



PROJETO

FERRAMENTA ANALÍTICA PARA ORIENTAR A MITIGAÇÃO DE DESASTRES AMBIENTAIS POR MEIO DE SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

GUIA DE APOIO

TOMADA DE DECISÃO PARA O MANEJO DE DESASTRES AMBIENTAIS VIA SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA

CONTATO

INSTITUTO INTERNACIONAL PARA SUSTENTABILIDADE (IIS)

E-MAIL: CONTATO@IIS-RIO.ORG

SITE: WWW.IIS-RIO.ORG

O Instituto Internacional para Sustentabilidade (IIS) é uma organização sem fins lucrativos com sede no Rio de Janeiro, dedicada à produção de conhecimento aplicado para promover o desenvolvimento sustentável. Atua em áreas como clima, biodiversidade, infraestrutura verde e soluções baseadas na natureza, buscando integrar ciência, políticas públicas e sociedade.

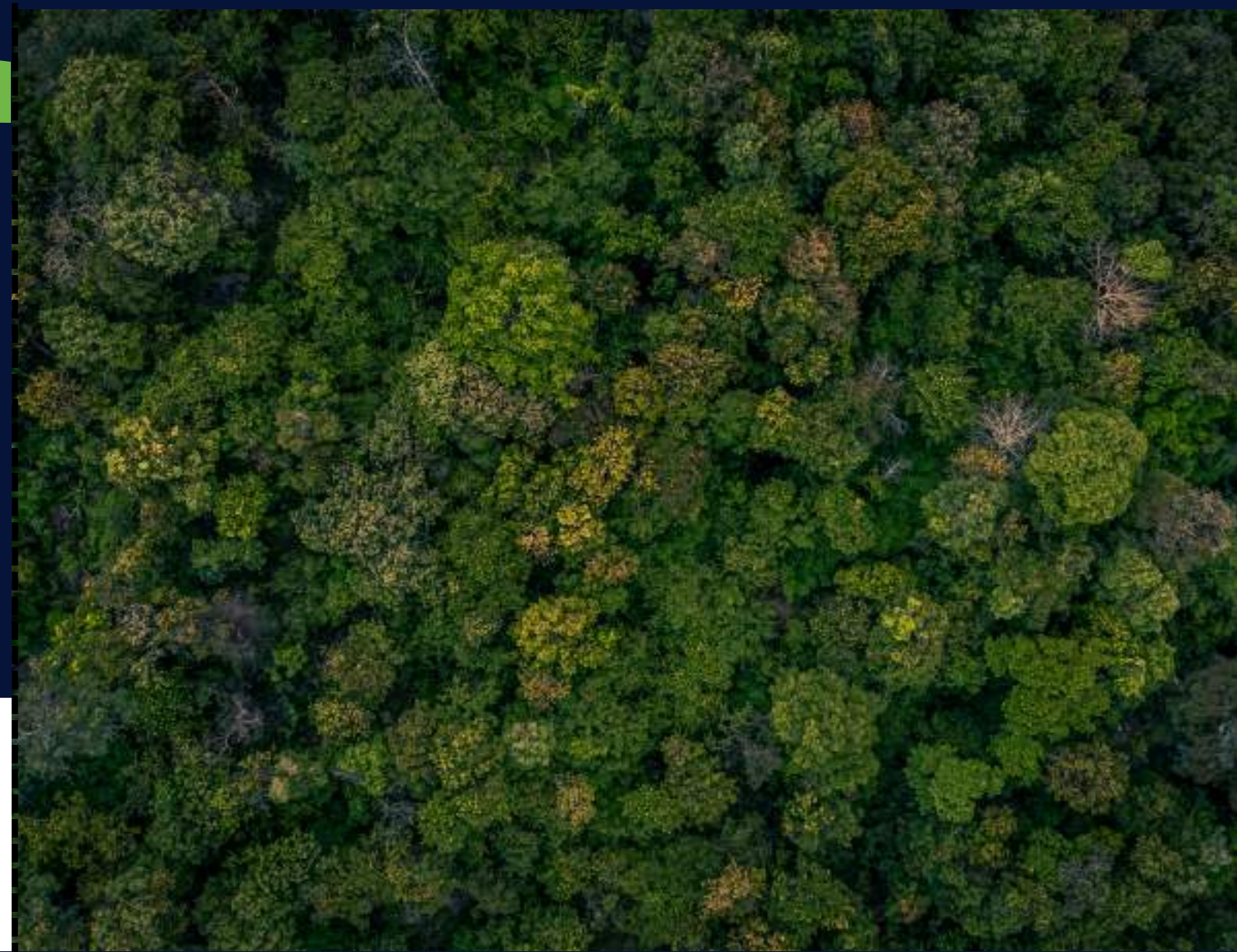
FINANCIAMENTO:



Research Fund



APOIO:



FICHA TÉCNICA

Direção geral
Agnieszka Latawiec
Bernardo Strassburg

Autores
Fernando Resende
Viviane Dib
Stella Manes
Julia Niemeyer
Luiz Gustavo Oliveira
Fernanda D. Gomes
Agnieszka Latawiec
Rafael Loyola
Juliana de Almeida-Rocha

Coordenação técnica
Viviane Dib

Gestão de projeto
Carolina Salcedo
Maiara Mendes

Comunicação e design
Carolina Mazzi
Giulia Cezini
Julia Venegas



VENCEDOR DO BES SCENARIOS MODELLING INITIATIVE

O projeto foi um dos cinco vencedores do “BES Scenarios Modelling Initiative”, promovido pela Swiss Re Foundation, em parceria com o AXA Research Fund e o WWF, com apoio técnico da EY. A iniciativa apoia o desenvolvimento de cenários de biodiversidade e serviços ecossistêmicos (BES) que sejam cientificamente sólidos e, ao mesmo tempo, aplicáveis por governos e empresas para avaliar riscos e orientar políticas de resiliência. O reconhecimento destaca a relevância do projeto em propor soluções inovadoras para enfrentar a perda de biodiversidade, apoiando a formulação de estratégias globais de adaptação e sustentabilidade.



VENCEDOR DO PRÊMIO MAPBIOMAS 2025

O projeto foi um dos vencedores do 7º Prêmio MapBiomias na categoria Emergência Climática, que estreou nessa edição. A cerimônia de entrega foi realizada no 7 de julho de 2025, em São Paulo. O prêmio, em parceria com o Instituto Ciência Hoje, reconheceu nove projetos que estimularam e ampliaram aplicações e trabalhos com dados de qualquer produto, módulo ou iniciativa MapBiomias, que envolve uma rede colaborativa e multi-institucional, com mais de 100 instituições em 14 países.



SAIBA MAIS SOBRE ESTE ESTUDO:

APRESENTAÇÃO

Este documento apresenta um guia para a gestão de riscos de desastres ambientais por meio da implementação de Soluções baseadas na Natureza (SbN), fornecendo uma estrutura para apoiar os processos de tomada de decisão e planejamento para adaptação climática.

A abordagem integra dados de serviços ecossistêmicos (SE), biodiversidade e vulnerabilidade social e identifica áreas prioritárias para as intervenções, orientando os investimentos que mais vão promover benefícios sociais e ambientais.

O estado do Rio de Janeiro (RJ) foi utilizado como estudo de caso, mas a ferramenta é adaptável a diferentes contextos e necessidades locais.

Os resultados para o RJ indicaram que as SbN implementadas em áreas prioritárias poderiam oferecer melhoras expressivas para:



CONTROLE DE INUNDAÇÕES

CONFORTO TÉRMICO

PROTEÇÃO COSTEIRA



Soluções baseadas na Natureza (SbN)

Ações que protegem, restauram ou gerenciam ecossistemas para resolver problemas sociais globais, proporcionando benefícios para a natureza e a sociedade de forma ecologicamente sustentável, socialmente equitativa e economicamente viável.

(IUCN, 2016).

O Plano de Adaptação às Mudanças Climáticas do Rio de Janeiro (SEA/INEA, 2018) serviu como base para a construção do estudo de caso. Também foram utilizadas a série histórica de uso do solo do projeto MapBiomias (MapBiomias, 2023) e diversas bases de dados de clima e solo para subsidiar a modelagem dos SE em diferentes cenários.

A FERRAMENTA É COMPOSTA POR UM FRAMEWORK CONCEITUAL E UM OPERACIONAL.

O framework conceitual destaca os elementos-chave que devem ser considerados pelos tomadores de decisão na implementação de SbN na gestão de riscos de desastres ambientais. É uma síntese visual e teórica do processo de gestão de riscos ambientais com foco em SbN. Ele parte da identificação de pressões e vetores locais de desastres ambientais, que afetam o estado da natureza (biodiversidade, SE e aspectos culturais e socioeconômicos). A partir disso, são definidos os SE prioritários para análise de ganhos ou perdas em cenários futuros. A sobreposição desses resultados com dados de vulnerabilidade social define as áreas prioritárias para implementação de SbN.



DICAS PARA APLICAÇÃO

Utilize dados espaciais atualizados e validados.

Adapte o framework às condições regionais e necessidades locais.

Explore os cobenefícios das SbN escolhidas

Priorize áreas de maior vulnerabilidade social.

