



**OPORTUNIDADES DE SOLUÇÕES BASEADAS**

**NA NATUREZA PARA AUMENTO DA**

**SEGURANÇA HÍDRICA E RESILIÊNCIA**

**CLIMÁTICA NA MATA ATLÂNTICA**

**POLICY BRIEF - JANEIRO 2024**

# ONDE AS SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA SEGURANÇA HÍDRICA SÃO MAIS NECESSÁRIAS NA MATA ATLÂNTICA?

A Mata Atlântica é reconhecida globalmente pela sua riquíssima biodiversidade, sendo também um dos hotspots<sup>1</sup> mais degradados do mundo. Esta região, que é o lar de 7 em cada 10 brasileiros, e na qual 80% da riqueza do país é gerada, depende de uma disponibilidade regular de água para consumo humano e para processos produtivos, além de que as pessoas e empresas que ali vivem precisam estar suficientemente protegidas dos efeitos de chuvas intensas, como inundações e deslizamentos.

As Soluções Baseadas na Natureza (SbN) são cada vez mais reconhecidas como formas inovadoras, efetivas e de boa relação custo-benefício para o aumento da segurança hídrica por meio do incremento da resiliência às mudanças climáticas (WWAP & UN-WATER, 2018; UNEP&IUCN, 2018; OECD, 2020). Os recursos direcionados a essas soluções de base natural ainda são uma reduzida parcela dos investimentos para enfrentamento da crise hidroclimática na América Latina<sup>2</sup>.

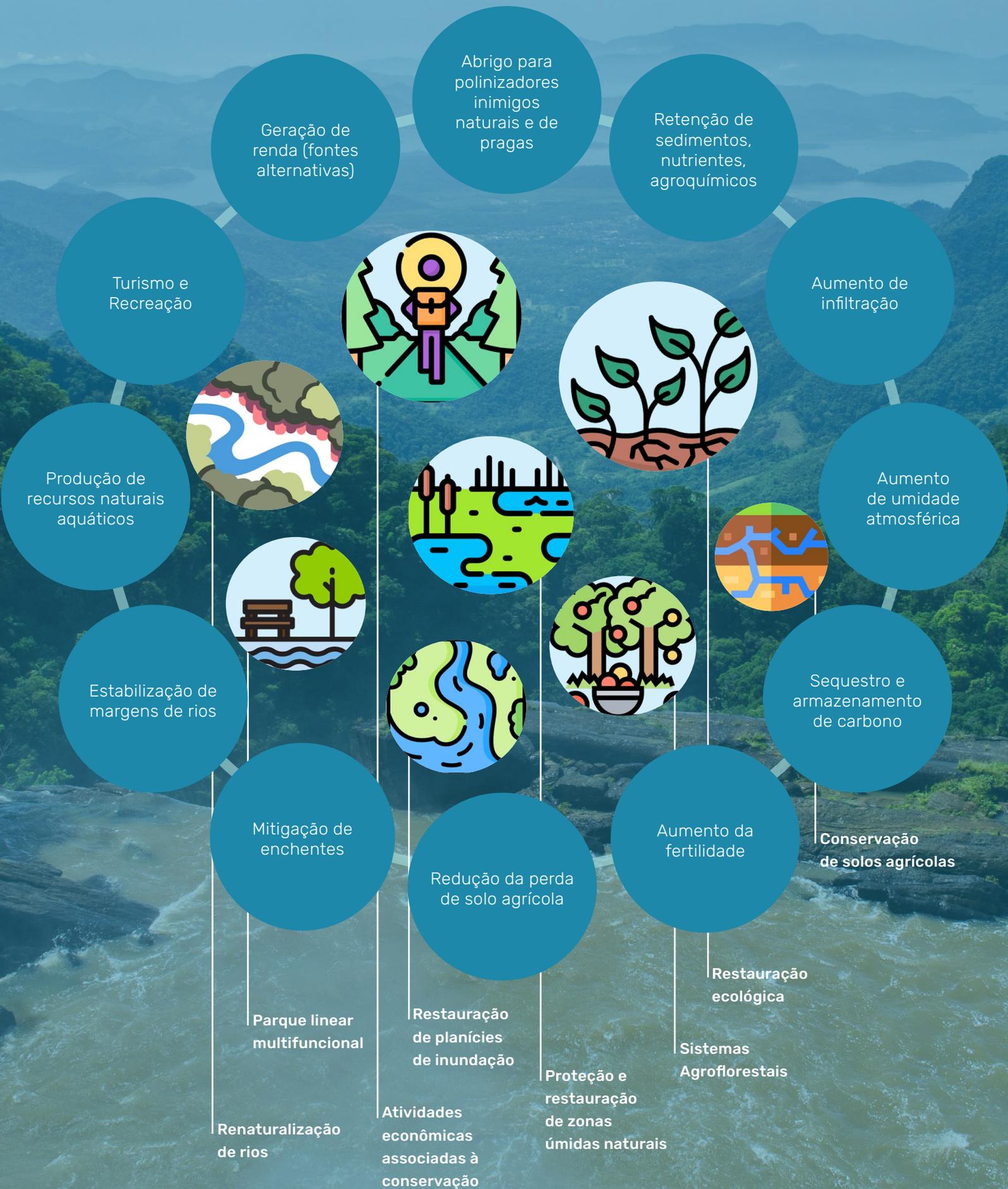
Num contexto de escassez de recursos financeiros para SbN, e considerando a importância destes investimentos serem bem-sucedidos, é estratégico identificar onde estes aportes são mais necessários e onde podem surtir melhores efeitos. Sendo assim, o intuito deste estudo foi apontar quais bacias hidrográficas localizadas na Mata Atlântica apresentam mais necessidade de desenvolvimento de programas ou projetos de SbN, direcionadas ao aumento da segurança hídrica e da resiliência às mudanças climáticas, levando-se em conta aspectos como: a) importância para a provisão de serviços ecossistêmicos hídricos, b) riscos para a segurança hídrica que tais bacias enfrentam ou devem enfrentar, e c) condições favoráveis para o desenvolvimento ou fortalecimento de projetos de SbN, do ponto de vista institucional e de financiamento.



