Boletim do Observatório Ambiental Alberto Ribeiro Lamego

Essentia EDITORA IFFLUMINENSE

Artigo de Revisão
e-ISSN 2177-4560
DOI: 10.19180/2177-4560.v20n22026p118-141
Submetido em: 23 ago. 2026
Aceito em: 26 ago. 2026

Soluções Baseadas na Natureza para Adaptação às Mudanças Climáticas: uma revisão sistemática das evidências, desafios e perspectivas

Nature-based Solutions for Climate Change Adaptation: a systematic review of evidence, challenges, and perspectives

Soluciones basadas em la naturaleza para la adaptación al cambio climático: uma revisión sistemática de la evidencia, los desafíos y las perspectivas

Esther Rodrigues Alves dos Reis https://orcid.org/0009-0000-7651-6917
Pesquisadora independente.
Graduação em Ciências Biológicas (Bacharelado) pela Universidade Estácio de Sá - Belo Horizonte.
E-mail: estherreis2012@gmail.com

Resumo: As Soluções Baseadas na Natureza (SbN) constituem uma estratégia para enfrentar os impactos das mudanças climáticas por meio da conservação, restauração e manejo sustentável dos ecossistemas. Este estudo realizou uma revisão sistemática da literatura para analisar aplicações, benefícios, desafios e perspectivas das SbN na adaptação climática. A revisão seguiu as recomendações do PRISMA 2020, com buscas nas bases Scopus, Web of Science, ScienceDirect e Google Scholar. Após os critérios de elegibilidade, foram incluídos 24 estudos na síntese qualitativa. Os resultados indicaram que as SbN fortalecem a resiliência dos ecossistemas, conservam a biodiversidade, ampliam os serviços ecossistêmicos, reduzem a vulnerabilidade a eventos climáticos extremos e promovem benefícios sociais e econômicos. Os principais desafios envolvem governança, financiamento, ausência de indicadores padronizados e escassez de estudos de longo prazo. Conclui-se que as SbN representam uma estratégia promissora para a adaptação climática, desde que apoiadas por políticas públicas, monitoramento contínuo e participação social.

Palavras-chave: Soluções Baseadas na Natureza; Adaptação Climática; Mudanças Climáticas; Serviços Ecossistêmicos. Resiliência.

Abstract: Nature-based Solutions (NbS) have emerged as an effective strategy to address climate change impacts through ecosystem conservation, restoration, and sustainable management. This study conducted a systematic literature review to analyze the main applications, benefits, challenges, and perspectives of NbS for climate change adaptation. The review followed the PRISMA 2020 guidelines and included searches in Scopus, Web of Science, ScienceDirect, and Google Scholar. After applying the eligibility criteria, 24 studies were included in the qualitative synthesis. The findings showed that NbS enhance ecosystem resilience, conserve biodiversity, improve ecosystem services, reduce vulnerability to extreme climate events, and generate social and economic benefits. The main challenges include governance, funding, the lack of standardized indicators, and the scarcity of long-term studies. It is concluded that NbS represent a promising strategy for climate change adaptation when supported by integrated public policies, continuous monitoring, and stakeholder participation.

Keywords: Nature-based Solutions; Climate Change Adaptation; Climate Change; Ecosystem Services. Resilience.

Resumen: Las Soluciones Basadas en la Naturaleza (SbN) se han consolidado como una estrategia eficaz para afrontar los impactos del cambio climático mediante la conservación, restauración y gestión sostenible de los ecosistemas. Este estudio realizó una revisión

sistemática de la literatura para analizar las principales aplicaciones, beneficios, desafíos y perspectivas de las SbN para la adaptación al cambio climático. La revisión siguió las directrices de PRISMA 2020 e incluyó búsquedas en Scopus, Web of Science, ScienceDirect y Google Scholar. Tras aplicar los criterios de elegibilidad, se incluyeron 24 estudios en la síntesis cualitativa. Los resultados mostraron que las SbN fortalecen la resiliencia de los ecosistemas, conservan la biodiversidad, mejoran los servicios ecosistémicos, reducen la vulnerabilidad frente a eventos climáticos extremos y generan beneficios sociales y económicos. Los principales desafíos incluyen la gobernanza, la financiación, la falta de indicadores estandarizados y la escasez de estudios a largo plazo. Se concluye que las SbN representan una estrategia prometedora para la adaptación al cambio climático cuando cuentan con el apoyo de políticas públicas integradas, monitoreo continuo y participación social.

Palabras clave: Soluciones Basadas En La Naturaleza. Adaptación Al Cambio Climático. Cambio Climático. Servicios Ecosistémicos. Resiliencia.

1 Introdução

As mudanças climáticas constituem um dos principais desafios ambientais, sociais e econômicos da atualidade, representando uma ameaça crescente à estabilidade dos sistemas naturais e humanos. As alterações no clima global, impulsionadas principalmente pelo aumento das concentrações de gases de efeito estufa na atmosfera, têm provocado modificações nos padrões climáticos, intensificação de eventos extremos e aumento da exposição de ecossistemas e comunidades humanas a riscos ambientais (IPCC, 2023). Esses processos apresentam consequências complexas, uma vez que interagem com fatores ecológicos, territoriais, econômicos e políticos, ampliando a necessidade de estratégias capazes de promover maior capacidade de adaptação diante de cenários de incerteza climática.

A adaptação às mudanças climáticas passou a ocupar posição central nas agendas internacionais de sustentabilidade, especialmente diante do reconhecimento de que os impactos climáticos já afetam diferentes regiões do planeta e exigem respostas integradas entre ciência, políticas públicas e gestão ambiental (IPCC, 2023). Durante décadas, as estratégias de adaptação foram predominantemente baseadas em intervenções estruturais convencionais, caracterizadas pelo uso de tecnologias de engenharia destinadas ao controle ou redução de riscos ambientais. Embora essas abordagens permaneçam relevantes em determinados contextos, o aumento da complexidade dos problemas ambientais tem estimulado a busca por alternativas capazes de integrar aspectos ecológicos, sociais e econômicos.

Nesse cenário, as relações entre sociedade e natureza passaram a ser reconsideradas a partir de abordagens que reconhecem os ecossistemas como componentes fundamentais para a construção de respostas adaptativas. A valorização dos processos ecológicos e dos serviços prestados pelos sistemas naturais ampliou o interesse por estratégias que ultrapassam modelos tradicionais de conservação, incorporando perspectivas voltadas à restauração ambiental, ao planejamento territorial sustentável e à resiliência socioecológica (NESSHÖVER et al., 2017).

Entre essas abordagens, destacam-se as Soluções Baseadas na Natureza (Nature-based Solutions – NbS), conceito desenvolvido para representar ações que utilizam os ecossistemas naturais ou modificados como parte da resposta aos desafios enfrentados pela sociedade. Segundo Cohen-Shacham et al. (2016), as NbS abrangem ações direcionadas à proteção, ao manejo sustentável e à restauração de ecossistemas, buscando

responder aos desafios sociais de maneira integrada. Posteriormente, a União Internacional para a Conservação da Natureza (IUCN) estabeleceu o Padrão Global para Soluções Baseadas na Natureza, com critérios destinados a orientar o planejamento, a implementação e a avaliação dessas iniciativas em diferentes contextos (ANDRADE et al., 2020).

O conceito de NbS está relacionado a uma evolução das discussões científicas sobre conservação da biodiversidade, serviços ecossistêmicos e desenvolvimento sustentável. A compreensão de que os ecossistemas possuem funções essenciais para a manutenção da vida humana ganhou destaque a partir de estudos como a Millennium Ecosystem Assessment, que sistematizou a importância dos serviços ecossistêmicos para o bem-estar humano (REID et al., 2005). Posteriormente, avaliações globais sobre biodiversidade e mudanças ambientais reforçaram a necessidade de abordagens integradas para enfrentar simultaneamente as crises climática e ecológica (IPBES, 2019).

Nos últimos anos, as Soluções Baseadas na Natureza passaram a receber crescente atenção da comunidade científica e de organizações internacionais, refletindo-se no aumento da produção acadêmica e na incorporação do conceito em diferentes discussões relacionadas às políticas ambientais globais. Entretanto, apesar da expansão das pesquisas sobre NbS, o conhecimento científico permanece distribuído entre diferentes áreas, abordagens metodológicas e escalas de análise, abrangendo estudos com diferentes enfoques conceituais e aplicações práticas (SEDDON et al., 2020ª; JOHNSON et al., 2022).

Essa fragmentação da literatura representa um desafio para a compreensão ampla do estado atual das pesquisas sobre Soluções Baseadas na Natureza, especialmente considerando a diversidade de ecossistemas, contextos socioeconômicos e estratégias de adaptação investigadas. Embora existam estudos de revisão direcionados a determinados ambientes ou aplicações específicas, ainda são necessárias análises sistemáticas que integrem diferentes perspectivas e permitam avaliar a evolução da produção científica sobre o tema de forma abrangente.

