



ENTAC 2024

XX ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO
Maceió, Brasil, 9 a 11 de outubro de 2024



Mitigação de cheias por meio do uso de SbNs: Caso da Bacia do Rio Jacaré, Niterói (RJ)

Flood mitigation using Nature-based Solutions: Case of the Jacaré River Watershed, Niterói (RJ)

Giulia Figueiredo Ferreira

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROARQ-UFRJ) | Rio de Janeiro | Brasil | giulia.ferreira@fau.ufrj.br

Beatriz Bahia Soares

Escola Politécnica, Universidade Federal do Rio de Janeiro (POLI-UFRJ) | Rio de Janeiro | Brasil | beatriz_bbs97@poli.ufrj.br

Maria Eduarda da Cunha Barros

Faculdade de Arquitetura e Urbanismo, Universidade Federal do Rio de Janeiro (FAU-UFRJ) | Cidade | Rio de Janeiro | Brasil | maria.barros@fau.ufrj.br

Maria Vitória Ribeiro Gomes

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROARQ-UFRJ) | Rio de Janeiro | Brasil | maria.gomes@fau.ufrj.br

Aline Pires Veról

Programa de Pós-Graduação em Arquitetura, Universidade Federal do Rio de Janeiro (PROARQ-UFRJ) | Rio de Janeiro | Brasil | alineverol@fau.ufrj.br

Resumo

Na atualidade, o crescimento desordenado das cidades resulta em quadros críticos referentes às cheias urbanas. Frente a este panorama, mostra-se necessária a adoção de medidas que reforcem a resiliência às inundações, como as Soluções baseadas na Natureza (SbNs), capazes de ampliar o equilíbrio do meio ambiente e a qualidade de vida da população. Este trabalho tem como objetivo identificar, na Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré, em Niterói, Rio de Janeiro, espaços livres com potencial para receberem técnicas de SbNs para a mitigação de cheias. O método empregado consiste em um diagnóstico urbano e ambiental do território, além da aplicação do Índice de Susceptibilidade do Meio Físico a Inundações para identificar as regiões de maior fragilidade. Os resultados indicaram que, apesar de pouco adensada, a bacia apresenta tecido urbano consolidado em áreas altamente suscetíveis a inundações, devido a impermeabilização do solo, a baixa declividade e a proximidade de rios e/ou do mar. Depreende-se, portanto, a relevância de intervenções capazes de atenuar os efeitos das cheias e do ciclo de degradação associado, que afetam sobretudo grupos de maior vulnerabilidade socioambiental.



Como citar:

FERREIRA, Giulia F. *et al.* Mitigação de cheias por meio do uso de SbNs: Caso da Bacia do Rio Jacaré, Niterói (RJ). In: ENCONTRO NACIONAL DE TECNOLOGIA DO AMBIENTE CONSTRUÍDO, 20., 2024, Maceió. **Anais XX Encontro Nacional de Tecnologia do Ambiente Construído**. Maceió: ANTAC, 2024.

Palavras-chave: Soluções baseadas na Natureza. Cheias urbanas. Sistema de espaços livres. Índice de Susceptibilidade do Meio Físico a Inundações. Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré.

Abstract

At the present moment, the disorderly growth of cities leads to critical scenarios related to urban flooding. Given this backdrop, it is necessary to adopt measures that reinforce resilience to flooding, such as Nature-Based Solutions (NbS), capable of improving the balance of the environment and the quality of life of the population. This study aims to identify, within the Jacaré River Watershed in Niterói, Rio de Janeiro, open spaces with potential to receive NbS techniques for flood mitigation. The method employed consists of an urban and environmental diagnosis of the area, along with the application of the Physical Susceptibility to Floods Index to determine the most fragile regions. The results indicated that, despite low population and building density, the watershed has a consolidated urban fabric in areas highly susceptible to flooding, due to the impermeability of the soil, the low slope and the proximity of rivers and/or the sea. It is therefore clear that interventions capable of mitigating the effects of floods and the associated degradation cycle, which particularly affect groups with greater socio-environmental vulnerability, are relevant for this territory.

Keywords: Nature-based Solutions. Urban flooding. Open space system. Physical Susceptibility to Floods Index. Jacaré River Watershed.

INTRODUÇÃO

A discussão do manejo sustentável das águas pluviais tem sido gradualmente difundida nos planos municipais, como resposta aos desafios associados às cheias urbanas. Nesse sentido, principalmente em grandes metrópoles, os processos de urbanização desacompanhados de planejamento adequado foram os principais responsáveis por modificações no uso do solo [1], ocupando regiões que naturalmente acomodariam as dinâmicas fluviais. Adicionalmente, a canalização de rios e o emprego dominante de estratégias de drenagem urbana convencionais se tornam agravantes neste processo, pois são capazes de rapidamente carrear grandes volumes de água e acelerar o processo de inundações [2]. Como consequência, a ocorrência de eventos de precipitação é capaz de evidenciar as falhas preexistentes na rede, sejam elas de microdrenagem – que impactam diversos sistemas de infraestrutura urbana, como mobilidade e habitação [3] –, ou de macrodrenagem, este último mais crítico, visto que coloca em risco a segurança e a saúde dos habitantes locais.

Segundo [4], a redução da vulnerabilidade e o aumento da capacidade das cidades de lidar com estes efeitos se volta para uma mudança de paradigma no gerenciamento das águas, apontando para uma abordagem multifuncional que descentraliza os riscos de um único sistema. Esta perspectiva enfatiza a importância do sistema de espaços livres como alternativa ao controle de cheias, onde áreas ociosas em meio urbano podem temporariamente armazenar as águas pluviais [5], ao passo que permitem integração com os usos sociais. Nesse contexto, as Soluções Baseadas na Natureza (SbNs) têm ganhado destaque na literatura como uma solução multifuncional capaz de conciliar a atenuação da sobrecarga das redes de drenagem com benefícios ambientais e sociais. Trata-se de um conceito guarda-chuva, no qual diversas

terminologias voltadas para a ecologia e a sustentabilidade podem se integrar, como a infraestrutura verde, a restauração ecológica, entre outros [6]. A identificação de locais prioritários para a adoção de SbNs requer o diagnóstico das características principais do sítio, de modo que as estratégias se adequem às condições e às restrições específicas do território [7, 8].