1. Um hotspot de biodiversidade é uma região com grande concentração de espécies endêmicas (só ocorrem neste local) e que estão sofrendo uma perda excepcional de habitat (MYERS et al., 2000).

2. <https://blogs.iadb.org/brasil/pt-br/como-impulsionar-o-investimento-em-solucoes-baseadas-na-natureza-na-america-latina-e-no-caribe/>

Figura 1: SbN para a segurança hídrica, seus benefícios e co-benefícios.



# RISCOS CLIMÁTICOS

## À SEGURANÇA

## HÍDRICA NA MATA

## ATLÂNTICA

Tanto a observação das tendências históricas do regime de chuvas para o bioma Mata Atlântica, como os prognósticos para o restante do século XXI, se mostram preocupantes, indicando riscos elevados para a segurança hídrica em decorrência das mudanças climáticas, como reporta o último relatório do IPCC sobre Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade às mudanças climáticas, no seu capítulo sobre a América do Sul e América Central, mais especificamente na seção sobre a sub-região Sudeste da América do Sul (IPCC, 2022). O Box 1 destaca os principais impactos que os eventos climáticos extremos já causam e devem causar em maior proporção na porção leste do Brasil, onde se localiza a Mata Atlântica.

**Box 1:** Principais impactos que os eventos climáticos extremos podem causar na Mata Atlântica.



### SECAS NO SUDESTE

Secas extremamente longas tornaram-se mais frequentes, afetando 40 milhões de pessoas e a economia de cidades como Rio de Janeiro, São Paulo e Belo Horizonte. Essas secas também impactaram a agricultura, afetando o abastecimento de alimentos e os meios de subsistência rurais.



### SECAS NO NORDESTE

No Nordeste do Brasil os impactos de secas intensas são severas perdas na produção agrícola, morte de gado, aumento nos preços agrícolas e altos índices de mortalidade humana.