Diante dessa lacuna, esta revisão diferencia-se ao realizar uma síntese sistemática da literatura científica sobre Soluções Baseadas na Natureza aplicadas à adaptação às mudanças climáticas, reunindo estudos desenvolvidos em diferentes contextos ambientais e abordagens de investigação. A proposta busca contribuir para uma compreensão integrada da produção científica existente, identificando tendências de pesquisa, lacunas de conhecimento e aspectos que ainda demandam aprofundamento científico.

Assim, o presente estudo tem como objetivo realizar uma revisão sistemática da literatura sobre Soluções Baseadas na Natureza voltadas à adaptação às mudanças climáticas, analisando a evolução das pesquisas, os principais enfoques científicos e as lacunas existentes, contribuindo para o avanço das discussões no campo das Ciências Ambientais.

2 Material e Métodos

2.1 Delineamento da pesquisa

O presente estudo foi desenvolvido por meio de uma revisão sistemática da literatura científica, com abordagem qualitativa e caráter integrativo, visando analisar o conhecimento produzido sobre as soluções baseadas na natureza (SbN) como estratégias para enfrentar desafios ambientais globais, especialmente aqueles associados às mudanças climáticas, perda de biodiversidade, degradação dos ecossistemas e necessidade de adaptação dos sistemas socioecológicos.

A revisão foi conduzida seguindo as recomendações do protocolo Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA 2020), conforme proposto por Page et al. (2021), assegurando transparência na identificação, seleção, avaliação e síntese dos estudos incluídos. O uso desse protocolo permitiu organizar sistematicamente as etapas metodológicas e reduzir possíveis vieses durante o processo de revisão.

A definição do escopo da pesquisa foi fundamentada na evolução conceitual das SbN, considerando sua consolidação como uma abordagem integrada de gestão ambiental baseada no funcionamento dos ecossistemas, capaz de gerar benefícios ecológicos, sociais e econômicos simultaneamente (COHEN-SHACHAM et al., 2016; EGGERMONT et al., 2015; NESSHÖVER et al., 2017).

2.2 Questão norteadora e definição do escopo

A questão central que orientou esta revisão foi:
"Como as soluções baseadas na natureza têm sido aplicadas como estratégias de adaptação às mudanças climáticas e conservação dos sistemas socioecológicos, e quais benefícios, limitações e oportunidades são evidenciados pela literatura científica?"

O escopo da pesquisa considerou estudos relacionados às principais categorias de SbN, incluindo restauração ecológica, conservação de ecossistemas, infraestrutura verde, adaptação baseada em ecossistemas (ecosystem-based adaptation – EbA), manejo sustentável de paisagens e intervenções urbanas fundamentadas em processos naturais.

Foram considerados diferentes ambientes de aplicação, incluindo áreas urbanas, florestais, costeiras, agrícolas e ecossistemas vulneráveis às mudanças climáticas. Essa abordagem foi adotada considerando que as SbN apresentam caráter multifuncional e podem atuar simultaneamente na redução de riscos climáticos, no fortalecimento da biodiversidade e na provisão de serviços ecossistêmicos (BENEDICT et al., 2006; HANSEN; PAULEIT, 2014; RAYMOND et al., 2017).

2.3 Estratégia de busca e bases de dados

A busca bibliográfica foi realizada em fevereiro de 2026, nas bases de dados científicas Scopus, Web of Science, ScienceDirect e Google Scholar, selecionadas devido à ampla indexação de estudos relacionados às áreas de Ciências Ambientais, Ecologia, Conservação da Biodiversidade, Planejamento Urbano e Mudanças Climáticas.

Foram considerados artigos publicados entre 2005 e 2026, período escolhido por abranger a consolidação das discussões científicas sobre adaptação baseada em ecossistemas, infraestrutura verde e, posteriormente, a formalização do conceito de soluções baseadas na natureza (COHEN-SHACHAM et al., 2016; NESSHÖVER et al., 2017).

A estratégia de busca utilizou combinações de palavras-chave relacionadas ao conceito central e aos principais campos de aplicação das SbN, utilizando operadores booleanos AND e OR. A expressão geral utilizada foi:

- (“nature-based solutions” OR “nature based solutions” OR NbS OR “ecosystem-based adaptation” OR “ecosystem based adaptation” OR “green infrastructure” OR “ecosystem restoration”) AND (“climate change” OR adaptation OR resilience OR biodiversity OR conservation OR “ecosystem services” OR sustainability)

As estratégias de busca foram adaptadas conforme as características específicas de cada base de dados. Além disso, foi realizada busca complementar por meio da análise das referências dos artigos selecionados, permitindo identificar estudos clássicos e contribuições relevantes não recuperadas inicialmente.

2.4 Critérios de elegibilidade dos estudos

Os critérios de inclusão e exclusão foram definidos previamente para garantir a seleção de estudos diretamente relacionados ao objetivo da revisão.

Foram incluídos estudos que:

- apresentassem discussão conceitual ou aplicação prática de soluções baseadas na natureza;
- abordassem a relação entre SbN e adaptação às mudanças climáticas, conservação da biodiversidade, serviços ecossistêmicos ou sustentabilidade;
- avaliassem benefícios ambientais, sociais ou econômicos associados às SbN;
- analisassem aplicações em ambientes naturais, urbanos, costeiros ou rurais;
- fossem artigos científicos publicados em periódicos revisados por pares.

Foram excluídos:

- estudos duplicados entre as bases consultadas;
- trabalhos sem relação direta com o conceito de SbN;
- documentos sem acesso ao texto completo;
- resumos de eventos, editoriais, cartas ao editor, capítulos de livros, dissertações e teses;
- estudos que apenas mencionassem o termo “nature-based solutions” sem apresentar análise, aplicação ou discussão aprofundada.

2.5 Seleção dos estudos

O processo de seleção dos estudos foi conduzido conforme as recomendações do protocolo Preferred Reporting Items for Systematic Reviews and Meta-Analyses (PRISMA 2020) (PAGE et al., 2021), considerando as etapas de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão.

Na etapa de identificação, foram encontrados inicialmente 186 registros nas bases de dados consultadas, sendo 62 registros provenientes da Scopus, 48 da Web of Science, 39 da ScienceDirect e 37 do Google Scholar. Após a exportação dos resultados e comparação entre as bases, foram removidos 42 registros duplicados, permanecendo 144 estudos para a etapa de triagem.

Na etapa de triagem, foi realizada a avaliação dos títulos e resumos dos 144 registros identificados. Nessa fase, 91 estudos foram excluídos por não apresentarem relação direta com soluções baseadas na natureza, adaptação às mudanças climáticas, conservação da biodiversidade ou serviços ecossistêmicos, ou por abordarem temas fora do escopo definido nesta revisão.

Após a triagem inicial, 53 estudos foram selecionados para avaliação do texto completo. Durante essa etapa, 29 estudos foram excluídos pelos seguintes motivos: ausência de abordagem específica sobre soluções baseadas na natureza (n = 16), inadequação ao objetivo da revisão (n = 8), indisponibilidade do texto completo (n = 3) e duplicidade identificada durante a leitura integral (n = 2).

Ao final do processo de elegibilidade, 24 estudos científicos foram incluídos na síntese qualitativa da revisão sistemática.