Para ilustrar as possibilidades de aplicação de SbNs em meio urbano, com foco na mitigação de cheias, a Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré, no município de Niterói, na Região Metropolitana do Rio de Janeiro, foi escolhida como estudo de caso. Niterói se destaca pelo desenvolvimento de instrumentos políticos para o planejamento urbano sustentável, tendo sido uma das primeiras cidades a adotar, de modo efetivo, as SbNs em projetos urbanos de grande escala [9]. A escolha se justifica pelo interesse do Poder Público em medidas voltadas para manejo sustentável das águas pluviais, com o objetivo de atenuar os efeitos das inundações, atender demandas socioambientais e recuperar a qualidade e a função hidrológica dos corpos hídricos.

OBJETIVOS

O propósito deste estudo é analisar as camadas do território da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré, para desenvolver um diagnóstico urbano e ambiental, identificar as áreas mais suscetíveis a inundações e avaliar o sistema de espaços livres para proposição de SbNs com foco na mitigação dos impactos das cheias urbanas.

MATERIAIS E MÉTODOS

O procedimento metodológico empregado compreende quatro etapas, ilustradas na Figura 1. A primeira abrangeu uma investigação dos instrumentos políticos e da legislação urbanística de Niterói, para avaliar a evolução do planejamento da paisagem da cidade. Buscou-se avaliar documentos oficiais para institucionalização de regulamentações e planos urbanos voltados para: gestão de infraestruturas e serviços urbanos, como o saneamento básico; preservação ou requalificação de ativos naturais, como cursos e massas d'água (infraestrutura azul), bem como cobertura vegetal (infraestrutura verde); medidas para o estabelecimento do manejo sustentável das águas pluviais; ações de curto, médio e longo prazo para lidar com eventos climáticos extremos.

A segunda etapa contemplou o diagnóstico urbano e ambiental da Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré, fundamentado em um Sistema de Informações Georreferenciadas (SIG), com uso do *software* QGIS. Dados oficiais foram coletados, por meio de plataformas *online* de instituições como IBGE, INEA e Sistema de Gestão da Geoinformação (SIGeo), e da Prefeitura de Niterói. Nesta fase verificou-se aspectos qualitativos e quantitativos de uso e ocupação do solo, indicadores socioeconômicos, forma urbana, sistema de espaços livres e condições ambientais.

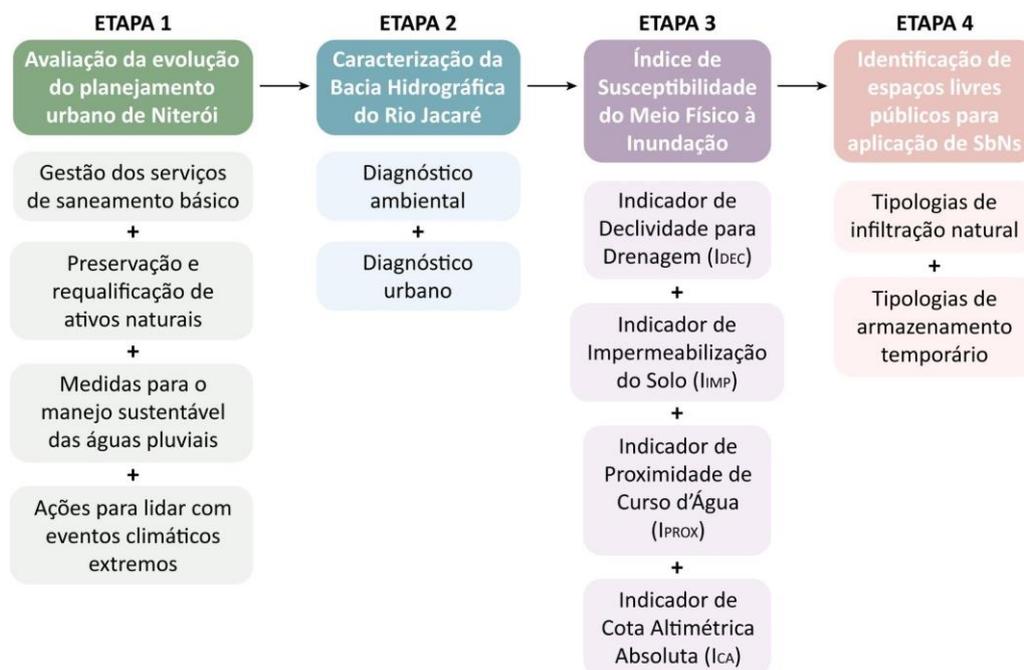
A terceira etapa compreendeu a aplicação do Índice de Susceptibilidade do Meio Físico à Inundação (ISMFI), um método multicritério que identifica e categoriza as áreas mais

vulneráveis a deficiências na rede de drenagem na bacia hidrográfica. O ISMFI se baseia no grau de impermeabilização do solo, na declividade média dos terrenos, na cota altimétrica absoluta e na proximidade de cada área avaliada em relação a cursos d'água [10]. Dessa maneira, evidenciam-se as regiões com maior potencial para ocorrência de inundações, possibilitando a hierarquização destas e a orientação de medidas para prevenção e mitigação de cheias urbanas.