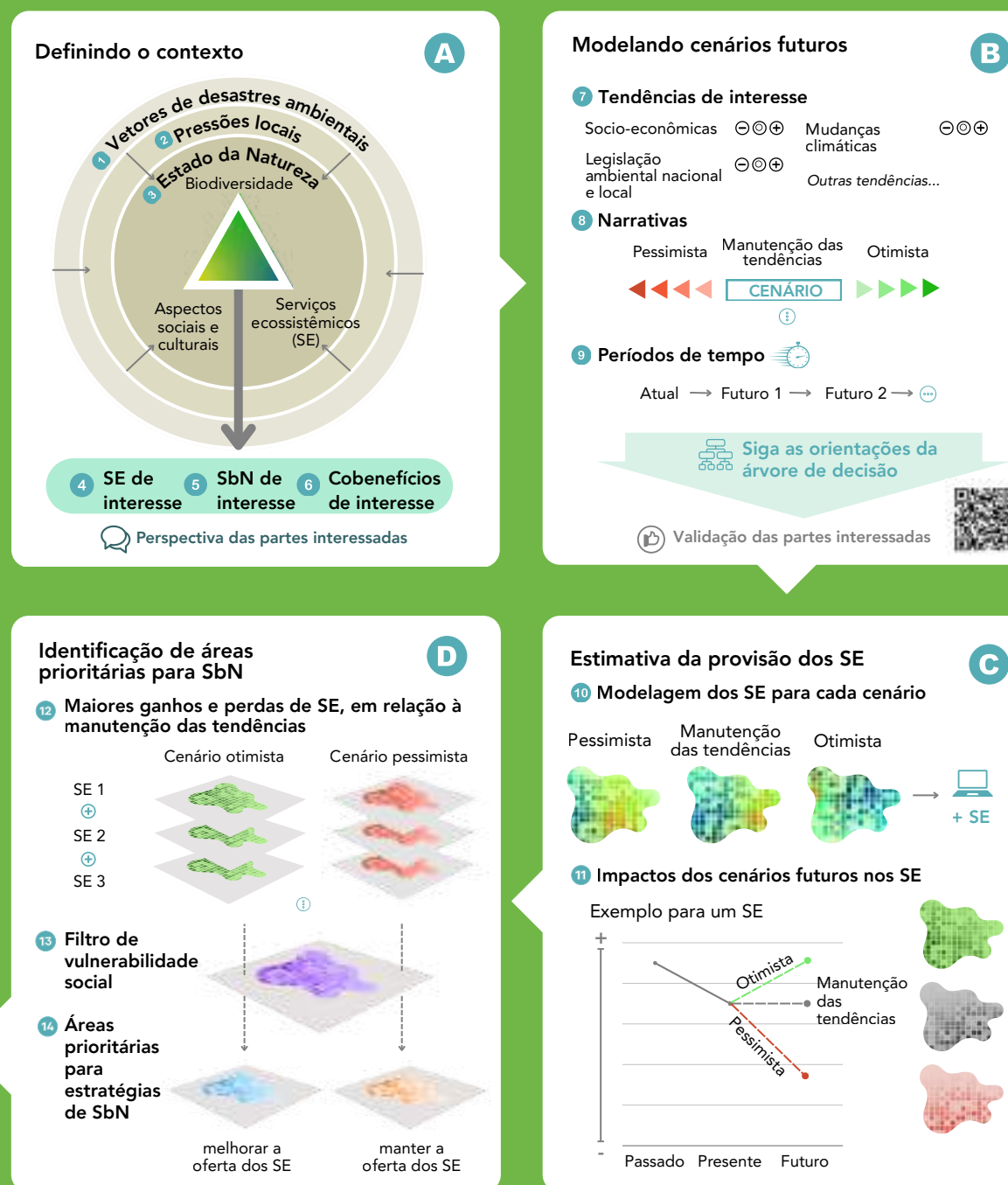
Envolva atores locais em todo o processo.

15 Quantificando custos e cobenefícios

Validação das partes interessadas

16 Informando a tomada de decisão

O framework operacional segue uma estrutura em quatro etapas (A, B, C e D), em que cada uma é composta por um conjunto de passos que, juntos, oferecem uma metodologia replicável e adaptável a qualquer região de interesse. O ponto de partida é entender e identificar os fatores que contribuem para os desastres ambientais, o estado da natureza, os SE e as SbN de interesse, bem como seus eventuais cobenefícios. Logo após, são realizadas simulações de cenários futuros (otimistas, pessimistas e manutenção das tendências), para determinar seus impactos sobre os SE em questão e definir áreas de maior ganho ou perda na provisão desses serviços. Essas mesmas áreas são ponderadas por indicadores de vulnerabilidade social. E, assim, são definidos os locais prioritários para implementação de SbN, bem como seus custos e eventuais cobenefícios.



Definindo o contexto

A



Perspectiva das partes interessadas

Etapa A - Definição do contexto socioambiental.

Na etapa A, são analisados e definidos o contexto socioambiental e as demandas locais, os vetores de risco para desastres ambientais, as principais pressões e o estado da natureza (incluindo aspectos relacionados à biodiversidade, à provisão de SE e aspectos sócio culturais). Com isso, são selecionados os SE a serem priorizados, as SbN mais adequadas ao contexto e os cobenefícios esperados.

A participação de atores locais é fundamental para incorporar conhecimento, valores e prioridades ao processo, garantindo resultados mais relevantes e amplamente aceitos.