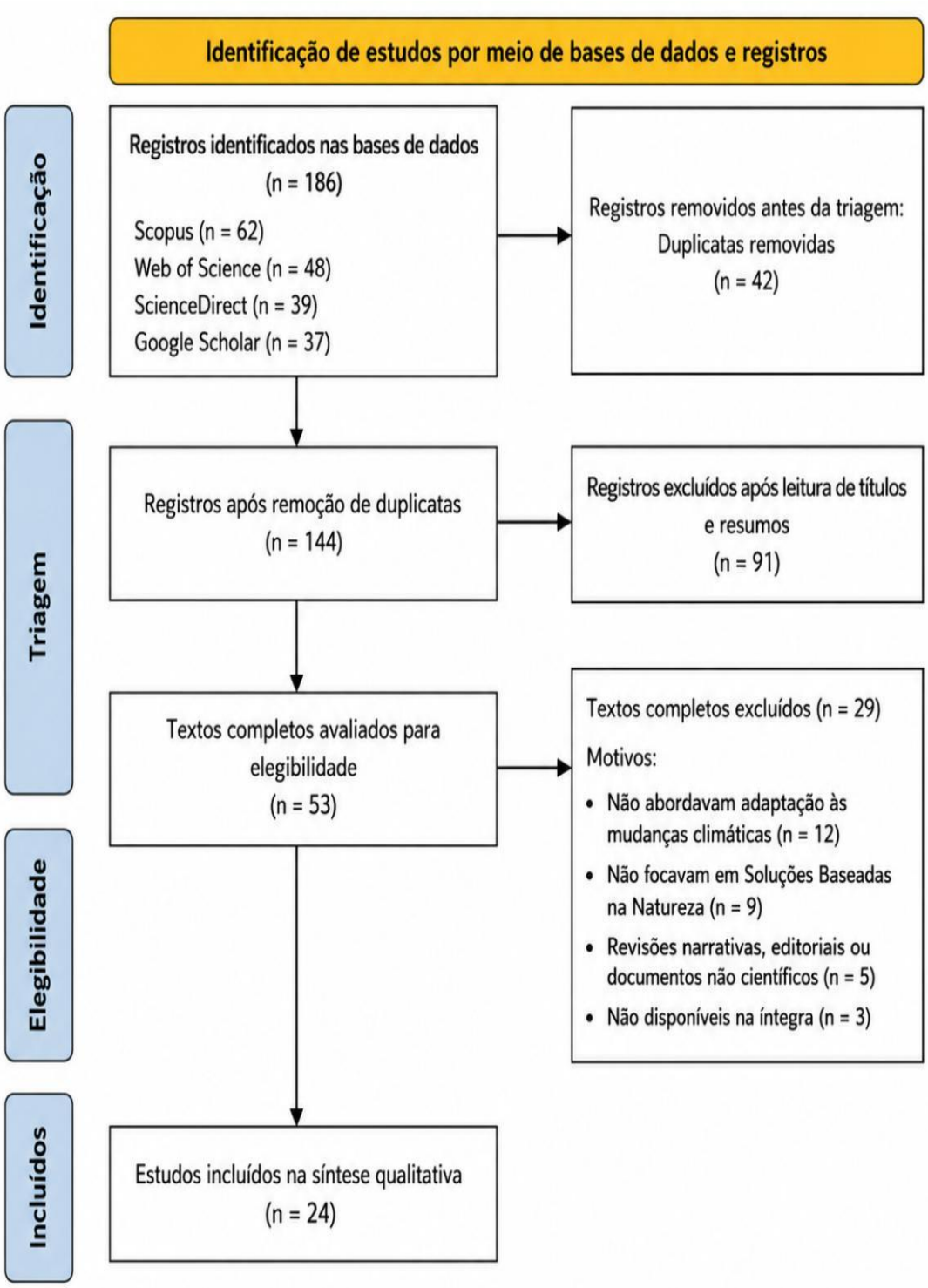
Além dos estudos selecionados pelo processo PRISMA, foram incorporadas 7 referências de contextualização conceitual e institucional, utilizadas para fundamentar a definição das soluções baseadas na natureza, sua relação com infraestrutura verde, serviços ecossistêmicos, conservação da biodiversidade e adaptação climática. Essas referências correspondem a documentos e trabalhos de referência, incluindo publicações da IUCN, IPBES, UNEP e autores pioneiros da área, não sendo contabilizadas como estudos da amostra sistemática.

Também foi utilizada 1 referência metodológica, correspondente ao protocolo PRISMA 2020 (Page et al., 2021), empregada exclusivamente para orientar o delineamento metodológico e a apresentação transparente da revisão.

Assim, o conjunto final de referências utilizado no manuscrito foi composto por 32 referências, distribuídas em 24 estudos científicos analisados na revisão sistemática, 7 referências de contextualização teórica e institucional e 1 referência metodológica.

O processo de identificação, triagem, elegibilidade e inclusão dos estudos está apresentado na Figura 1.

Figura 1. Fluxograma do processo de seleção dos estudos conforme as recomendações do PRISMA 2020



Fonte: Elaborado pela autora (2026), com base em Page et al. (2021).

2.6 Extração e categorização dos dados

As informações dos estudos incluídos foram organizadas em uma matriz de análise contendo:

- autores e ano de publicação;
- país ou região de estudo;
- tipo de ecossistema avaliado;
- categoria de solução baseada na natureza;

- objetivo principal;
- abordagem metodológica utilizada;
- desafios ambientais abordados;
- benefícios ecológicos, sociais e econômicos identificados;
- limitações e lacunas apontadas.

Os estudos foram posteriormente classificados em categorias temáticas relacionadas aos principais eixos identificados na literatura:

- Soluções baseadas na natureza para adaptação climática;
- Conservação da biodiversidade e restauração ecológica;
- Infraestrutura verde e planejamento urbano sustentável;
- Serviços ecossistêmicos e benefícios sociais;
- Desafios de implementação, governança e escalabilidade.

Essa categorização foi fundamentada em trabalhos que discutem a integração entre conservação, adaptação climática e desenvolvimento sustentável por meio das SbN (REID et al., 2005; SCARANO 2017; SEDDON et al., 2020a).

2.7 Síntese e análise dos resultados

Os dados foram analisados por meio de síntese qualitativa narrativa, considerando a diversidade metodológica e contextual dos estudos selecionados. A análise buscou identificar padrões, tendências, avanços conceituais e lacunas relacionadas ao uso das soluções baseadas na natureza em diferentes escalas de aplicação.

Foram considerados aspectos relacionados à efetividade das SbN na redução de impactos climáticos, aumento da resiliência dos ecossistemas, proteção da biodiversidade e geração de benefícios múltiplos para comunidades humanas.

A interpretação dos resultados foi realizada considerando os princípios estabelecidos pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN), que define as SbN como ações voltadas à proteção, manejo sustentável e restauração de ecossistemas naturais ou modificados, capazes de responder simultaneamente a desafios sociais e ambientais (ANDRADE et al., 2020).

Também foram considerados estudos recentes que avaliam a contribuição das SbN para adaptação climática em diferentes contextos globais, incluindo ambientes urbanos, regiões costeiras e países vulneráveis às mudanças climáticas (CHAUSSON et al., 2020; JOHNSON et al., 2022; BROWN et al., 2026).

2.8 Limitações metodológicas

Apesar da adoção de critérios sistemáticos para identificação, seleção e análise dos estudos, esta revisão apresenta algumas limitações metodológicas que devem ser consideradas na interpretação dos resultados. Primeiramente, a restrição da busca às bases de dados selecionadas e aos idiomas português, inglês e espanhol pode ter limitado a identificação de estudos publicados em outros idiomas ou indexados em fontes científicas não contempladas nesta pesquisa.

Além disso, a heterogeneidade conceitual associada às soluções baseadas na natureza representa um desafio metodológico relevante. Embora o conceito tenha sido consolidado pela União Internacional para Conservação da Natureza (IUCN) como uma abordagem voltada à proteção, manejo sustentável e restauração de ecossistemas para responder a desafios sociais e ambientais (ANDRADE et al., 2020), diferentes estudos utilizam terminologias relacionadas, como adaptação baseada em ecossistemas (ecosystem-based adaptation), infraestrutura verde, restauração ecológica e soluções climáticas naturais. Essa diversidade terminológica pode influenciar a recuperação dos estudos durante as buscas bibliográficas e gerar diferenças na interpretação das abordagens analisadas (COHEN-SHACHAM et al., 2016; NESSHÖVER et al., 2017).

Outra limitação está relacionada à elevada diversidade dos estudos incluídos, considerando diferenças quanto às escalas espaciais, ecossistemas avaliados, objetivos, métodos de análise e indicadores utilizados para mensurar a efetividade das soluções baseadas na natureza. Essa heterogeneidade impossibilita comparações quantitativas diretas entre todos os estudos e restringe a aplicação de análises estatísticas integrativas, como metanálises.

Também deve ser considerado que parte significativa da literatura sobre SbN apresenta avaliações de curto ou médio prazo, enquanto os efeitos ecológicos, sociais e econômicos dessas intervenções podem ocorrer em escalas temporais mais amplas. Dessa forma, a avaliação da efetividade das SbN permanece condicionada à disponibilidade de monitoramentos contínuos e indicadores padronizados capazes de mensurar mudanças na resiliência dos ecossistemas, redução de riscos climáticos e geração de benefícios múltiplos (CHAUSSON et al., 2020; SEDDON et al., 2020b).

Por fim, embora o protocolo PRISMA 2020 tenha sido utilizado para garantir maior transparência e rigor no processo de revisão (PAGE et al., 2021), revisões sistemáticas permanecem dependentes da qualidade, disponibilidade e representatividade das evidências existentes. Assim, possíveis lacunas na literatura científica, desigualdade na distribuição geográfica dos estudos e predominância de determinadas regiões ou ecossistemas podem influenciar a abrangência das conclusões obtidas.