Para aplicação do índice na Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré, foram considerados quatro indicadores, que correspondem a aspectos físicos analisados especificamente para Niterói. Segundo Miranda [10], o Indicador de declividade para drenagem (I_{dec}) é um fator determinante para o acúmulo de águas pluviais sobre o solo urbano, visto que áreas com baixa declividade apresentam dificuldade de escoamento superficial. O Indicador de impermeabilização do solo (I_{imp}) categoriza o território segundo o uso e a ocupação do solo, indicando as áreas mais vulneráveis ao acúmulo de águas pluviais, pela deficiência de retenção e infiltração natural. O Indicador de proximidade de curso d'água (I_{prox}) considera a declividade média de áreas próximas a cursos d'água, numa faixa de até 500m da margem dos rios, avaliando a tendência de escoamento de águas pluviais em direção a um corpo hídrico. Por fim, o Indicador de cota altimétrica absoluta (I_{ca}) categoriza o território conforme sua cota altimétrica em relação ao nível do mar, examinando a eficiência na condução e descarga das águas pluviais, além da suscetibilidade a inundações ocasionada pela elevação do nível do oceano, conforme o regime de marés e frente ao contexto de mudanças climáticas.

Finalmente, a quarta etapa tratou do reconhecimento de espaços livres públicos potenciais para implantação de SbNs, em especial aquelas adequadas para a gestão sustentável e multifuncional de ecossistemas urbanos. Foram selecionadas tipologias compatíveis com o contexto local e com as demandas identificadas, de acordo com benefícios apresentados por cada uma. Ademais, soluções de infiltração natural e armazenamento temporário de águas pluviais foram privilegiadas, pela maior eficiência na redução dos impactos associados às inundações.

Figura 1: Etapas metodológicas aplicadas ao desenvolvimento da pesquisa



Fonte: As autoras.

RESULTADOS

ANÁLISE DE INSTRUMENTOS POLÍTICOS E LEGISLAÇÃO URBANÍSTICA VOLTADOS PARA DRENAGEM URBANA

Em âmbito federal, a promulgação da Lei nº 11.445/2007 [11] representou um marco significativo para a criação de um amplo mecanismo de gestão do saneamento. Esta propõe instrumentos econômicos de política social que contribuam para a universalização do acesso aos serviços públicos de saneamento básico, sobretudo para populações de baixa renda. Paralelamente, a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) pela Lei nº 9.984 [12] e o Marco Legal de Saneamento Básico pela Lei nº 14.026 [13] regulamentam a operação deste conjunto de serviços públicos, infraestruturas e instalações urbanas.

Em escala estadual, a Lei nº 3.239/1999 [14] institui a Política Estadual de Recursos Hídricos, que tem como diretrizes o controle das cheias, a prevenção das inundações, a drenagem urbana e o uso adequado das áreas de várzea. Já a Lei nº 9.164/2020 [15] regulamenta os procedimentos para armazenamento e retardo de águas pluviais em áreas urbanas, a fim de atrasar a descarga imediata na rede pública, prevendo também o armazenamento de águas servidas para tratamento e reuso em atividades que não necessitem de caráter potável. De modo complementar, a Lei nº 9.370/2021 [16] estabelece normas para prestação de serviço público de saneamento básico por empresas públicas e privadas, contratadas por licitação, além de prever a execução de relatórios anuais para avaliação das metas de saneamento.

Na esfera municipal, o primeiro Plano Diretor de Niterói, promulgado pela Lei nº 1.157/1992 [17], estabelece diretrizes para micro e macrodrenagem, tais como: levantamento dos pontos de estrangulamento dos cursos d'água; indicação das áreas onde seja preciso o reflorestamento; definição de índices de impermeabilização para cada bacia, que sejam utilizados como parâmetros para uso e ocupação do solo. A revisão do Plano Diretor de 2014 [18] previa medidas de drenagem sustentável, com diretrizes para: planejamento da distribuição das águas pluviais no tempo e no espaço, com o objetivo de evitar prejuízos econômicos e ambientais; adaptação às mudanças climáticas e construção de resiliência urbana para o enfrentamento de eventos como inundações e deslizamentos; e implementação de políticas para gestão da ocupação e do uso do solo urbano, articuladas com políticas de drenagem urbana para proteção de várzeas e planícies de inundação. O Plano Diretor de 2019, instaurado pela Lei nº 3.385 [19] apresenta como objetivos estratégicos promover ações para o manejo de águas pluviais com o intuito de reduzir os impactos ambientais, ampliar progressivamente as áreas permeáveis ao longo dos fundos de vales e cabeceiras de drenagem, assim como a arborização e a preservação de áreas verdes significativas no município.

O Plano Municipal de Saneamento Básico, decretado pela Lei 13.669/2020, apresenta uma extensa caracterização do município, avaliando os aspectos ambientais, político-administrativos e socioeconômicos; as condições atuais das bacias hidrográficas de Niterói; a situação atual dos serviços de manejo de águas pluviais e drenagem urbana [20]. Ele propõe o planejamento estratégico do manejo de águas pluviais, apresentando metas compatibilizadas com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da Agenda 2030 da ONU. Por fim, o Plano de Adaptação, Mitigação e Resiliência de Niterói está atualmente em desenvolvimento, tendo recebido ordem de início em 2023 [21]. A Figura 2 apresenta uma linha do tempo com a disposição cronológica das leis e planos apresentados, destacando-se alguns trechos dos documentos oficiais que tratam especificamente da drenagem urbana.