APLICAÇÃO NO RJ

O estado do RJ foi escolhido como estudo de caso devido à alta vulnerabilidade aos impactos das mudanças climáticas (ex: elevação do nível do mar, inundações, aumento da precipitação e ilhas de calor), agravadas pela alta desigualdade social e densidade populacional.

DEFINIÇÃO DE CONTEXTO E CONSTRUÇÃO DE CENÁRIOS

- PRINCIPAIS VETORES: mudanças climáticas e mudanças do uso do solo
- PRINCIPAIS PRESSÕES: desmatamento, expansão urbana e eventos climáticos extremos
- SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS: controle de enchentes, conforto térmico e proteção costeira
- SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA: restauração e conservação de vegetação nativa
- COBENEFÍCIOS: conservação da biodiversidade e estoque de carbono

NARRATIVAS DOS CENÁRIOS | 3 FUTUROS ALTERNATIVOS (2050)

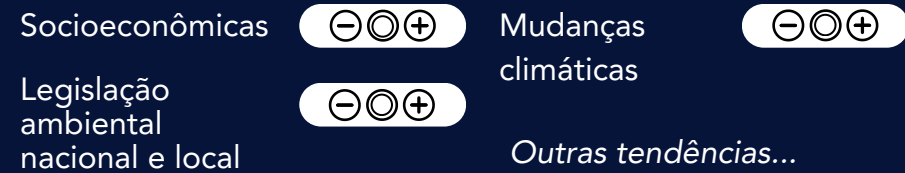
Pressões locais	Manutenção das tendências	Cenário otimista	Cenário pessimista
Pressão urbana	Manutenção da tendência atual	Redução	Aumento
Cobertura vegetal	Manutenção da tendência atual	Aumento	Redução
Uso agrícola	Manutenção da tendência atual	Redução moderada	Aumento
Lei ambiental	Manutenção da tendência atual	Cumprimento das leis ambientais	Não cumprimento das leis ambientais
Mudança climática	Eventos climáticos extremos	Eventos climáticos extremos	Eventos climáticos extremos

Definição das pressões consideradas em cada cenário no estado do RJ.

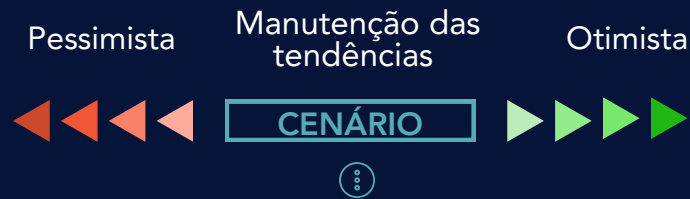
Modelando cenários futuros

B

7 Tendências de interesse



8 Narrativas



9 Períodos de tempo



Siga as orientações da árvore de decisão

Validação das partes interessadas

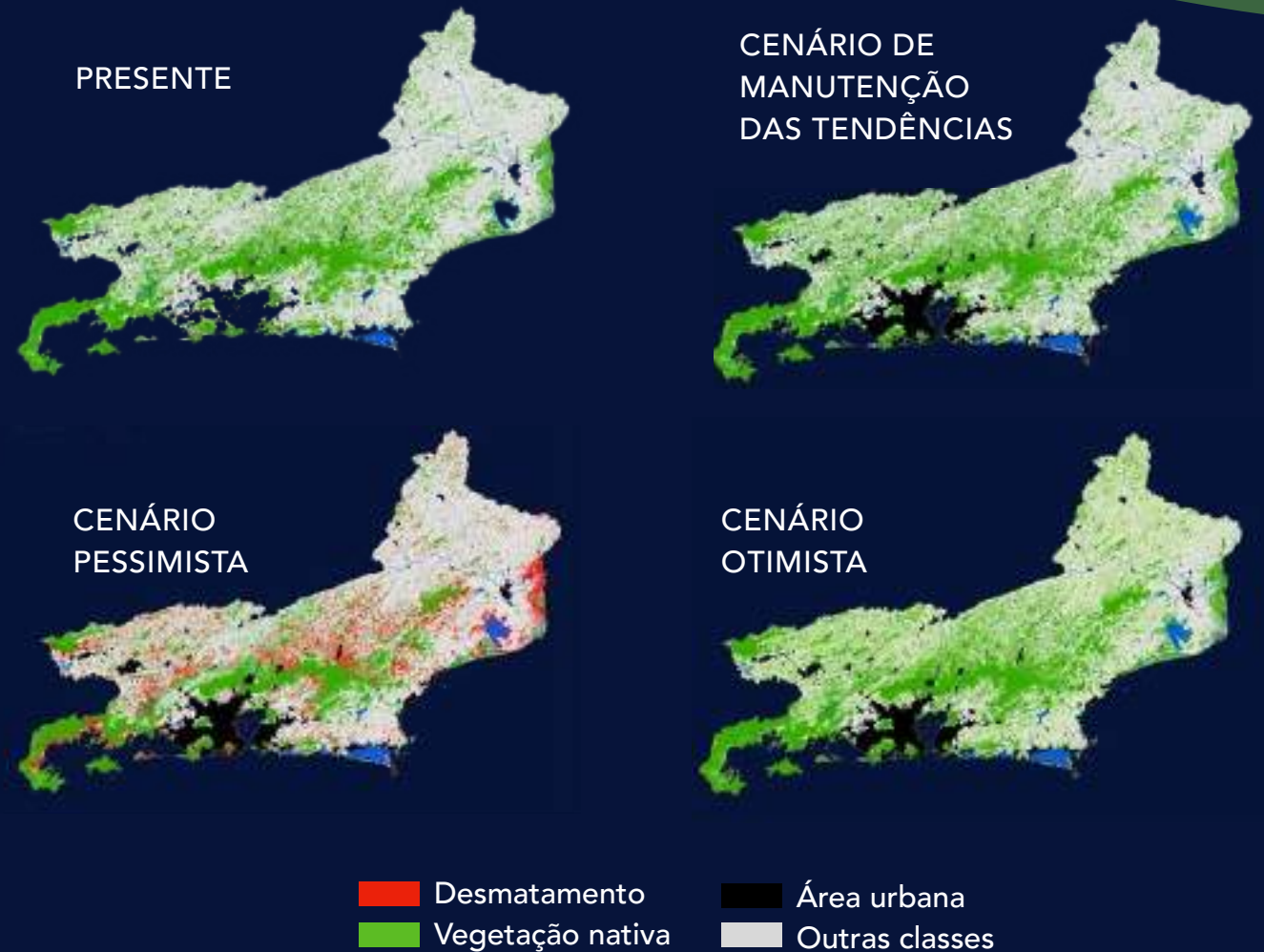
Etapa B - Definição dos cenários futuros