3 Resultados e Discussão

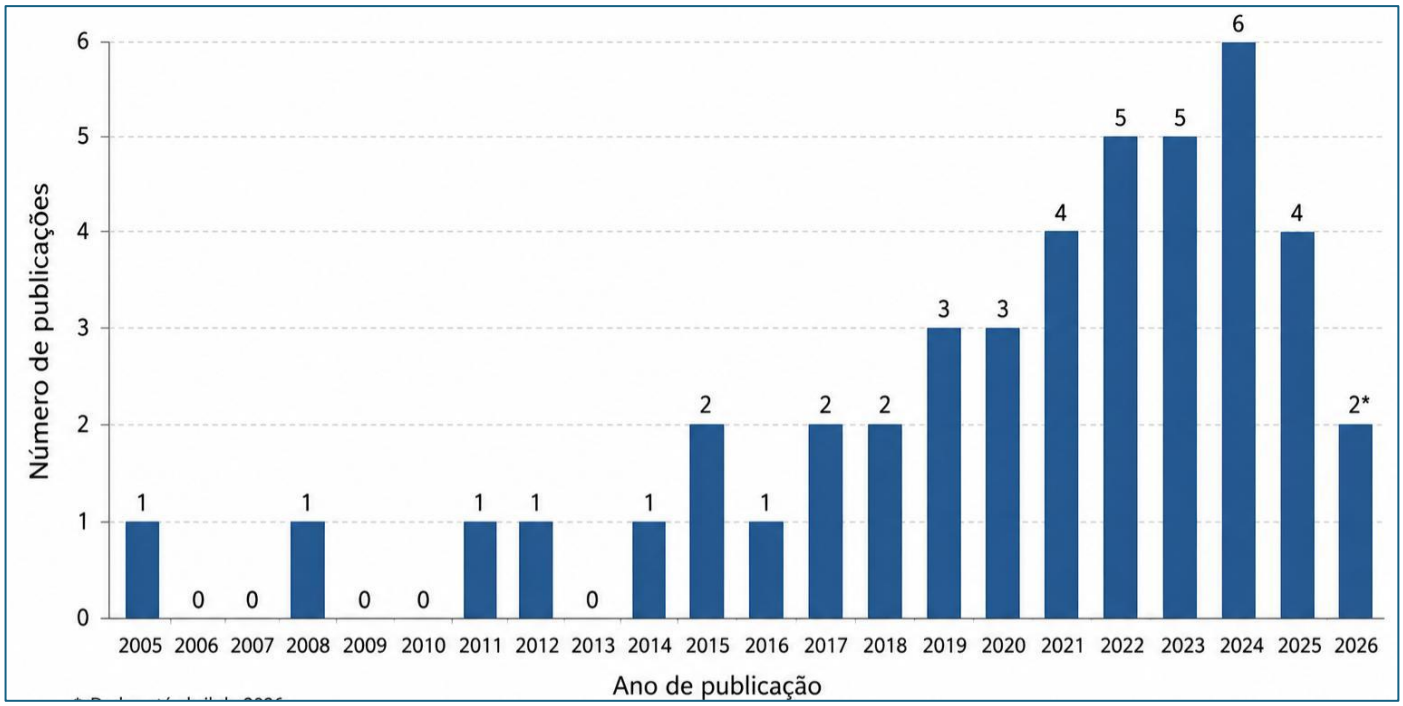
3.1 Caracterização dos estudos selecionados

A revisão sistemática resultou na inclusão de 24 estudos científicos, selecionados após a aplicação dos critérios de elegibilidade estabelecidos pelo protocolo PRISMA 2020. Os trabalhos analisados foram

publicados entre 2005 e 2026, período que compreende a consolidação do conceito de Soluções Baseadas na Natureza (SbN) e sua crescente incorporação às discussões sobre adaptação às mudanças climáticas. Esse intervalo temporal evidencia a evolução do interesse científico pelo tema, especialmente a partir da segunda metade da década de 2010, quando organismos internacionais passaram a reconhecer as SbN como componentes estratégicos para enfrentar desafios ambientais e promover o desenvolvimento sustentável (COHEN-SHACHAM et al., 2016; NESSHÖVER et al., 2017).

A evolução temporal das publicações evidencia o crescimento do interesse pelo tema (Figura 2).

Figura 2: Evolução temporal das publicações sobre Soluções Baseadas na Natureza para adaptação às mudanças climáticas (2005–2026).

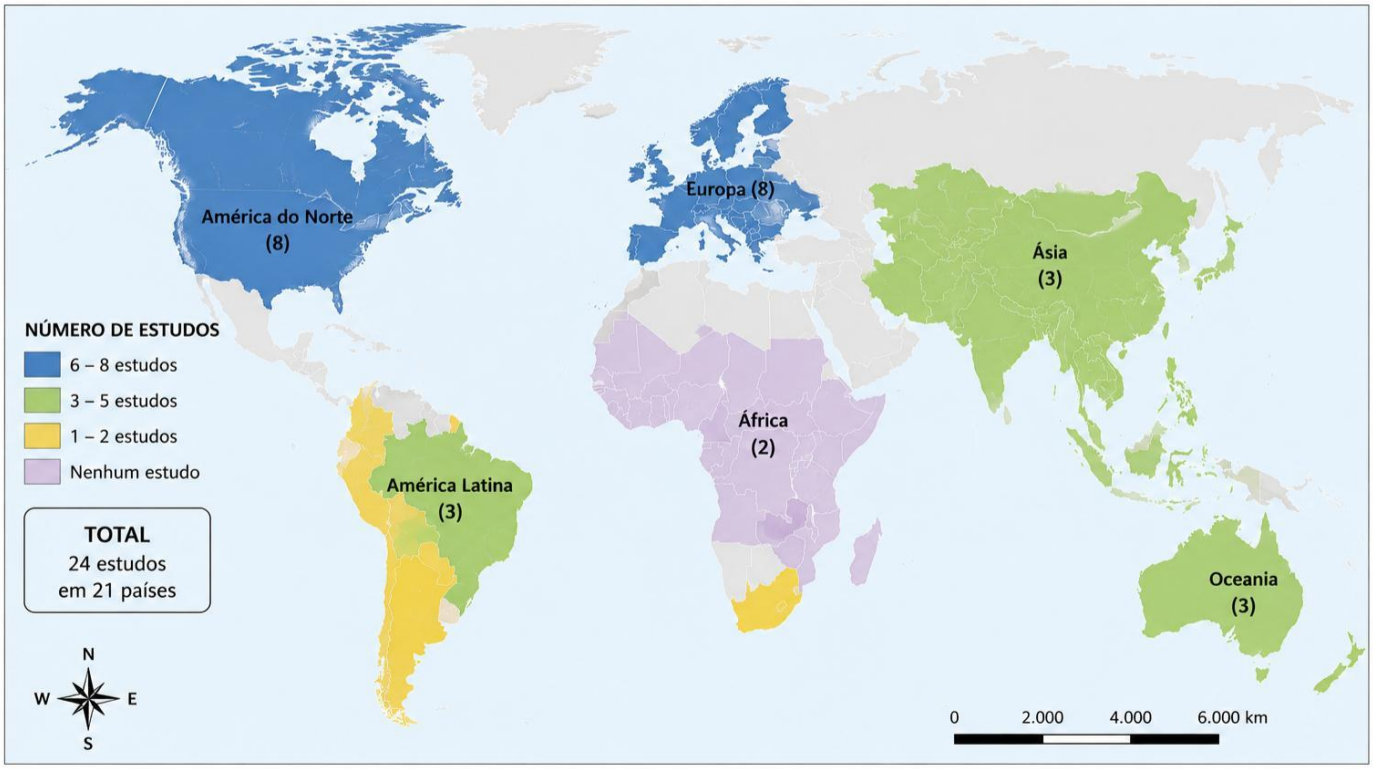


Fonte: Elaborado pela autora (2026), com base nos estudos incluídos na revisão sistemática.

Observou-se que os estudos selecionados abrangeram diferentes regiões do mundo, com predominância de pesquisas desenvolvidas na Europa, seguida pela América do Norte, Ásia e Oceania. Também foram identificados estudos realizados em países da América Latina, África e pequenos Estados insulares, refletindo a expansão da aplicação das SbN em distintos contextos socioambientais. Entretanto, verificou-se uma concentração significativa da produção científica em países desenvolvidos, indicando que regiões altamente vulneráveis às mudanças climáticas ainda permanecem sub-representadas na literatura científica (JOHNSON et al., 2022; VILLAMAYOR-TOMAS et al., 2024).

A distribuição geográfica dos estudos demonstra predominância de pesquisas em países desenvolvidos (Figura 3).

Figura 3: Distribuição geográfica dos estudos incluídos na revisão sistemática



Nota: A classificação dos estudos por país considerou a localização da área de estudo ou do contexto de aplicação da Solução Baseada na Natureza.
Fonte: Elaborado pela autora (2026), com base nos estudos incluídos na revisão sistemática.