Figura 2: Linha do tempo de marcos regulatórios

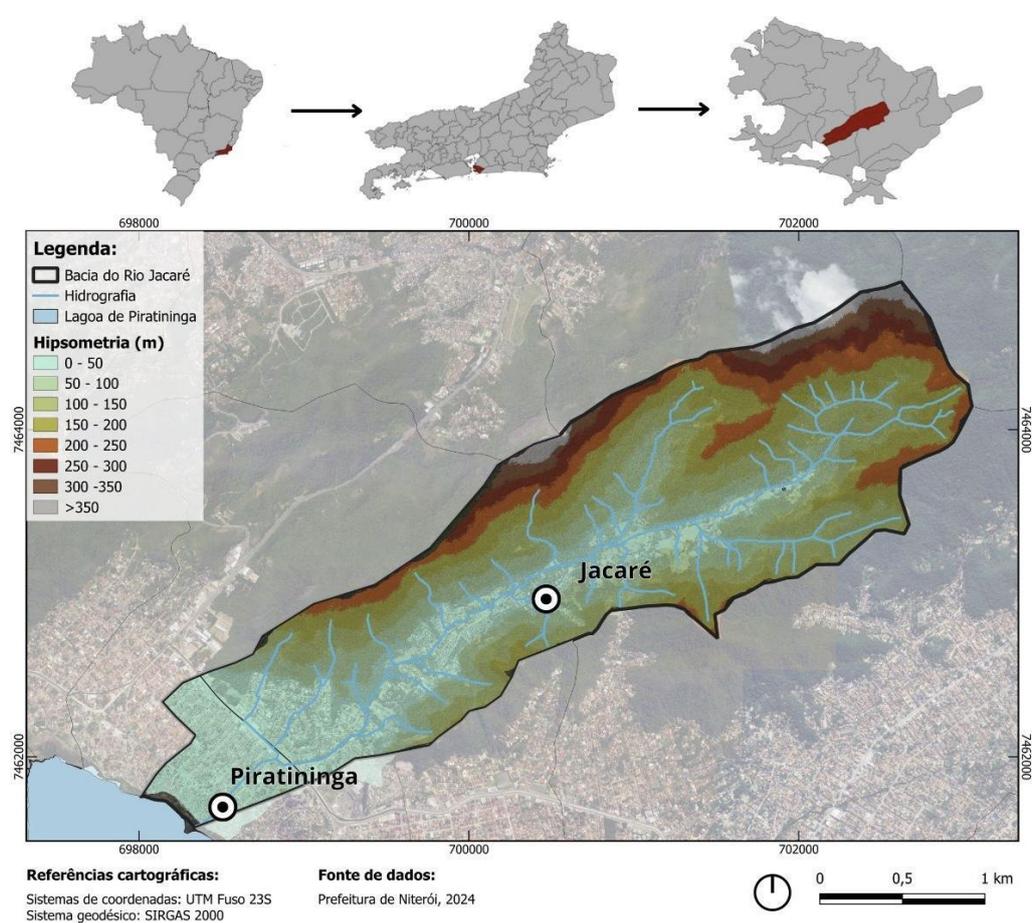


Fonte: As autoras.

DIAGNÓSTICO AMBIENTAL E URBANO DA BACIA HIDROGRÁFICA

A Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré compõe a Região Oceânica de Niterói, a leste do território, e abrange os bairros Jacaré, quase que integralmente, e um pequeno trecho de Piratininga, ao norte da lagoa homônima. A porção mais a jusante da bacia, no entorno da Lagoa de Piratininga, corresponde a uma área de planície, onde o tecido urbano consolidado encontra-se entre cotas de 0 a 20m de altitude. Na porção à montante, a ocupação é mais restrita, alcançando cotas altimétricas de 30m a 50m, restringida por duas Unidade de Conservação (UC) de Proteção Integral, a Serra da Tiririca e a Reserva Ecológica Darcy Ribeiro, criadas em 1991 [22] e 1997 [23], onde está localizada a nascente do Rio Jacaré, que percorre toda a extensão da bacia a qual dá nome, até desaguar na Lagoa de Piratininga. A Figura 3 indica as principais características do relevo da Bacia do Rio Jacaré, além da delimitação dos bairros que a integram.

Figura 3: Mapa de relevo

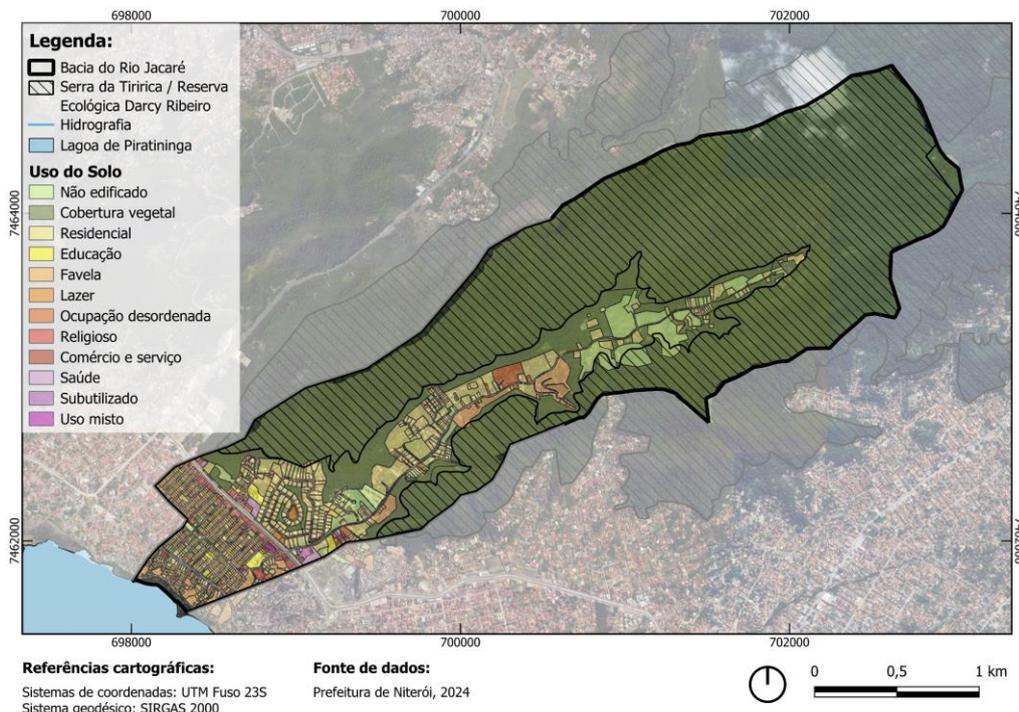


Fonte: As autoras.