Na etapa B, são projetados diferentes futuros possíveis a partir de tendências identificadas na etapa anterior. São elaboradas três narrativas: uma otimista (com políticas ambientais eficazes), uma pessimista (com degradação crescente) e manutenção das tendências (business-as-usual). Essas narrativas baseiam-se em marcos temporais específicos e podem ser qualitativas ou espacialmente explícitas (representadas por mapas de uso do solo e/ou projeções climáticas), dependendo da disponibilidade de dados.

No estudo de caso do estado do RJ, por exemplo, o marco temporal foi uma projeção para o ano de 2050.

APLICAÇÃO NO RJ

No estado do RJ, os cenários foram baseados nas diretrizes do IPCC e projetaram a expansão urbana e a cobertura vegetal para 2050. O cenário otimista seguiu as metas estaduais de reflorestamento. O pessimista considera perdas de vegetação fora de unidades de conservação, áreas de preservação permanente (APP) e reservas legais. O cenário de manutenção das tendências refletiu a manutenção dos padrões observados nos últimos anos.



Mapas do uso do solo no presente e nos três cenários futuros avaliados no estado do RJ.

Estimativa da provisão dos SE

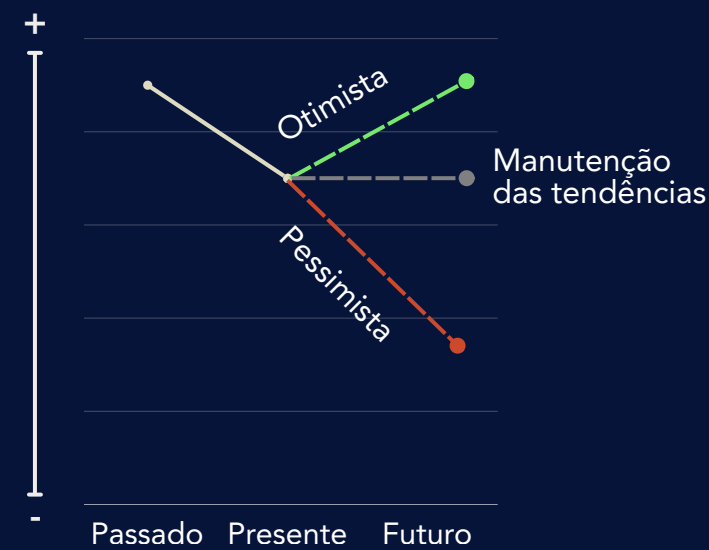


10 Modelagem dos SE para cada cenário



11 Impactos dos cenários futuros nos SE

Exemplo para um SE

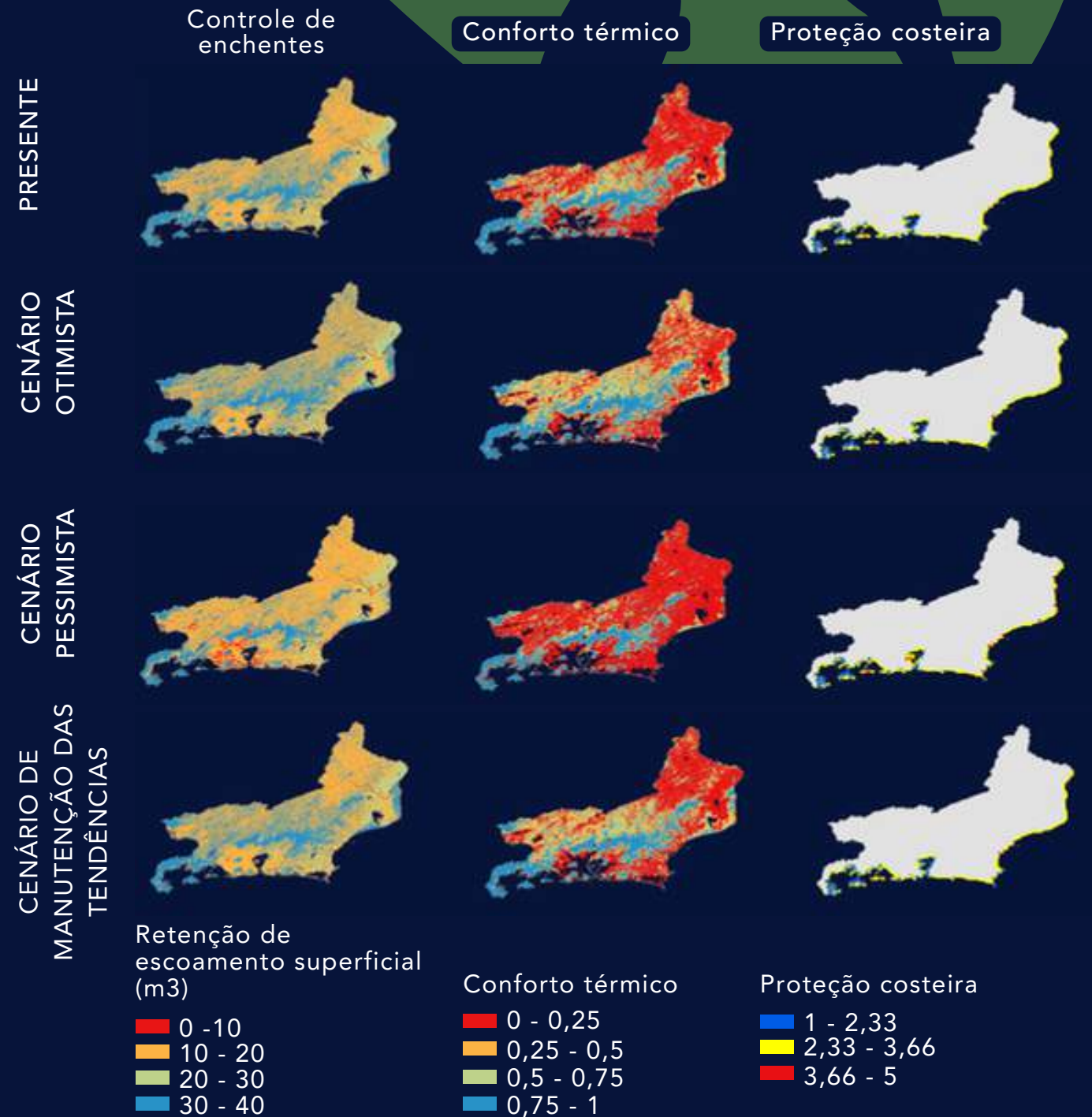


Etapa C – Estimativa da provisão dos serviços ecossistêmicos nos diferentes cenários futuros.

Na etapa C, são avaliados os impactos dos cenários desenvolvidos na etapa B sobre os SE escolhidos na etapa A. A estimativa dos SE é feita individualmente para cada cenário e os resultados são comparados. O objetivo é identificar áreas de maior ganho e perda na provisão dos SE.

APLICAÇÃO NO RJ

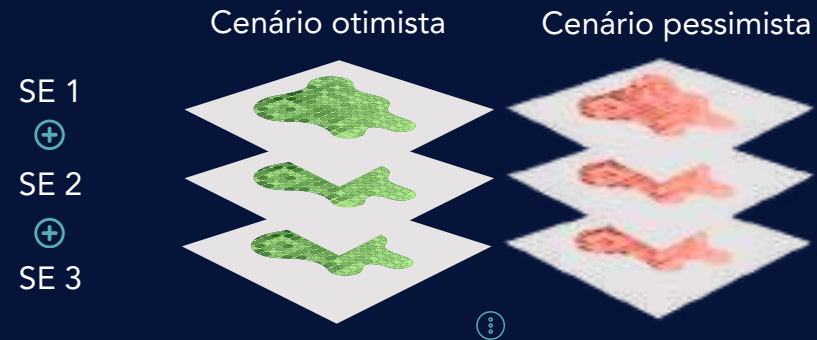
No RJ, o software *InVest* foi utilizado para estimar a provisão do SE em cada cenário. Os resultados indicaram que, no cenário otimista, mesmo restaurando uma pequena parte do estado (cerca de 8%), já haveria ganhos importantes: o conforto térmico aumentaria 16%, o controle de inundações melhoraria 6% e as áreas de alto risco no litoral diminuiriam um pouco (em torno de 1%). Por outro lado, no cenário pessimista, a perda de vegetação traria reduções expressivas nesses três SE.