## INUNDAÇÕES E DESLIZAMENTOS

Chuvas torrenciais no Sul e Sudeste do Brasil se tornaram mais intensas, com maior frequência de ciclones extratropicais. Inundações urbanas tornaram-se mais frequentes, causando danos à infraestrutura e até perda de vidas humanas. Os deslizamentos e enxurradas são responsáveis pela maioria das mortes relacionadas a desastres no país.



## VULNERABILIDADE COSTEIRA

Cidades costeiras do Nordeste podem sofrer grandes impactos com a elevação do nível do mar, inundação e erosão costeira.

Aspectos de Risco, Exposição e Vulnerabilidade na Mata Atlântica (Volume “Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade” do Sexto Relatório de Avaliação - AR6 do IPCC).

Previsões mais seguras (nível de confiança médio ou alto) (IPCC, 2022).

### Porção da Mata Atlântica (Espírito Santo e Nordeste):

- ✓ Aumento na duração da seca (alta confiança)
- ✓ Aumento da intensidade das secas (confiança média)
- ✓ Diminuição na precipitação total (alta confiança)
- ✓ Aumento de eventos de precipitação intensa (confiança média)

### Mata Atlântica (Sudeste e Sul):

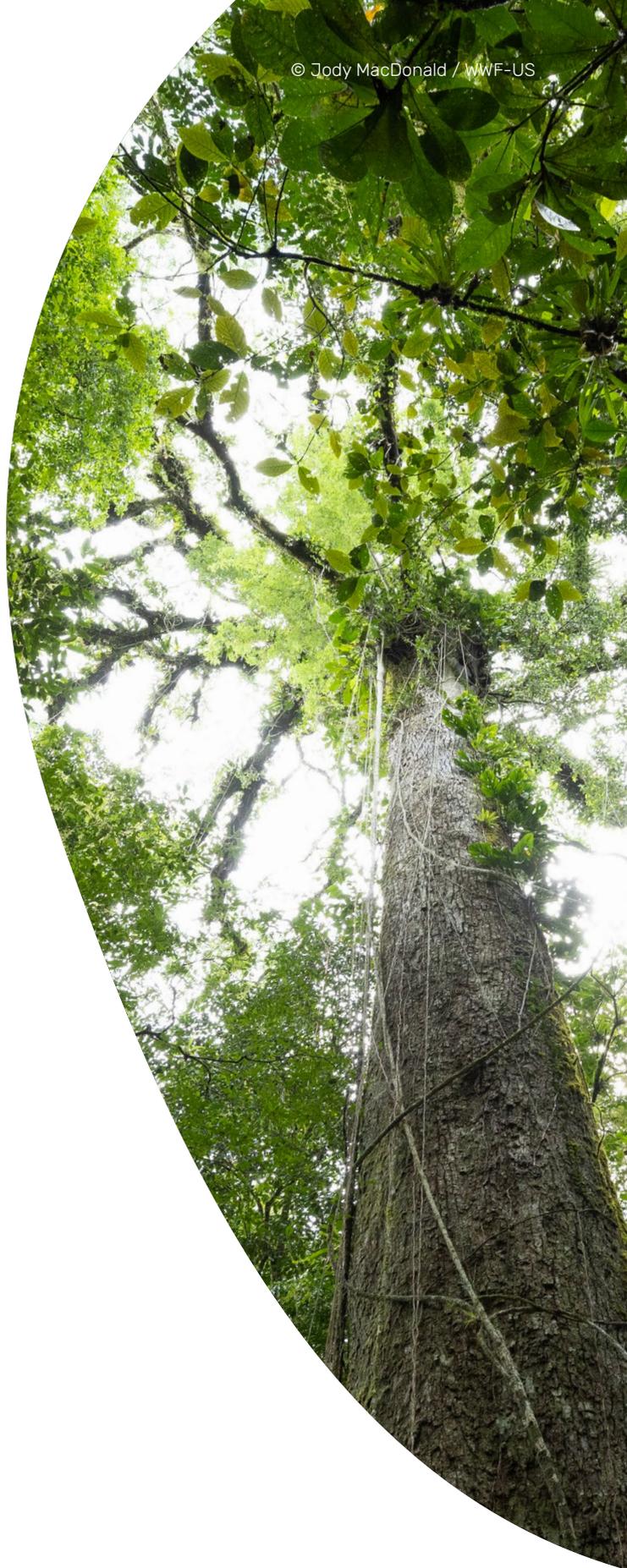
- ✓ Aumento na precipitação média (alta confiança)
- ✓ Aumento nas inundações pluviais e fluviais (confiança média)
- ✓ Grande aumento de deslizamentos e enxurradas (alta confiança)
- ✓ 21,5 milhões de pessoas nas cidades brasileiras de São Paulo, Rio de Janeiro e Belo Horizonte mais expostas à escassez de água (confiança média)
- ✓ Aumento do nível relativo do mar, inundação e erosão costeira (alta confiança)