A Bacia do Rio Jacaré encontra-se inserida na Área de Proteção Ambiental das Lagunas e Florestas de Niterói [24], uma UC de uso sustentável destinada à proteção e preservação do sistema lagunar e remanescentes de Mata Atlântica. A maior parcela da bacia hidrográfica corresponde a cobertura vegetal, que equivale a mais de 75% do uso e ocupação do solo (SIGeo, 2023), além de quase 5% desta ser representada por áreas não edificadas. Apesar disso, são poucas as áreas de lazer (menos de 1%),

representadas por duas praças públicas. Paralelamente, destacam-se as categorias de uso residencial, favela e ocupação desordenada, que representam, respectivamente, 11,5%, 2% e 0,7% da área estudada. A Figura 4 indica o uso e ocupação do solo da bacia.

Figura 4: Mapa de uso e ocupação do solo



Fonte: As autoras.

Os indicadores socioeconômicos do Censo Demográfico de 2010 [25], demonstram que a maior parte do território apresenta baixa densidade demográfica, de até 2.400hab/km², principalmente nas áreas mais a montante e no bairro Jacaré, com exceção de pontos com ocupação desordenada, situados junto à margem esquerda do rio principal. No trecho do bairro Piratininga observa-se maior concentração de pessoas, com densidade populacional entre 4.000hab/km² e 12.500hab/km², ressaltando-se a presença da Comunidade da Ciclovía, que ocupa toda a faixa que de 100 a 250m da margem da Lagoa de Piratininga. A média de moradores por domicílio por setor censitário é de 2 a 4 em toda a bacia.

Observa-se uma distinção entre as faixas de renda da população, com a porção oeste do bairro Jacaré, na margem direita do rio, habitada por grupos sociais com renda média superior a 7 salários mínimos, equivalente às classes A e B, considerando-se o valor de R\$510,00 (IBGE, 2010). Esta é uma área com condomínios privados, e habitações uni e multifamiliares de médio e alto padrão, localizados próximo à Estrada Francisco da Cruz Nunes, onde há um trecho do Corredor Transoceânica do BRT de Niterói. A porção leste do bairro, na margem esquerda do Rio Jacaré, em contrapartida, apresenta renda média entre 1 e 3 salários mínimos (classes C e D). Já o bairro Piratininga apresenta maior diversidade de grupos sociais, com condições financeiras distintas, cuja renda média varia entre 1 e 7 salários mínimos, sendo as menores faixas de renda encontradas em áreas de favela e ocupação desordenada.

O Índice de Desenvolvimento Social (IDS) também foi analisado, sendo calculado com base em 8 Indicadores: abastecimento de água adequado; coleta de esgoto adequada; coleta de lixo adequada; número médio de banheiros por pessoa (por domicílio); taxa de analfabetismo para pessoas entre 10 e 14 anos; rendimento médio do responsável do domicílio; percentual de domicílios com rendimento do responsável equivalente a até 2 salários mínimos; percentual de domicílios com rendimento do responsável equivalente a até 10 salários mínimos (IBGE, 2010). O IDS varia entre 0,60 e 0,80 em áreas ocupadas por população com maior poder aquisitivo, representadas pela região adjacente à margem direita do Rio Jacaré, enquanto a margem esquerda, assim como a Comunidade da Ciclovía, que correspondem a áreas ocupada por população mais vulneráveis, apresenta IDS de 0,40 a 0,60. A Figura 5 sintetiza essas informações.

Figura 5: Indicadores socioeconômicos



Fonte: As autoras.

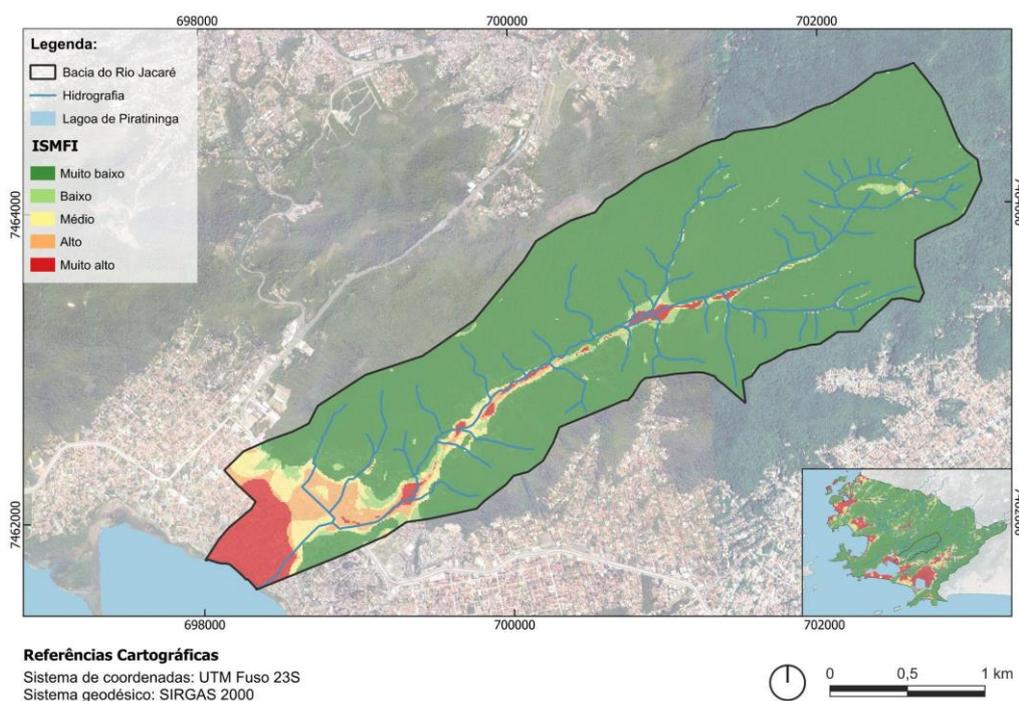
APLICAÇÃO DO ÍNDICE DE SUSCEPTIBILIDADE DO MEIO FÍSICO À INUNDAÇÃO (ISMFI)