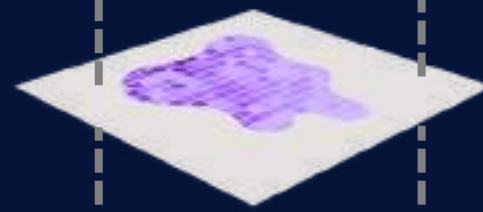
Impacto dos cenários futuros na provisão dos SE no estado do RJ.

Identificação de áreas prioritárias para SbN **D**

12 Maiores ganhos e perdas de SE, em relação à manutenção das tendências



13 Filtro de vulnerabilidade social



14 Áreas prioritárias para estratégias de SbN



Etapa D - Identificação de áreas prioritárias

Na etapa D, são identificadas as áreas prioritárias para a implementação das SbN, representadas por áreas que apresentaram maiores alterações na provisão de SE, a partir dos cenários futuros de mudanças climáticas e/ou de uso do solo. Áreas com maiores perdas de SE no futuro (cenários pessimistas) são estratégicas para conservação, a fim de garantir que os SE não sejam perdidos. Enquanto áreas com maiores ganhos de SE no futuro (cenários otimistas) são importantes para a restauração, visando recuperar os SE já comprometidos. Esses resultados são combinados ainda com indicadores de vulnerabilidade social, que refletem fatores socioeconômicos que influenciam a capacidade de uma comunidade de se preparar, lidar e se recuperar de eventos ambientais. Dessa forma, as áreas prioritárias são aquelas mais vulneráveis, em que as SbN podem gerar os maiores benefícios socioambientais.

APLICAÇÃO NO RJ

No estado do RJ foi utilizado o Índice de Vulnerabilidade Municipal (IVM) do Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz) e os mapas de SE para ranquear as áreas prioritárias.

Essas áreas incluem regiões com maiores benefícios esperados da SbN e alta vulnerabilidade, como na Região Metropolitana do RJ.

ALTO GANHO DE SE



ALTA PERDA DE SE



ÍNDICE DE VULNERABILIDADE SOCIAL



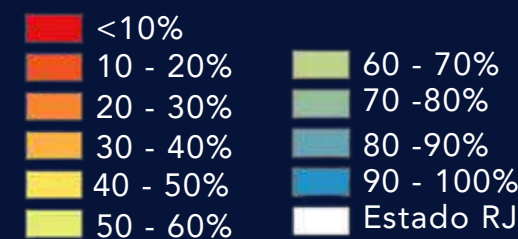
ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA RESTAURAÇÃO



ÁREAS PRIORITÁRIAS PARA CONSERVAÇÃO



Ranking de prioridade



Fontes:
SEA/INEA (2018) – Plano de Adaptação Climática do Estado do Rio de Janeiro (clima, riscos, impactos setoriais).
MapBiomas (2023) – Dados anuais de uso e cobertura da terra (resolução de 30 metros).
Índice de Vulnerabilidade Municipal (Instituto Oswaldo Cruz (IOC/Fiocruz).

Ganhos e perdas de SE, vulnerabilidade social e áreas prioritárias para SbN no estado do RJ.

15 Quantificando custos e cobenefícios

Validação das partes interessadas

Uma vez definidas as áreas prioritárias para a implementação de SbN, deve-se estimar seus custos e cobenefícios (quando aplicável).

16 Informando a tomada de decisão

Os resultados obtidos oferecem subsídios para tomadores de decisão nos níveis local, regional e nacional no desenho e implementação de SbN voltadas à mitigação de desastres ambientais. Recomenda-se a elaboração de um plano de comunicação para facilitar a disseminação dos resultados e o engajamento de diferentes partes interessadas.