# SBN COMO MEDIDAS DE ADAPTAÇÃO DE RECURSOS HÍDRICOS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

Soluções baseadas na Natureza (SbN) oferecem proteção, restauração e/ou melhor gestão de ecossistemas naturais (florestas, várzeas, mangues etc) ou modificados (lavouras e pastagens) para enfrentar os desafios sociais associados à gestão de recursos hídricos.

Diferentemente de buscar resolver os problemas hídricos com soluções pontuais de engenharia (como reservatórios, estações de tratamento, piscinões, diques, etc), as SbN tratam de melhorar os fluxos de serviços ecossistêmicos (benefícios que os processos ecológicos trazem para sociedade) na escala de paisagem, aumentando a regularidade do ciclo hidrológico (maior disponibilidade hídrica em épocas de estiagem, e amortecimento de enchentes em chuvas intensas, por exemplo) e promovendo uma melhor qualidade da água desde suas fontes<sup>3</sup>.

É importante ressaltar que as SbN podem e devem ser integradas à infraestrutura tradicional para gestão da água, de forma a otimizar a performance desses sistemas artificiais por meio do incremento de serviços ecossistêmicos nas bacias onde essas obras de engenharia estão instaladas. Por exemplo, as áreas propensas à recarga de águas subterrâneas devem ser restauradas ou protegidas, a fim de aumentar o aporte de água nos reservatórios.



3. No âmbito do presente estudo foram consideradas apenas SbN de média a grande escala (no mínimo algumas dezenas de hectares de área de intervenção direta), compatíveis com a escala dos desafios hidroclimáticos identificados. Ou seja, foram aqui apontadas SbN de escala suficiente para gerar efeitos positivos mensuráveis em nível geográfico regional, em relação à quantidade e/ou qualidade de água.

# SBN PARA GESTÃO

# DA ÁGUA: EFICIÊNCIA

# JÁ COMPROVADA

Apesar do termo Soluções Baseadas na Natureza ser bastante recente, o conceito por trás do nome já existe há muito tempo, e os exemplos de sucesso para o aumento da segurança hídrica são impressionantes. Vários estudos conduzidos em diferentes regiões ao redor do mundo (Estados Unidos, França, Bélgica, Malásia) demonstraram que a conservação ou restauração da cobertura vegetal original em áreas de mananciais promove a melhoria da qualidade da água para abastecimento humano (WARZINIACK et al., 2016, CREED & VAN NOORDWIJK, 2018). O renomado pesquisador José Tundisi afirma que os custos de tratamento de águas providas de mananciais bem protegidos podem ser até 100 vezes menores do que em bacias degradadas<sup>4</sup>. Os benefícios também são percebidos no que concerne à disponibilidade hídrica, como se vê a seguir.

O Brasil pode ser considerado um dos pioneiros mundiais na abordagem de SbN para segurança hídrica, com um caso emblemático para a Mata Atlântica: a recuperação das florestas do maciço da Tijuca, na cidade do Rio de Janeiro. Há mais de 160 anos, o imperador Dom Pedro II, motivado pelas recorrentes crises hídricas que assolavam a então capital do Brasil, declarou as florestas da Tijuca e das Paineiras como Florestas Protetoras e ordenou um processo de recuperação da vegetação nativa. Até hoje os córregos e rios do Parque Nacional da Tijuca abastecem parte da cidade por meio de captações da Águas do Rio (empresa local de abastecimento público de água).