Foram desenvolvidos mapas para cada um dos indicadores e os resultados foram avaliados. Identificou-se que as regiões de menor declividade correspondem a áreas mais planas, próximas ao mar e no entorno das Lagoas de Piratininga e Itaipu, com cota altimétrica inferior a 10m. Nesses trechos, o Idec apresenta valores entre 0,5 e 1,0, indicando que a declividade varia entre faixas deficientes (0% a 0,5%), aceitáveis (0,5% a 1,5%) e boas (1,5% a 3%) para o escoamento de águas pluviais. De modo geral, toda a área urbana de Niterói apresenta alto grau de impermeabilização do solo e, por essa razão, o limp obteve resultados entre 0,7 e 1,0. Áreas pouco antropizadas, vegetadas e com solo natural (não pavimentado) são as mais permeáveis e que contribuem para drenagem natural das águas. Observou-se também um padrão para áreas no entorno dos rios do município, com valores altos para o Iprox, devido à baixa declividade (entre 3% e 0%) e à grande proximidade com os cursos d'água (até 300m de distância das margens). Os resultados observados para o Ica reforçam aqueles observados nos demais indicadores, em que regiões com cota altimétrica absoluta

entre 0 e 4m são as mais suscetíveis a inundações, devido à deficiência no escoamento das águas pluviais e à proximidade com o mar.

O mapa elaborado para o resultado do ISMFI (Figura 6) evidencia a combinação da soma e multiplicação dos indicadores analisados, corroborando com o índice de suscetibilidade de inundações nas regiões destacadas previamente. Examinando-se a bacia, conclui-se que as áreas de maior vulnerabilidade a eventos de precipitação são também aquelas de maior fragilidade socioeconômica, ou seja, áreas ocupadas por população de baixa renda, que vivem em habitações de baixa qualidade construtiva e que apresentam pouca qualidade de vida. Mesmo em áreas de ocupação urbana formal, também ocupadas pelas classes C e D, há um grau muito alto de suscetibilidade a inundações. A Estrada Francisco da Cruz Nunes apresenta grau alto de suscetibilidade, pois é atravessada tanto pelo Rio Jacaré, canalizado e parcialmente capeado, como por dois de seus afluentes, completamente capeados e escondidos na paisagem local. Há ainda trechos a montante da bacia, que apresentam alto grau de suscetibilidade a inundações, por corresponderem a pontos de confluência de cursos d'água, em áreas caracterizadas como fundo de vale.

Figura 6: Mapa do ISMFI



Fonte: As autoras.

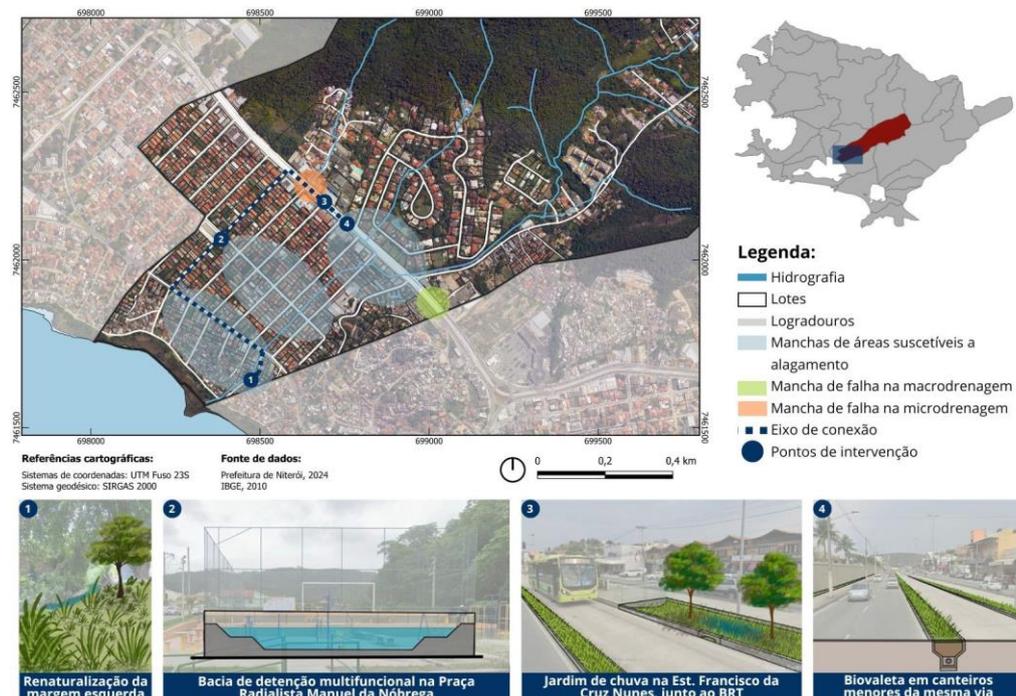
PROPOSTA DE APLICAÇÃO DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA EM ESPAÇOS LIVRES PÚBLICOS

Com base nas etapas anteriores, foram definidos espaços livres para aplicação de SbNs, tendo-se um enfoque maior na região do entorno da Lagoa de Piratininga, que apresenta maior fragilidade, estando altamente suscetível a inundações e a diversos impactos sociais, econômicos e ambientais. A escolha das tipologias de SbNs foi orientada pelas especificidades do sítio e com o objetivo de agregar diversos benefícios

promovidos por tais soluções, como proteção das faixas marginais dos rios, ampliação da biodiversidade local, redução das temperaturas médias, além da reconexão entre os habitantes e os corpos hídricos. As tipologias se adequam à disponibilidade de área, tendo-se em conta apenas espaços livres públicos devido à maior adesão das propostas apresentadas.

