urbanismo Sustentável: Desenho Urbano com a Natureza**. 1ª Edição. Editora Bookman, 2013.

FEBA. Friends of Ecosystem-based Adaptation. **Climate Justice for People and Nature through Urban Ecosystem-based Adaptation (EbA): A Focus on the Global South**. Vidal Merino, M., Kang, Y. H., Arce Romero, A., Pahwa Gajjar, S., Tuhkanen, H., Nisbet, R., DeMaria-Kinney, J., Min, A.K., Atieno, W. C., Bray, B. (authors). PlanAdapt, Berlin, Germany and IUCN, Gland, Switzerland. 2021. <https://zenodo.org/records/5187945>. Acesso: out. 2024.

FLETCHER, T. D.; SHUSTER, W.; HUNT, W. F.; ASHLEY, R.; BUTLER, D.; SCOTT, A.; TROWSDALE, S.; BARRAUD, S.; SEMADENI-DAVIES, A.; BERTRAND-KRAJEWSKI, J.L.; MIKKELSEN, P. S.; RIVARD, G.; UHL, M.; DAGENAIS, D.; VIKLANDER, M. SUDS, LID, BMPs, WSUD and more – The Evolution and application of terminology surrounding urban drainage. **Urban Water Journal**. vol. 12. v. 7. 2014, pp. 525-442.

FRAGA, R.; SAYAGO, D. A. V. Soluções baseadas na Natureza: uma revisão sobre o conceito. **Revista de Parcerias Estratégicas**. Brasília: CGEE. v. 25, n. 50. Jan. Jun. 2020. Disponível em: https://seer.cgee.org.br/parcerias_estrategicas/article/view/946/854. Acesso: out. 2024.

FRANÇA, Vera Lúcia Alves. **Diagnóstico da Cidade de Aracaju/SE**. Prefeitura Municipal de Aracaju. Secretaria Municipal do Planejamento e Orçamento. Aracaju, 2014.

FREITAS, Tiago. 'Let Nature be the Solution' - The EU's approach to SBN and its landscape of projects. *In: INTERNATIONAL SEMINAR ON NATURE-BASED SOLUTIONS, 2, Brasília-DF, 2018. Presentation [...]*. Brasília-DF: 2018. Disponível em: <https://www.cgee.org.br/documents/10195/734063/09TiagoFreitas.pdf>. Acesso: out. 2024.

GEDDES, Patrick. (1915). **Cidades em Evolução**. Livro Eletrônico. Campinas/SP: Papirus, 2022

HERZOG, C. P.; FREITAS, T.; WIEDMAN, G. **Soluções Baseadas na Natureza e os Desafios da Água: acelerando a transição para cidades mais sustentáveis**. Comissão Europeia. República Federativa do Brasil. 2020. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/ca791687-7fee-11ec-8c40-01aa75ed71a1/language-pt>. Acesso: out. 2024.

HERZOG, Cecília Polacow; ROZADO, Carmem Antuna. **Diálogo Setorial EU-Brasil sobre soluções baseadas na natureza: contribuição para um roteiro brasileiro de soluções**

baseadas na natureza para cidades resilientes. União Europeia. República Federativa do Brasil. 2019.

HOUGH, Michael. **Cities and Natural Process.** New York, Routledge, 1995

KEELER, B. L.; HAMEL, P.; MCPHEARSON, T.; HAMANN, M. H.; DONAHUE, M. L.; MEZA PRADO, K. A.; ARKEMA, K. K.; BRATMAN, G. N.; BRAUMAN, K. A.; FINLAY, J. C.; GUERRY, A. D.; HOBBIE, S. E.; JOHNSON, J. A.; MACDONALD, G. K.; MCDONALD, R. I.; NEVERISKY, N.; WOOD, S. A. Social-ecological and technological factors moderate the value of urban nature. **Nature Sustainability.** 2(1). 2019. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41893-018-0202-1>. Acesso: out. 2024.

MACEDO, Sílvio Soares. **Paisagismo Brasileiro na Virada do Século: 1990-2010.** São Paulo/SP: Editora da Universidade de São Paulo; Campinas: Editora da Unicamp, 2012. 344p.

McHARG, I. L. **Proyectar con la Naturaleza.** Barcelona: Gustavo Gili, 2000.

MAGNOLI, Miranda Martinelli. Espaço livre – objeto de trabalho. **Revista Paisagem e Ambiente: Ensaios.** n. 21. São Paulo/SP, 2006. pp. 175-198.