Quanto aos ambientes investigados, verificou-se ampla diversidade de ecossistemas, incluindo áreas urbanas, florestais, agrícolas, costeiras e zonas úmidas. Os estudos realizados em ambientes urbanos concentraram-se principalmente na implantação de infraestrutura verde, arborização urbana, parques, telhados verdes e sistemas de drenagem sustentável, buscando reduzir ilhas de calor, controlar enchentes e melhorar a qualidade ambiental das cidades (KABISCH et al., 2017; FRANTZESKAKI, 2019). Em ecossistemas naturais, destacaram-se pesquisas relacionadas à restauração ecológica, conservação da biodiversidade e adaptação baseada em ecossistemas, enfatizando a importância da manutenção dos processos ecológicos para aumentar a resiliência frente às mudanças climáticas (SCARANO, 2017; SEDDON et al., 2020a).

A análise metodológica revelou predominância de revisões sistemáticas, estudos de caso e avaliações multicritério, além de pesquisas baseadas em modelagem ambiental, análise espacial e sínteses de políticas públicas. Essa diversidade metodológica demonstra que as SbN constituem um campo de investigação multidisciplinar, integrando conhecimentos provenientes da Ecologia, Ciências Ambientais, Planejamento Urbano, Engenharia Ambiental e Gestão Territorial. Apesar dessa variedade de abordagens, observou-se relativa escassez de estudos que avaliassem quantitativamente a efetividade das intervenções em longo prazo, evidenciando a necessidade de monitoramentos contínuos e indicadores padronizados para comparação entre diferentes contextos (CHAUSSON et al., 2020; BROWN et al., 2026).

De maneira geral, a caracterização dos estudos demonstra que as pesquisas sobre Soluções Baseadas na Natureza apresentam crescimento consistente e diversificação temática nas últimas duas décadas. Contudo, a distribuição desigual das investigações entre regiões geográficas e a heterogeneidade metodológica ainda representam desafios para a consolidação do conhecimento científico e para a comparação dos resultados obtidos em diferentes escalas de análise. Esses aspectos reforçam a importância de ampliar pesquisas em regiões tropicais e em países em desenvolvimento, onde os impactos das mudanças climáticas tendem a ser mais intensos e a adoção de SbN pode representar uma estratégia fundamental para promover adaptação, conservação da biodiversidade e desenvolvimento sustentável.

3.2 Principais aplicações das Soluções Baseadas na Natureza na adaptação às mudanças climáticas

A análise dos estudos incluídos evidenciou que as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) têm sido aplicadas em diferentes contextos ambientais como estratégias capazes de aumentar a capacidade adaptativa dos sistemas socioecológicos frente aos impactos das mudanças climáticas. Embora as intervenções variem em função das características ecológicas e das necessidades locais, verificou-se predominância de cinco grandes categorias de aplicação: adaptação baseada em ecossistemas, restauração ecológica, infraestrutura verde, manejo sustentável da paisagem e conservação de ecossistemas naturais. Essa diversidade demonstra que as SbN possuem caráter multifuncional, permitindo responder simultaneamente a desafios relacionados à biodiversidade, aos recursos hídricos, à segurança climática e ao bem-estar humano (COHEN-SHACHAM et al., 2016; NESSHÖVER et al., 2017).

A consolidação das SbN também foi impulsionada pelo avanço das discussões sobre infraestrutura verde e pela formulação de agendas internacionais voltadas à integração entre conservação da biodiversidade, planejamento territorial e inovação ambiental. Nesse contexto, destacam-se as contribuições de Benedict e McMahon (2006), Hansen e Pauleit (2014), Krull et al. (2015) e Faivre et al. (2017), que ampliaram a compreensão sobre o potencial das SbN para promover cidades mais resilientes e ecossistemas mais sustentáveis.

Entre as aplicações mais frequentes destacou-se a adaptação baseada em ecossistemas (Ecosystem-based Adaptation – EbA), abordagem fundamentada na utilização dos processos ecológicos para reduzir a vulnerabilidade de populações e ecossistemas aos eventos climáticos extremos. Os estudos demonstraram que a conservação de florestas, manguezais, áreas úmidas e vegetação ripária contribui para estabilizar os ciclos hidrológicos, reduzir processos erosivos, controlar enchentes e aumentar a disponibilidade hídrica, além de favorecer a manutenção da biodiversidade. Essas intervenções apresentam vantagens em relação às soluções exclusivamente baseadas em infraestrutura convencional, uma vez que proporcionam benefícios ambientais adicionais e fortalecem a resiliência ecológica em longo prazo (VIGNOLA et al., 2009; SCARANO, 2017).

As principais categorias de aplicação das SbN são sintetizadas na Figura 4.

Figura 4: Principais categorias de aplicação das Soluções Baseadas na Natureza identificadas na literatura



Fonte: Elaborado pela autora (2026), com base nos estudos incluídos na revisão sistemática.

A restauração ecológica também figurou entre as principais estratégias identificadas na literatura. Os estudos demonstraram que a recuperação de ecossistemas degradados favorece o restabelecimento dos serviços ecossistêmicos, amplia a conectividade entre habitats e aumenta a capacidade de adaptação frente às alterações climáticas. Além da recuperação da biodiversidade, a restauração contribui para o sequestro de carbono, proteção do solo, melhoria da qualidade da água e redução da suscetibilidade a eventos extremos, reforçando sua importância como instrumento de adaptação e mitigação climática (EGGERMONT et al., 2015; GRISCOM et al., 2017).

Nos ambientes urbanos, verificou-se ampla utilização da infraestrutura verde como estratégia para reduzir os impactos decorrentes da expansão urbana e das mudanças climáticas. A implantação de parques urbanos, corredores ecológicos, telhados verdes, jardins de chuva e sistemas de drenagem sustentável foi frequentemente associada à redução das ilhas de calor, melhoria da qualidade do ar, aumento da infiltração da água e diminuição dos riscos de alagamentos. Além dos benefícios ecológicos, essas intervenções proporcionam melhorias na qualidade de vida da população, ampliando áreas de lazer e promovendo maior conforto térmico nas cidades (DEMUZERE et al., 2014; KABISCH et al., 2017; FRANTZESKAKI, 2019).

Além disso, Geneletti e Zardo (2016) ressaltam que a incorporação da adaptação baseada em ecossistemas ao planejamento urbano representa uma estratégia eficiente para aumentar a capacidade adaptativa das cidades frente aos impactos das mudanças climáticas.

Outra aplicação recorrente correspondeu ao manejo sustentável das paisagens agrícolas e florestais. Os estudos destacaram práticas como sistemas agroflorestais, recuperação de matas ciliares, conservação do solo e manejo integrado dos recursos naturais, que contribuem para reduzir a vulnerabilidade da produção agrícola diante das variações climáticas. Essas práticas favorecem a manutenção da fertilidade do solo, a regulação do ciclo hidrológico e a diversificação da produção, aumentando simultaneamente a segurança alimentar e a resiliência das comunidades rurais (SEDDON et al., 2020b; JOHNSON et al., 2022).

Os ecossistemas costeiros também receberam destaque entre as aplicações das SbN. A conservação e restauração de manguezais, marismas e áreas úmidas costeiras mostraram-se altamente eficazes na redução dos impactos de tempestades, erosão costeira e elevação do nível do mar. Além da proteção das comunidades costeiras, esses ecossistemas desempenham papel fundamental no armazenamento de carbono e na manutenção da biodiversidade marinha, constituindo importantes aliados das estratégias globais de adaptação climática (NARAYAN et al., 2017; BROWN et al., 2026).

De maneira geral, os resultados demonstram que as Soluções Baseadas na Natureza apresentam ampla diversidade de aplicações e elevada capacidade de integração entre conservação ambiental, adaptação climática e desenvolvimento sustentável. Entretanto, a efetividade dessas estratégias depende da adequação das intervenções às características locais, da disponibilidade de informações científicas e da incorporação das SbN aos instrumentos de planejamento territorial e às políticas públicas, fatores considerados essenciais para ampliar sua implementação em diferentes escalas (RAYMOND et al., 2017; SEDDON et al., 2020a).

3.3 Benefícios ambientais, sociais e econômicos das Soluções Baseadas na Natureza

Os estudos analisados demonstraram que as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) produzem benefícios que extrapolam a adaptação às mudanças climáticas, promovendo simultaneamente ganhos ambientais, sociais e econômicos. Essa característica multifuncional constitui um dos principais diferenciais dessa abordagem, uma vez que permite enfrentar diferentes desafios ambientais por meio da conservação, restauração e manejo sustentável dos ecossistemas (SEDDON et al., 2020a; JOHNSON t al., 2022).

No âmbito ambiental, verificou-se que as SbN contribuem significativamente para a conservação da biodiversidade e para a recuperação das funções ecológicas dos ecossistemas. A restauração de áreas degradadas, a proteção de florestas, manguezais, áreas úmidas e matas ciliares favorecem a manutenção de habitats, ampliam a conectividade entre fragmentos florestais e reduzem os efeitos da fragmentação da paisagem. Além disso, essas intervenções promovem a proteção dos recursos hídricos, o controle da erosão, a melhoria da qualidade do solo e o aumento da capacidade de sequestro e armazenamento de carbono, fortalecendo simultaneamente as estratégias de adaptação e mitigação das mudanças climáticas (GRISCOM et al., 2017; SCARANO, 2017).