O mais longo conjunto de pesquisas em bacias experimentais com vegetação de Mata Atlântica no Brasil, conduzido pelo Instituto Florestal de São Paulo,

evidenciou que as microbacias florestadas possuem uma grande capacidade de armazenamento da água no solo, fazendo com que considerável parte das vazões em meses com pouca chuva seja composta pelo escoamento subterrâneo alimentado por chuvas que ocorreram na estação chuvosa, e que são liberadas pouco a pouco para os rios (CICCO et al, 2007).

Um estudo realizado pela Aquaflora Meio Ambiente (GIZ, 2022) analisou séries históricas de vazões mínimas em quatro mananciais do Alto Iguaçu (Grande Curitiba). A análise confirmou a hipótese de que bacias com vegetação mais preservada são capazes de manter um fluxo de água mais regular durante épocas de estiagem. Em períodos de seca acentuada, os rios localizados em bacias mais conservadas apresentaram uma redução bem menor de vazões (-6% a -11%, em comparação à média histórica), enquanto na bacia mais desflorestada a redução média na vazão em épocas de forte seca foi de 52%. Também se observou que entre duas bacias vizinhas, com características de relevo e solos similares, a bacia com um alto índice de cobertura natural apresenta vazões mínimas 60% maiores que sua vizinha mais degradada.

## **BENEFÍCIOS POTENCIAIS DAS SBN PARA GESTÃO DA ÁGUA**

Estudos desenvolvidos recentemente em bacias da Mata Atlântica com grande importância estratégica (mananciais de abastecimento público para milhões de pessoas), projetam benefícios muito expressivos a serem proporcionados por ações de implementação de SbN em larga escala (centenas a milhares de hectares de intervenção). Esses benefícios ocorrem na forma de redução de impactos (menor aporte de sedimentos, por exemplo), ou de aumento de volume de água disponível, ou ainda como custos reduzidos com tratamento de água ou mitigação de danos de inundações.

A tabela 1 apresenta alguns destes resultados projetados, indicando potenciais benefícios ambientais, sociais e econômicos das SbN para gestão da água.

4. <https://exame.com/tecnologia/desmatamento-eleva-em-100-vezes-custo-do-tratamento-da-agua/>

**Tabela 1:** Benefícios projetados das Sbn para a água na Mata Atlântica

Bacia/cidades principais	Benefícios projetados	Valor	Fonte
Alto Iguaçu / Curitiba-PR	Incremento de infiltração	42 milhões m <sup>3</sup> /ano	GUIMARÃES & THÁ (2017)
Rio Vermelho / São Bento do Sul-SC	Redução na produção de sedimentos	-51%	GUIMARÃES et al. (2018)
	Custos de mitigação de inundações	-77%	
	Aumento nas vazões de base	até 9%	
Sistema Cantareira / São Paulo-SP	Economia líquida nos custos de tratamento da água	R\$ 219 milhões em 30 anos	OZMENT et al. (2018)
	Redução de erosão	-36%	
Rio Guandu / Rio de Janeiro-RJ	Redução de uso de produtos químicos para tratamento da água	-4 milhões de toneladas (em 30 anos)	FELTRAN-BARBIERI et al. (2018)
	Economia líquida nos custos de tratamento da água	R\$ 156 milhões em 30 anos	
	Redução na produção de sedimentos	-33%	
Rios Jucu & Santa Maria / Vitória-ES	Economia líquida nos custos de tratamento da água	R\$ 58,8 milhões em 20 anos (VPL)	FELTRAN-BARBIERI et al. (2021)
	Redução da turbidez	-15% (Jucu) / - 5% (Santa Maria)	
Atibaia & Capivari / Campinas-SP	Economia líquida nos custos de tratamento	R\$ 8,3 milhões/ano	TRAMONTIN, et al. (2022)
	Redução da turbidez	-14%	
Rio Miringuava / São José dos Pinhais-PR	Redução na produção de sedimentos	49% - 56%	GIZ (2022)
	Aumento na infiltração de água da chuva	2,2 - 2,7 milhões m <sup>3</sup> /ano	