A Figura 7 indica as tipologias de SbNs recomendadas para este recorte e sua localização. No ponto 1, propõe-se a renaturalização da margem esquerda do Rio Jacaré no trecho próximo à Lagoa de Piratininga, dado que a margem direita do curso d'água está ocupada por residências. O reflorestamento, mesmo que parcial, das margens, possibilita a melhoria da infiltração natural, além da retenção de parte do volume do corpo hídrico em caso de extravasamento. Já no ponto 2, sugere-se a criação de uma bacia de detenção multifuncional na Praça Radialista Manuel da Nóbrega, que funciona como um reservatório para armazenamento temporário de águas pluviais, mas também pode ser utilizada para atividades esportivas e de recreação. Nos pontos 3 e 4 recomenda-se a utilização de tipologias de infiltração na Estrada Francisco da Cruz Nunes, como jardins de chuva, que possuem maiores dimensões, e biovaletas, em trechos com limitação de espaço para intervenção. Tais soluções são rebaixadas para viabilizar o escoamento natural e a captação das águas pluviais do entorno impermeabilizado.

Figura 7: Localização das tipologias de SbNs propostas na bacia



Fonte: As autoras.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa buscou contribuir para a disseminação de práticas de planejamento urbano sustentável, de modo a promover o equilíbrio entre as dinâmicas naturais e

urbanas, além de mitigar os efeitos negativos das inundações. Tal qual a Bacia Hidrográfica do Rio Jacaré, demais bacias de Niterói apresentam um quadro grave de suscetibilidade a cheias urbanas, principalmente aquelas a montante das Lagoas de Piratininga e Itaipu, assim como as que drenam para a Baía de Guanabara, na Região Praias da Bahia. Uma das limitações enfrentadas pela pesquisa foram os dados usados na análise dos indicadores socioeconômicos, na etapa de diagnóstico, que já estão muito . De todo modo, eles foram utilizados porque grande parte dos dados do Censo Demográfico de 2022 ainda não foram disponibilizados pelo IBGE. Nesse sentido, há um potencial de aprimoramento deste estudo em etapa futura, para este mesmo recorte ou para a análise de outras bacias urbanas de Niterói.

AGRADECIMENTOS

Esta pesquisa foi realizada com apoio da Fundação Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) [Código de Financiamento 001; 88887.965743/2024-00 e 88887.805756/2023-00], do Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica (PIBIC/UFRJ) e da Fundação Carlos Chagas Filho de Amparo à Pesquisa do Estado do Rio de Janeiro (FAPERJ) [código E-26/201.404/2021]. Além disso, ela está vinculada ao Grupo de Pesquisa Projeto e Representação do Ambiente (PROAMB) e à Cátedra Unesco "Drenagem Urbana em Regiões de Baixada Costeira" da Universidade Federal do Rio de Janeiro.

REFERÊNCIAS

- [1] VERÓL, Aline P. *et al.* River Restoration Integrated with Sustainable Urban Water Management for Resilient Cities. **Sustainability**, [S. l.], v. 12, n. 11, p. 4677, 2020. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/su12114677>>.
- [2] DHAKAL, Krishna P.; CHEVALIER, Lizette R. Urban stormwater governance: The need for a paradigm shift. **Environmental management**, v. 57, p. 1112-1124, 2016.
- [3] OLIVEIRA, Antonio K. B. *et al.* Evaluating the Role of Urban Drainage Flaws in Triggering Cascading Effects on Critical Infrastructure, Affecting Urban Resilience. **Infrastructures**, [S. l.], v. 7, n. 11, p. 153, 2022. DOI: 10.3390/infrastructures7110153.
- [4] MAJIDI, Abdul N. *et al.* Planning nature-based solutions for urban flood reduction and thermal comfort enhancement. **Sustainability (Switzerland)**, [S. l.], v. 11, n. 22, 2019. DOI: 10.3390/su11226361.
- [5] LOURENÇO, Ianic B.; GUIMARÃES, Luciana F.; ALVES, Marina B.; MIGUEZ, Marcelo G. Land as a sustainable resource in city planning: The use of open spaces and drainage systems to structure environmental and urban needs. **Journal of Cleaner Production**, [S. l.], v. 276, 2020. DOI: 10.1016/j.jclepro.2020.123096.
- [6] ALMENAR, Javier B. *et al.* Nexus between nature-based solutions, ecosystem services and urban challenges. **Land use policy**, v. 100, 2021.
- [7] FLUHRER, Tanja; CHAPA, Fernando; HACK, Jochen. A Methodology for Assessing the Implementation Potential for Retrofitted and Multifunctional Urban Green