Esses resultados são consistentes com a Avaliação Global da Plataforma Intergovernamental sobre Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, que destaca a conservação dos ecossistemas como elemento

essencial para manter os serviços ecossistêmicos responsáveis pelo bem-estar humano e pela redução da vulnerabilidade climática (IPBES, 2019).

Outro benefício amplamente relatado refere-se à manutenção dos serviços ecossistêmicos. Os estudos evidenciaram que ecossistemas conservados desempenham funções essenciais para o equilíbrio ambiental, incluindo regulação climática, provisão de água, polinização, ciclagem de nutrientes e proteção contra desastres naturais. Em regiões costeiras, por exemplo, manguezais e áreas úmidas atuam como barreiras naturais contra tempestades, ressacas e processos erosivos, reduzindo significativamente a vulnerabilidade das comunidades humanas aos eventos climáticos extremos (REID et al., 2005; NARAYAN et al., 2017).

Nos ambientes urbanos, os benefícios ambientais também foram expressivos. A implantação de infraestrutura verde contribui para reduzir as ilhas de calor, aumentar a infiltração da água da chuva, melhorar a qualidade do ar e ampliar a cobertura vegetal nas cidades. Essas intervenções reduzem a impermeabilização do solo, diminuem a ocorrência de alagamentos e proporcionam ambientes urbanos mais resilientes frente às alterações climáticas. Paralelamente, parques urbanos, corredores verdes e áreas arborizadas favorecem a conservação da biodiversidade local e ampliam a conectividade ecológica em áreas intensamente modificadas pelas atividades humanas (DEMUZERE et al., 2014; KABISCH et al., 2017).

Os benefícios sociais identificados pela literatura envolveram principalmente a melhoria da qualidade de vida das populações. A expansão das áreas verdes urbanas foi associada à redução do estresse térmico, ao incentivo às atividades recreativas e à promoção da saúde física e mental. Em áreas rurais, práticas baseadas no manejo sustentável dos recursos naturais contribuíram para aumentar a segurança hídrica, fortalecer os meios de subsistência das comunidades e reduzir a vulnerabilidade social diante dos impactos climáticos. Os estudos também destacaram que a participação das comunidades locais no planejamento e na implementação das SbN favorece maior aceitação das intervenções, fortalece a governança ambiental e amplia a efetividade das ações desenvolvidas (RAYMOND et al., 2017; FRANTZESKAKI, 2019).

Sob a perspectiva econômica, verificou-se que as SbN podem representar alternativas economicamente vantajosas quando comparadas a soluções exclusivamente baseadas em infraestrutura convencional. Embora algumas intervenções demandem investimentos iniciais, os benefícios obtidos ao longo do tempo, como redução dos custos associados a enchentes, recuperação de áreas degradadas, tratamento de água, controle da erosão e manutenção da produtividade agrícola, frequentemente superam os gastos de implantação e manutenção. Além disso, diversas iniciativas geram oportunidades de emprego, valorização dos serviços ambientais e fortalecimento de atividades econômicas sustentáveis, especialmente em regiões dependentes dos recursos naturais (CHAUSSON et al., 2020; VILLAMAYOR-TOMAS et al., 2024).

Os benefícios ambientais, sociais e econômicos das SbN estão representados na Figura 5.

Figura 5: Benefícios ambientais, sociais e econômicos das Soluções Baseadas na Natureza para adaptação às mudanças climáticas



Fonte: Elaborado pela autora (2026), com base nos estudos incluídos na revisão sistemática.

De maneira geral, os resultados demonstram que as Soluções Baseadas na Natureza constituem estratégias capazes de produzir múltiplos benefícios de forma integrada, conciliando conservação ambiental, adaptação às mudanças climáticas e desenvolvimento socioeconômico. Entretanto, a maximização desses benefícios depende de planejamento adequado, monitoramento contínuo e integração entre conhecimento científico, políticas públicas e participação social, fatores considerados essenciais para ampliar a efetividade e a sustentabilidade dessas intervenções em diferentes contextos ambientais (ANDRADE et al., 2020; BROWN et al., 2026).

3.4 Desafios para a implementação das Soluções Baseadas na Natureza

Apesar do crescente reconhecimento das Soluções Baseadas na Natureza (SbN) como estratégias eficazes para a adaptação às mudanças climáticas, os estudos analisados evidenciaram que sua implementação ainda enfrenta importantes desafios de natureza técnica, institucional, econômica e social. Essas limitações dificultam a ampliação das iniciativas e reduzem seu potencial de integração às políticas públicas de adaptação climática e conservação ambiental (SEDDON et al., 2020b; JOHNSON et al., 2022).

Um dos principais desafios identificados refere-se à ausência de mecanismos de governança capazes de integrar diferentes setores e escalas de planejamento. As SbN envolvem temas relacionados à gestão dos recursos hídricos, conservação da biodiversidade, planejamento urbano, agricultura e desenvolvimento territorial, exigindo articulação entre órgãos governamentais, setor privado, comunidade científica e

populações locais. Entretanto, a fragmentação institucional e a limitada coordenação entre essas áreas frequentemente comprometem o planejamento e a continuidade das ações, reduzindo sua efetividade ao longo do tempo (NESSHÖVER et al., 2017; ANDRADE et al., 2020).

Outro obstáculo recorrente está relacionado ao financiamento das iniciativas. Embora diversos estudos demonstrem que as SbN apresentam elevada relação custo-benefício quando analisadas em longo prazo, sua implementação ainda depende de investimentos iniciais que muitas vezes não estão disponíveis, especialmente em países em desenvolvimento. Além disso, os mecanismos de financiamento climático continuam direcionando parcela significativa dos recursos para soluções de engenharia convencional, limitando a expansão de projetos baseados na conservação e restauração dos ecossistemas (UNEP, 2024; VILLAMAYOR-TOMAS et al., 2024).

A literatura também destacou a carência de indicadores padronizados para avaliar a efetividade das SbN. Os estudos utilizaram diferentes metodologias, escalas espaciais e indicadores ambientais, sociais e econômicos, dificultando comparações entre projetos desenvolvidos em distintas regiões. Essa heterogeneidade metodológica limita a consolidação de evidências científicas robustas e dificulta a definição de parâmetros para orientar políticas públicas e programas de monitoramento ambiental (CHAUSSON et al., 2020; JOHNSON et al., 2022).

Outro aspecto frequentemente mencionado refere-se à necessidade de monitoramentos de longo prazo. Grande parte das pesquisas avaliou resultados obtidos poucos anos após a implementação das intervenções, enquanto muitos benefícios das SbN, como recuperação da biodiversidade, restauração das funções ecológicas e aumento da resiliência dos ecossistemas, tornam-se mais evidentes apenas em períodos prolongados. A escassez de séries temporais contínuas reduz a capacidade de compreender plenamente a efetividade dessas estratégias frente aos impactos das mudanças climáticas (BROWN et al., 2026; SEDDON et al., 2020b).

Também foram identificadas limitações relacionadas à participação social e ao envolvimento das comunidades locais. Os estudos demonstraram que projetos desenvolvidos sem processos participativos apresentam maior probabilidade de enfrentar conflitos de uso da terra, resistência dos atores envolvidos e dificuldades na manutenção das ações implementadas. Em contrapartida, iniciativas construídas de forma participativa tendem a fortalecer a governança ambiental, ampliar a aceitação das medidas adotadas e favorecer a continuidade das intervenções, especialmente em áreas rurais e regiões vulneráveis às mudanças climáticas (RAYMOND et al., 2017; FRANTZESKAKI, 2019).

Por fim, verificou-se que a diversidade conceitual associada às Soluções Baseadas na Natureza ainda representa um desafio para sua consolidação científica e institucional. A utilização de diferentes terminologias, como adaptação baseada em ecossistemas, infraestrutura verde, soluções climáticas naturais e restauração ecológica, pode gerar interpretações distintas sobre os objetivos e critérios de implementação das SbN. Essa falta de uniformidade evidencia a necessidade de fortalecer marcos conceituais comuns e promover maior

integração entre pesquisa científica, planejamento territorial e formulação de políticas públicas (COHEN-SHACHAM et al., 2016; NESSHÖVER et al., 2017).

Em conjunto, esses resultados indicam que o avanço das Soluções Baseadas na Natureza depende não apenas do desenvolvimento de novas evidências científicas, mas também do fortalecimento da governança, da ampliação dos investimentos, da padronização de métodos de avaliação e da participação efetiva da sociedade. A superação desses desafios será fundamental para ampliar a adoção das SbN como componente estratégico das políticas globais de adaptação às mudanças climáticas e de promoção do desenvolvimento sustentável.