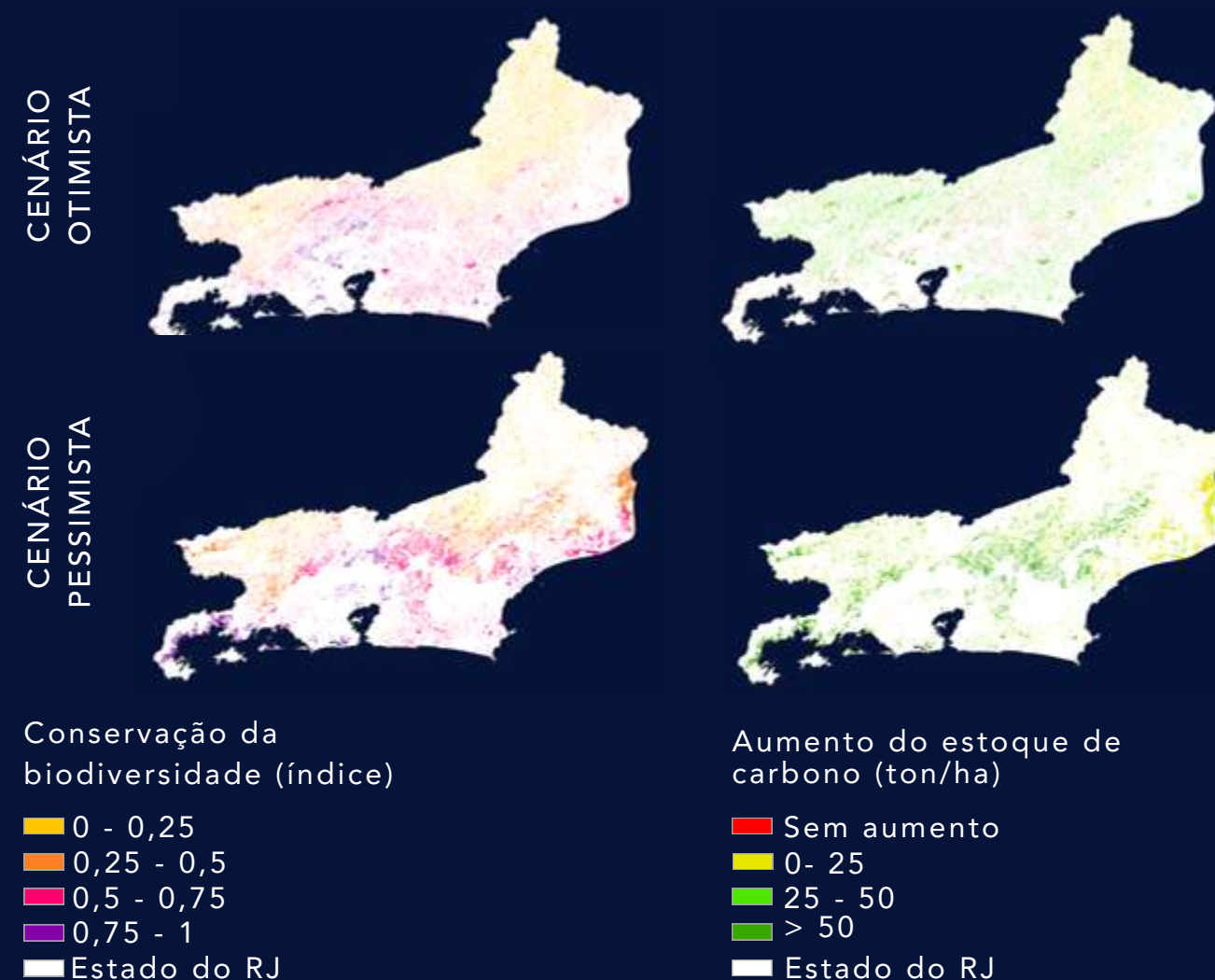
APLICAÇÃO NO RJ

Uma vez identificadas as áreas prioritárias no estado do RJ, foram estimados os custos e cobenefícios associados à implementação das SbN. Os custos de conservação foram estimados a partir do custo de oportunidade da terra, em reais. Já os custos de restauração foram estimados considerando tanto os custos de oportunidade, quanto os custos de implementação (este último baseado nos valores estabelecidos pelo estado do RJ para compensação florestal).

Estoque de carbono: foi calculado o potencial de estoque de carbono nas áreas prioritárias identificadas, com base em modelos que consideram condições climáticas e os diferentes tipos de vegetação.

Conservação da biodiversidade: foi avaliada a contribuição das áreas prioritárias para o aumento da disponibilidade de habitat para espécies de fauna e flora, com base em Modelos de Distribuição de Espécies.

Os resultados serão apresentados e validados por representantes do Instituto Estadual do Ambiente (INEA), bem como outros órgãos de interesse.



Cobenefícios das SbN para o estado do RJ.

CONSIDERAÇÕES FINAIS

A aplicação do framework apresentado ao longo deste guia de apoio demonstrou como as Soluções baseadas na Natureza orientam estratégias que levam à mitigação de desastres ambientais. O trabalho mostrou que a partir da análise integrada de cenários futuros, serviços ecossistêmicos e vulnerabilidade social, foi possível identificar áreas prioritárias para estas ações.

O estudo de caso no estado do Rio de Janeiro evidencia de forma prática os benefícios na aplicação do framework.

A modelagem de cenários futuros associados a indicadores sociais tornou possível uma análise mais precisa, capaz de influenciar políticas ambientais eficazes.

Em uma era de crescentes desafios climáticos e degradação ambiental, abordagens estratégicas para Soluções baseadas na Natureza são essenciais para maximizar sua eficácia e impacto. Nosso framework oferece uma metodologia adaptável a diversos cenários e orientada pela ciência, equilibrando benefícios ecológicos e equidade social.