- Infrastructure in Public Areas of the Global South. **Sustainability**, v. 13, n. 1, p. 384-409, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.3390/su13010384>.
- [8] ALVES, Alida *et al.* Planning the multifunctionality of nature-based solutions in urban spaces. **Cities**, [S. l.], v. 146, n. April 2023, p. 104751, 2024. DOI: 10.1016/j.cities.2023.104751. Disponível em: <<https://doi.org/10.1016/j.cities.2023.104751>>.
- [9] VELLOZO, Leticia D.; SANTOS, Leticia C. O.; WEINS, Niklas W. Disseminação de ideias de Soluções Baseadas na Natureza: uma análise da implementação do Parque Orla de Piratininga, Niterói (RJ). **Revista Labverde**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 100–128, 2022. DOI: 10.11606/issn.2179-2275.labverde.2022.189324. Acesso em: 06 de maio de 2024.
- [10] MIRANDA, Francis Martins. **Índice de Susceptibilidade do Meio Físico a Inundações como Ferramenta para o Planejamento Urbano**. Dissertação de mestrado em Engenharia Civil pelo Programa de Pós Graduação em Engenharia Civil, COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro, 2016.
- [11] BRASIL. Lei Federal nº 11.445 de 05/01/2007. **Estabelece as diretrizes nacionais para o saneamento básico e para a política federal de saneamento básico**. Brasília, DF, 2007. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2007-2010/2007/lei/l11445.htm>. Acesso em: 11 de maio de 2024.
- [12] BRASIL. Lei Federal nº 9.984 de 17/07/2000. **Dispõe sobre a criação da Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA)**. Brasília, DF, 2000. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L9984.htm>. Acesso em 11 de maio de 2024.
- [13] BRASIL. Lei Federal nº 14.026 de 15 de julho de 2020. **Atualiza o marco legal do saneamento básico e altera a Lei nº 9.984, de 17 de julho de 2000, para atribuir à Agência Nacional de Águas e Saneamento Básico (ANA) competência para editar normas de referência sobre o serviço de saneamento**. Brasília, DF, 2020. Disponível em: <https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/lei/l14026.htm>. Acesso em 27 de maio de 2024.
- [14] RIO DE JANEIRO. Lei Estadual nº 3.239 de 02/08/1999. **Institui a política estadual de recursos hídricos, cria o sistema estadual de gerenciamento de recursos hídricos e regulamenta a constituição estadual**. Rio de Janeiro, RJ, 1999. Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/b24a2da5a077847c032564f4005d4bf2/43fd110fc03f0e6c032567c30072625b>>. Acesso em: 11 de maio de 2024.
- [15] RIO DE JANEIRO. Lei Estadual nº 9.164 de 28/12/2020. **Regulamenta os procedimentos para armazenamento e retardo de água de chuva em perímetros urbanos para aproveitamento e postergação de sua descarga na rede pública**. Rio de Janeiro, RJ, 2020. Disponível em: <<https://www.jusbrasil.com.br/legislacao/1364575525/lei-9164-20-rio-de-janeiro-rj>>. Acesso em: 11 de maio de 2024.
- [16] RIO DE JANEIRO. Lei Estadual nº 9.370 de 20/07/2021. **Dispõe sobre os procedimentos para divulgação e avaliação do cumprimento das metas dos serviços públicos de saneamento básico previstas em contratos de concessão ou contratos de programas regulares vigentes por parte das entidades reguladoras e fiscalizadoras e prestadores desses serviços**. Rio de Janeiro, RJ, 2021. Disponível em: <<https://leisestaduais.com.br/rj/lei-ordinaria-n-9370-2021-rio-de-janeiro-dispoe-sobre-os-procedimentos-para-divulgacao-e-avaliacao-do-cum>>.

primento-das-metas-dos-servicos-publicos-de-saneamento-basico-previstas-em-contratos-de-concessao-ou-contratos-de-programas-regulares-vigentes-por-par-te-das-entidades-reguladoras-e-fiscalizadoras-e-prestadores-desses-servicos-e-da-outras-providencias>. Acesso em 11 de maio de 2024.

- [17] NITERÓI. Lei Municipal nº 1.157 de 29/12/1992. **Institui o Plano Diretor de Niterói**. Niterói, RJ, 1992. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rj/n/niteroi/lei-ordinaria/1992/116/1157/lei-ordinaria-n-1157-1992-institue-o-plano-diretor-de-niteroi>>. Acesso em: 11 de maio de 2024.
- [18] PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI. **Revisão do Plano Diretor de Niterói - Diretrizes e Objetivos**. Niterói, RJ, 2016. Disponível em: <https://urbanismo.niteroi.rj.gov.br/anexos/Plano%20Diretor/Revisão%20PD/diretrizes_do_plano_diretor_de_niteroi_documento_base_para_a_discussao.pdf>. Acesso em 11 de maio de 2024.
- [19] NITERÓI. Lei Municipal nº 3.385 de 03/06/2019. **Aprova a Política de Desenvolvimento Urbano do Município e institui o Plano Diretor de Niterói**. Niterói, RJ, 2019. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/plano-diretor-niteroi-rj>>. Acesso em 11 de maio de 2024.
- [20] PREFEITURA MUNICIPAL DE NITERÓI. **Plano Municipal de Saneamento Básico - Relatório Final Consolidado**. Niterói: Ampla Assessoria e Planejamento, 2020. Disponível em: <https://www.seconser.niteroi.rj.gov.br/index.php?preview=1&option=com_dropfiles&format=&task=frontfile.download&catid=16&id=34&Itemid=1000000000000>. Acesso em 11 de maio de 2024.
- [21] SECRETARIA MUNICIPAL DO CLIMA - SECLIMA. **Plano Municipal de Adaptação, Mitigação e Resiliência de Niterói**. Disponível em: <<https://clima.niteroi.rj.gov.br/secretaria-do-clima-de-niteroi/plano/>>. Acesso em 11 de maio de 2024.
- [22] NITERÓI. Lei Municipal nº 1.901 de 29/11/1991. **Dispõe sobre a criação do Parque Estadual da Serra da Tiririca**. Niterói, RJ, 1991. Disponível em: <<http://alerjln1.alerj.rj.gov.br/CONTLEI.NSF/bff0b82192929c2303256bc30052cb1c/0a9eb98540ee62bf032565210079711b?OpenDocument&ExpandView&ExpandSection=-3>>. Acesso em 11 de maio de 2024.
- [23] NITERÓI. Lei Municipal nº 1.566 de 21/03/1997. **Cria a Reserva Ecológica Darcy Ribeiro**. Niterói, RJ, 1997. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rj/n/niteroi/lei-ordinaria/1997/156/1566/lei-ordinaria-n-1566-1997-fica-criada-a-reserva-ecologica-darcy-ribeiro-cujos-limites-estao-descritos-no-anexo-unico-desta-lei>>. Acesso em: 26 de maio de 2024.
- [24] NITERÓI. Lei Municipal nº 14.674 de 28/12/2022. **Dispõe sobre a requalificação da Unidade de Conservação denominada "Área de Proteção Ambiental das Lagunas e Florestas de Niterói"**. Niterói, RJ, 2022. Disponível em: <<https://leismunicipais.com.br/a/rj/n/niteroi/decreto/2022/1468/14674/decreto-n-14674-2022-dispoe-sobre-a-requalificacao-da-unidade-de-conservacao-de-nominada-area-de-protecao-ambiental-das-lagunas-e-florestas-de-niteroi-no-municipio-de-niteroi-no-estado-do-rio-de-janeiro>>. Acesso em: 26 de maio de 2024.
- [25] IBGE. Censo demográfico de 2010. Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2010.