3.5 Lacunas do conhecimento e perspectivas futuras

A análise da literatura permitiu identificar importantes lacunas que ainda limitam o avanço do conhecimento sobre as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) como estratégia de adaptação às mudanças climáticas. Embora o número de publicações tenha aumentado de forma significativa nas últimas décadas, os estudos demonstram que a consolidação dessa abordagem ainda depende do desenvolvimento de pesquisas mais abrangentes, metodologicamente padronizadas e representativas de diferentes contextos socioambientais (JOHNSON et al., 2022; SEDDON et al., 2020b).

Uma das principais lacunas refere-se à distribuição geográfica das pesquisas. Observou-se predominância de estudos conduzidos em países europeus e norte-americanos, enquanto regiões tropicais, especialmente América Latina, África e parte da Ásia, permanecem relativamente pouco investigadas. Essa desigualdade é preocupante, pois muitos desses territórios concentram elevada biodiversidade e figuram entre os mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas. A ampliação de pesquisas nesses locais permitirá compreender melhor a efetividade das SbN em diferentes condições ecológicas, sociais e econômicas, subsidiando estratégias mais adequadas às realidades locais (VILLAMAYOR-TOMAS et al., 2024; BROWN et al., 2026).

Outra lacuna importante diz respeito à ausência de indicadores padronizados para mensurar os resultados das intervenções. Os estudos utilizaram diferentes métricas para avaliar benefícios ecológicos, sociais e econômicos, dificultando comparações entre projetos e a elaboração de sínteses quantitativas. O desenvolvimento de protocolos padronizados de monitoramento poderá fortalecer a produção de evidências científicas e facilitar a incorporação das SbN aos processos de planejamento e avaliação de políticas públicas (CHAUSSON et al., 2020; ANDRADE et al., 2020).

Os relatórios anuais do Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente também demonstram que, apesar do aumento dos investimentos em adaptação climática, ainda existe um déficit significativo entre as necessidades globais e os recursos efetivamente destinados à implementação de medidas baseadas na natureza. Essa tendência foi observada de forma contínua nos Adaptation Gap Reports publicados entre 2020 e 2025 (UNEP, 2020, 2021, 2022, 2023, 2024, 2025).

Também foi constatada a necessidade de ampliar estudos de longo prazo. Grande parte das pesquisas disponíveis analisa resultados obtidos poucos anos após a implantação das intervenções, enquanto diversos benefícios das SbN, como recuperação da biodiversidade, restabelecimento dos serviços ecossistêmicos e aumento da resiliência dos ecossistemas, manifestam-se gradualmente. Assim, programas contínuos de monitoramento são essenciais para avaliar a permanência e a efetividade dessas soluções diante da intensificação das mudanças climáticas (SEDDON et al., 2020a; UNEP, 2025).

Outra perspectiva promissora refere-se à incorporação de novas tecnologias para o planejamento e monitoramento das SbN. Ferramentas de sensoriamento remoto, Sistemas de Informação Geográfica (SIG), drones, modelagem espacial e inteligência artificial apresentam elevado potencial para acompanhar a evolução das áreas restauradas, quantificar alterações na cobertura vegetal, avaliar serviços ecossistêmicos e identificar áreas prioritárias para implementação de intervenções. A integração dessas tecnologias poderá ampliar a precisão das análises e subsidiar decisões mais eficientes na gestão ambiental e territorial (JOHNSON et al., 2022).

Por fim, os estudos indicam que futuras pesquisas devem priorizar abordagens interdisciplinares capazes de integrar conhecimentos ecológicos, sociais, econômicos e institucionais. A participação de comunidades locais, gestores públicos e diferentes setores da sociedade é indispensável para garantir que as Soluções Baseadas na Natureza sejam planejadas de forma inclusiva e adaptadas às necessidades de cada território. Dessa forma, além de ampliar a produção científica, será possível fortalecer a aplicação prática das SbN como instrumento estratégico para enfrentar as mudanças climáticas, conservar a biodiversidade e promover o desenvolvimento sustentável em escala global (NESSHÖVER et al., 2017; RAYMOND et al., 2017).

Em síntese, as lacunas identificadas demonstram que o avanço das Soluções Baseadas na Natureza depende da expansão das pesquisas em regiões pouco estudadas, da padronização de métodos de avaliação, do fortalecimento dos programas de monitoramento de longo prazo e da integração entre ciência, inovação tecnológica e formulação de políticas públicas. O preenchimento dessas lacunas contribuirá para consolidar as SbN como uma das principais estratégias de adaptação climática e de promoção da sustentabilidade nas próximas décadas.

3.6 Síntese das evidências e implicações para a gestão ambiental

A síntese dos estudos analisados demonstra que as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) representam uma abordagem integrada e multifuncional para a adaptação às mudanças climáticas, conciliando a conservação da biodiversidade, a restauração dos ecossistemas e a promoção do bem-estar humano. Diferentemente das estratégias convencionais baseadas exclusivamente em infraestrutura cinza, as SbN utilizam os processos ecológicos para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas socioecológicos, proporcionando

benefícios ambientais, sociais e econômicos de forma simultânea (COHEN-SHACHAM et al., 2016; SEDDON et al., 2020b).

Os resultados evidenciaram que a efetividade das SbN está diretamente relacionada às características ambientais de cada território e ao planejamento adequado das intervenções. Ecossistemas conservados ou restaurados apresentaram maior capacidade de regular processos hidrológicos, reduzir riscos associados a eventos climáticos extremos, conservar habitats naturais e manter a oferta de serviços ecossistêmicos essenciais. Esses benefícios reforçam o papel estratégico da conservação da natureza como componente fundamental das políticas de adaptação climática e desenvolvimento sustentável (SCARANO, 2017; CHAUSSON et al., 2020).

Outro aspecto recorrente na literatura foi a necessidade de integrar as SbN aos instrumentos de planejamento territorial e às políticas públicas. Os estudos indicaram que iniciativas desenvolvidas de forma isolada apresentam menor capacidade de produzir resultados duradouros, enquanto estratégias incorporadas aos planos de gestão ambiental, ordenamento urbano, gestão de recursos hídricos e conservação da biodiversidade tendem a alcançar maior efetividade e permanência ao longo do tempo (ANDRADE et al., 2020; RAYMOND et al., 2017).

A análise também evidenciou que a participação das comunidades locais constitui um dos principais fatores associados ao sucesso das SbN. Projetos construídos de forma participativa favorecem a incorporação dos conhecimentos tradicionais, ampliam a aceitação social das intervenções e fortalecem os mecanismos de governança ambiental. Dessa forma, a adaptação às mudanças climáticas deixa de depender exclusivamente de soluções tecnológicas e passa a considerar aspectos sociais, culturais e econômicos indispensáveis para a sustentabilidade das ações implementadas (FRANTZESKAKI, 2019; VILLAMAYOR-TOMAS et al., 2024).

Entretanto, a consolidação das SbN ainda requer o fortalecimento da cooperação entre pesquisadores, gestores públicos, setor privado e sociedade civil. A ampliação dos investimentos em pesquisa, a criação de mecanismos permanentes de financiamento e o desenvolvimento de indicadores padronizados para monitoramento e avaliação constituem medidas essenciais para aumentar a confiabilidade das evidências científicas e orientar a tomada de decisão. Além disso, a incorporação de tecnologias como Sistemas de Informação Geográfica (SIG), sensoriamento remoto, modelagem ambiental e inteligência artificial poderá aprimorar o planejamento, a implementação e o acompanhamento das intervenções em diferentes escalas espaciais (JOHNSON et al., 2022; BROWN et al., 2026).

Em síntese, as evidências reunidas nesta revisão indicam que as Soluções Baseadas na Natureza possuem elevado potencial para fortalecer a resiliência dos ecossistemas e das sociedades diante das mudanças climáticas. Contudo, sua efetividade depende da integração entre conhecimento científico, planejamento territorial, governança participativa e investimentos contínuos em conservação e restauração ambiental. Dessa forma, as SbN consolidam-se como um dos principais caminhos para promover adaptação climática,

conservação da biodiversidade e desenvolvimento sustentável, contribuindo para respostas mais eficientes aos desafios ambientais do século XXI.

4 Considerações finais

As evidências sintetizadas nesta revisão sistemática demonstram que as Soluções Baseadas na Natureza (SbN) constituem uma abordagem promissora para fortalecer a adaptação às mudanças climáticas, ao mesmo tempo em que promovem a conservação da biodiversidade, a restauração dos ecossistemas e a manutenção dos serviços ecossistêmicos. A análise dos 24 estudos incluídos evidenciou que essas soluções apresentam ampla aplicabilidade em diferentes contextos ambientais, abrangendo áreas urbanas, florestais, agrícolas e costeiras, onde contribuem para reduzir a vulnerabilidade dos sistemas socioecológicos frente aos impactos das alterações climáticas.