MUMFORD, Lewis (1938). **The culture of cities.** A Harvest/HBJ Book. 1970.

NESSHÖVER, C.; ASSMUTH, T.; IRVINE, K. N.; RUSCH, G. M.; WAYLEN, K. A.; DELBAERE, B.; HAASE, D.; JONES-WALTERS, L.; KEUNE, H.; KOVACS, E.; KRAUZE, K.; KÜLVIK, M.; REY, F.; DIJK, J.; VISTAD, O. I.; WILKINSON, M. E.; WITTMER, H. The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. **Science of the Total Environment,** v. 579. 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2016.11.106>. Acesso: out. 2024.

NOGUEIRA, A. D. **Análise sintático-espacial das transformações urbanas de Aracaju (1855-2003).** Tese de Doutorado (Programa de Pós-Graduação em Arquitetura e Urbanismo). Universidade Federal da Bahia. Salvador/BA, 2004.

PELLEGRINO, Paulo. **Paisagem como infraestrutura hídrica.** In: PELLEGRINO, Paulo; MOURA, Newton Becker (Orgs.); VARGAS, Heliana Comin (Coord.). Estratégias para uma infraestrutura verde. Barueri/SP: Editora Manole, 2017.

SANDRE, Adriana Afonso. **SbN: Catálogo de Soluções Baseadas na Natureza para Espaços Livres.** Guajava. Aquaflora. Kralingen. 2023.

SOUZA, Sandra Andréa Silva. Processo de urbanização de Aracaju: um desafio a geografia e a sustentabilidade. COLÓQUIO INTERNACIONAL “EDUCAÇÃO E CONTEMPORANEIDADE”, 5, 2011, São Cristóvão/SE. **Anais [...].** São Cristóvão/SE, 2011.

SPIRN, A. W. (1984). **O jardim de granito**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 1995.

TUCCI, Carlos Eduardo Morelli. Gestão Integrada das Águas Urbanas. **Revista de Gestão de Água da América Latina**. v. 5, n. 2, julho/dezembro, 2008.

TURNER, M. G. **Landscape Ecology: the Effect of pattern on process**. Annual Review of Ecological Systematics. 20:171–197. 1989.

WHEELER, S. M.; BEATLEY, T. **The Sustainable Urban Development Reader**. Second Edition. Routledge, New York: Routledge, 2002.

WWAP UN-Water. United Nations World Water Assessment Programme. **The United Nations World Water Development Report 2018: Nature-Based Solutions for Water**. Paris: UNESCO. 2018. Disponível em: https://www.undp.org/publications/nature-based-solutions-water?gad_source=1&gclid=Cj0KCQiA35urBhDCARIsAOU7Qwm3SL6molSVdTkAJB5Ygl3zp nRnztVpi1tAcvnd7K6Gw37TAI4aYl4aAqDwEALw_wcB. Acesso: out. 2024.

NOTAS

¹ “O crescimento inteligente tornou-se uma ferramenta popular para influenciar o padrão de crescimento e desenvolvimento da terra. O crescimento inteligente tem sido definido como o desenvolvimento que é economicamente sólido, ecologicamente correto e solidário para as comunidades saudáveis, é um crescimento que melhora qualidade de vida, ambientalmente sensível, sendo oposto à dependência de automóvel, construção aleatória de shoppings e subdivisões indefinidas.” (BENEDICT e McMAHON, 2006, p. 215).

² RATCLIFFE, D. A. Nature Conservation Review. Cambridge, UK: Cambridge University Press, 1977.

³ KENDLE, T.; FORBES, S. Urban Nature Conservation. London: Spon, 1997.

⁴ NOSS, R. F; COOPERRIDER, A. Y. Saving Nature's Legacy. Washington, D.C.: Defenders of Wildlife/Island Press, 1994.

⁵ FISCHER, R. A. Wild-Link, Connecting Fragmented Habitats with Ecological Corridors in Northern Michigan. Traverse City, MI: Conservation Resource Alliance, 2001.

⁶ FORMAN, R.T.T. Land Mosaics. Cambridge: Cambridge University Press, 1995.

⁷ MADUREIRA, H. Infra-estrutura verde na paisagem urbana contemporânea: o desafio da conectividade e a oportunidade da multifuncionalidade. Revista da Faculdade de Letras - Geografia. III série, v.1, p.33-43, 2012.