Os resultados indicaram que as principais aplicações das SbN se concentram na adaptação baseada em ecossistemas, restauração ecológica, infraestrutura verde e manejo sustentável das paisagens, estratégias que proporcionam benefícios ambientais, sociais e econômicos de forma integrada. Entre os principais benefícios identificados destacam-se a proteção da biodiversidade, o aumento da resiliência ecológica, a melhoria da qualidade dos recursos hídricos, a redução dos riscos associados a eventos climáticos extremos, o sequestro de carbono, além da promoção do bem-estar humano e do fortalecimento da segurança hídrica e alimentar.

Entretanto, a revisão também evidenciou importantes desafios para a ampliação dessas estratégias, incluindo limitações relacionadas à governança, ao financiamento, à ausência de indicadores padronizados para avaliação da efetividade das intervenções e à escassez de estudos com monitoramento de longo prazo. Além disso, observou-se que a produção científica permanece concentrada em países desenvolvidos, enquanto regiões altamente vulneráveis às mudanças climáticas, especialmente nos países tropicais e em desenvolvimento, ainda apresentam reduzida representatividade na literatura.

Nesse contexto, torna-se fundamental ampliar pesquisas que integrem diferentes escalas de análise, ecossistemas e realidades socioeconômicas, bem como desenvolver metodologias padronizadas capazes de avaliar os múltiplos benefícios proporcionados pelas SbN. A incorporação de tecnologias como Sistemas de Informação Geográfica (SIG), sensoriamento remoto, modelagem ambiental e inteligência artificial representa uma perspectiva promissora para aperfeiçoar o planejamento, o monitoramento e a avaliação dessas intervenções, subsidiando políticas públicas mais eficientes e estratégias de gestão territorial baseadas em evidências científicas.

Conclui-se que as Soluções Baseadas na Natureza não devem ser compreendidas apenas como instrumentos de conservação ambiental, mas como componentes estratégicos para a adaptação às mudanças climáticas e para a promoção do desenvolvimento sustentável. Sua implementação, quando fundamentada em planejamento integrado, participação social e conhecimento científico, possui potencial para fortalecer a resiliência dos ecossistemas e das sociedades diante dos desafios ambientais contemporâneos. Dessa forma,

esta revisão contribui para a sistematização do conhecimento sobre o tema, identifica lacunas que demandam investigação futura e reforça a importância das SbN como elemento central das agendas globais de sustentabilidade e adaptação climática.

Referências

ANDRADE, A.; COHEN-SHACHAM, E.; DALTON, J. et al. **IUCN Global Standard for Nature-based Solutions: First Edition**. Gland: IUCN, 2020. DOI: https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2020.08.en.

BENEDICT, M. A.; MCMAHON, E. T. **Green Infrastructure: Linking Landscapes and Communities.** Washington, DC: Island Press, 2006.

BROWN, Z.; KENDALL, K.; O'DONNELL, E.; TAVASI, L.; SEDDON, N. Nature-based solutions for climate adaptation in small island developing states: a systematic review. **Frontiers in Environmental Science**, 2026. DOI: https://doi.org/10.3389/fenvs.2025.1706713.

CHAUSSON, A.; TURNER, B.; SEDDON, D.; CHABANEIX, N. et al. Mapping the effectiveness of nature-based solutions for climate change adaptation. **Global Change Biology**, 2020. DOI: https://doi.org/10.1111/gcb.15310.

COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; MAGINNIS, S.; JANZEN, C. **Nature-based Solutions to Address Global Societal Challenges**. Gland: IUCN, 2016. DOI: https://doi.org/10.2305/IUCN.CH.2016.13.en.

DEMUZERE, M.; ORRU, K.; HEIDRICH, O. et al. Mitigating and adapting to climate change: Multi-functional and multi-scale assessment of green urban infrastructure. **Journal of Environmental Management**, 2014. DOI: https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2014.07.025.

EGGERMONT, H.; BALIAN, E.; AZEVEDO, J. M. N. et al. Nature-based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe. **GAIA – Ecological Perspectives for Science and Society**, 2015. DOI: https://doi.org/10.14512/gaia.24.4.9.

FAIVRE, N.; FRITZ, M.; FREITAS, T.; DE BOISSEZON, B.; VANDEWOESTIJNE, S. Nature-Based Solutions in the EU. **Environmental Research**, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envres.2017.08.032.

FRANTZESKAKI, N. Seven lessons for planning nature-based solutions in cities. **Environmental Science & Policy**, 2019. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.033.

GENELETTI, D.; ZARDO, L. Ecosystem-based adaptation in cities: Na analysis of European urban climate adaptation plans. **Land Use Policy**, 2016. DOI: https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2015.09.003.

GRISCOM, B. W. et al. Natural climate solutions. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 2017. DOI: https://doi.org/10.1073/pnas.1710465114.

HANSEN, R.; PAULEIT, S. From multifunctionality to multiple ecosystem services? A conceptual framework for multifunctional green infrastructure planning. **Ambio**, 2014. DOI: https://doi.org/10.1007/s13280-014-0510-2.

IPBES. **Summary for Policymakers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services**. Bonn: IPBES, 2019.

JOHNSON, B. A.; KUMAR, P.; OKANO, N. et al. Nature-based solutions for climate change adaptation: A systematic review of systematic reviews. **Nature-Based Solutions**, 2022. DOI: https://doi.org/10.1016/j.nbsj.2022.100042.

KABISCH, N.; KORN, H.; STADLER, J.; BONN, A. **Nature-Based Solutions to Climate Change Adaptation in Urban Areas**. Cham: Springer, 2017. DOI: https://doi.org/10.1007/978-3-319-56091-5_1.

KRULL, W.; BERRY, P.; BAUDUCEAU, N. et al. **Towards na EU Research and Innovation Policy Agenda for Nature-Based Solutions & Re-Naturing Cities**. Luxembourg: Publications Office of the European Union, 2015. DOI: https://doi.org/10.2777/765301.

NARAYAN, S.; BECK, M. W.; WILSON, P. et al. The value of coastal wetlands for flood damage reduction in the northeastern USA. **Scientific Reports**, 2017. DOI: https://doi.org/10.1038/s41598-017-09269-z.

NESSHÖVER, C.; ASSMUTH, T.; IRVINE, K. N. et al. The science, policy and practice of nature-based solutions: An interdisciplinary perspective. **Science of the Total Environment**, 2017. DOI: https://doi.org/10.1136/bmj.n71.

PAGE, M. J.; MCKENZIE, J. E.; BOSSUYT, P. M. et al. The PRISMA 2020 statement: An updated guideline for reporting systematic reviews. **BMJ**, 2021. DOI: https://doi.org/10.1136/bmj.n71.

RAYMOND, C. M.; FRANTZESKAKI, N.; KABISCH, N. et al. A framework for assessing and implementing the co-benefits of nature-based solutions in urban areas. **Environmental Science & Policy**, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.envsci.2017.07.008.

REID, W. V.; MOONEY, H. A.; CROPPER, A. et al. Millennium Ecosystem Assessment: Ecosystems and Human Well-being: Synthesis. Washington, DC: **Island Press**, 2005. Disponível em: https://www.millenniumassessment.org/documents/document.353.aspx.pdf. Acesso em: 16 jul. 2026.

SCARANO, F. R. Ecosystem-based adaptation to climate change: Concept, scalability and a role for conservation science. **Perspectives in Ecology and Conservation**, 2017. DOI: https://doi.org/10.1016/j.pecon.2017.05.003.

SEDDON, N.; CHAUSSON, A.; BERRY, P. et al. Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, 2020. DOI: https://doi.org/10.1098/rstb.2019.0120.

SEDDON, N.; DANIELS, E.; DAVIS, R. et al. Global recognition of the importance of nature-based solutions to the impacts of climate change. **Global Sustainability**, 2020. DOI: https://doi.org/10.1017/sus.2020.8.

UNEP. Adaptation Gap Report. 2020. Disponível em: https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2020

UNEP. Adaptation Gap Report. 2021. Disponível em: https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2021

UNEP. Adaptation Gap Report. 2022. Disponível em: https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2022

UNEP. Adaptation Gap Report. 2023. Disponível em: https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2023

UNEP. Adaptation Gap Report. 2024. Disponível em: https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2024

UNEP. Adaptation Gap Report. 2025. Disponível em: https://www.unep.org/resources/adaptation-gap-report-2025

VIGNOLA, R.; LOCATELLI, B.; MARTÍNEZ-ALONSO, C.; IMBACH, P. Ecosystem-based adaptation to climate change. **Mitigation and Adaptation Strategies for Global Change**, 2009. DOI: https://doi.org/10.1007/s11027-009-9193-6.

VILLAMAYOR-TOMAS, S.; BISARO, A.; MOULL, K. et al. Developing countries can adapt to climate change effectively using nature-based solutions. **Communications Earth & Environment**, 2024. DOI: https://doi.org/10.1038/s43247-024-01356-0.