# BACIAS PRIORITÁRIAS

## PARA AS SBN PARA

## GESTÃO DA ÁGUA

Para a realização desta análise de prioridades para Sbn voltadas à gestão da água, foi desenvolvido um exercício de modelagem espacial baseado em uma análise de priorização multicritério: o bioma Mata Atlântica foi dividido em cerca de 680 bacias hidrográficas, e para cada uma dessas bacias foram levantadas 15<sup>5</sup> características, relacionadas a aspectos como:

- ✓ importância dessas bacias para a sociedade (bacias de mananciais, ou utilizadas para irrigação, ou ainda para a produção de energia hidrelétrica);
- ✓ registros históricos (Agência Nacional de Águas - ANA) e projeção de riscos futuros em relação a desastres hidrolimáticos (Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações - MCTI);
- ✓ existência de vetores de pressão sobre recursos hídricos, como balanço hídrico desfavorável (demanda próxima ou superior à oferta), e passivos ambientais expressivos em relação ao Código Florestal;
- ✓ classificações oficiais de criticidade hídrica (pela ANA);
- ✓ condições institucionais ou de financiamento favoráveis para projetos de SBN voltadas à gestão da água.

Foram aplicados diferentes enfoques de prioridade (cenários de priorização<sup>6</sup>) para direcionar a seleção dessas bacias, conforme o aspecto que se queria destacar, sendo que os cenários de priorização foram:

1. Maiores riscos hídricos (presentes ou futuros) em relação a **ocorrências de secas**;
2. Maiores riscos hídricos em relação a **ocorrências de inundações ou deslizamentos**;
3. **Balanço hídrico desfavorável** (principalmente por demanda hídrica muito alta em relação à oferta), aliado à disponibilidade de recursos originados de cobrança pelo uso da água;
4. **Alto déficit de atendimento ao código florestal** (déficits de APP e Reserva legal), aliado à existência **de comitês de bacia operacionais** (possuindo ao menos um Plano de Bacia, com programas e ações previstas).

A partir da aplicação destes cenários de priorização foram identificadas 87 bacias (Figura 2), que correspondem a 13% das bacias analisadas e a 15% da área total das bacias analisadas.

Destas 87 bacias selecionadas:

- ✓ 29 se destacam pelo perfil de elevado riscos de secas;
- ✓ 26 se destacam pelo perfil de elevados riscos de inundações e de deslizamentos de terra;
- ✓ 34 se destacam pelo perfil de um balanço hídrico desfavorável;
- ✓ 16 se destacam pelo perfil de baixo atendimento ao Código Florestal (maior índice de APP hídricas e Reservas legais degradadas).

5. A descrição das características ambientais e socioeconômicas levantadas está disponível na versão estendida deste Policy Brief.

6. A descrição dos critérios de priorização está disponível na versão estendida deste Policy Brief.



Importante destacar que algumas bacias foram identificadas em mais de um cenário, por isso a soma das bacias selecionadas nos 4 cenários é maior que 87.

A maior parte das bacias prioritárias para a aplicação de SbN visando a segurança hídrica e resiliência climática na Mata Atlântica se concentra na região Sudeste do Brasil: São Paulo detém 27 das bacias identificadas como prioritárias, seguida por Minas Gerais, com 17 bacias, Rio de Janeiro com 9 bacias e o Espírito Santo com 8 bacias prioritárias.

No Nordeste brasileiro, segunda região com mais bacias prioritárias, os estados da Bahia e Paraíba possuem 4 bacias prioritárias cada um, seguidas por Pernambuco, com 3 bacias. No Sul do Brasil, o Paraná se destaca com 4 bacias prioritárias, enquanto o Rio Grande do Sul conta com 2 bacias. Sete bacias abrangem territórios pertencentes a dois estados.<sup>7</sup>

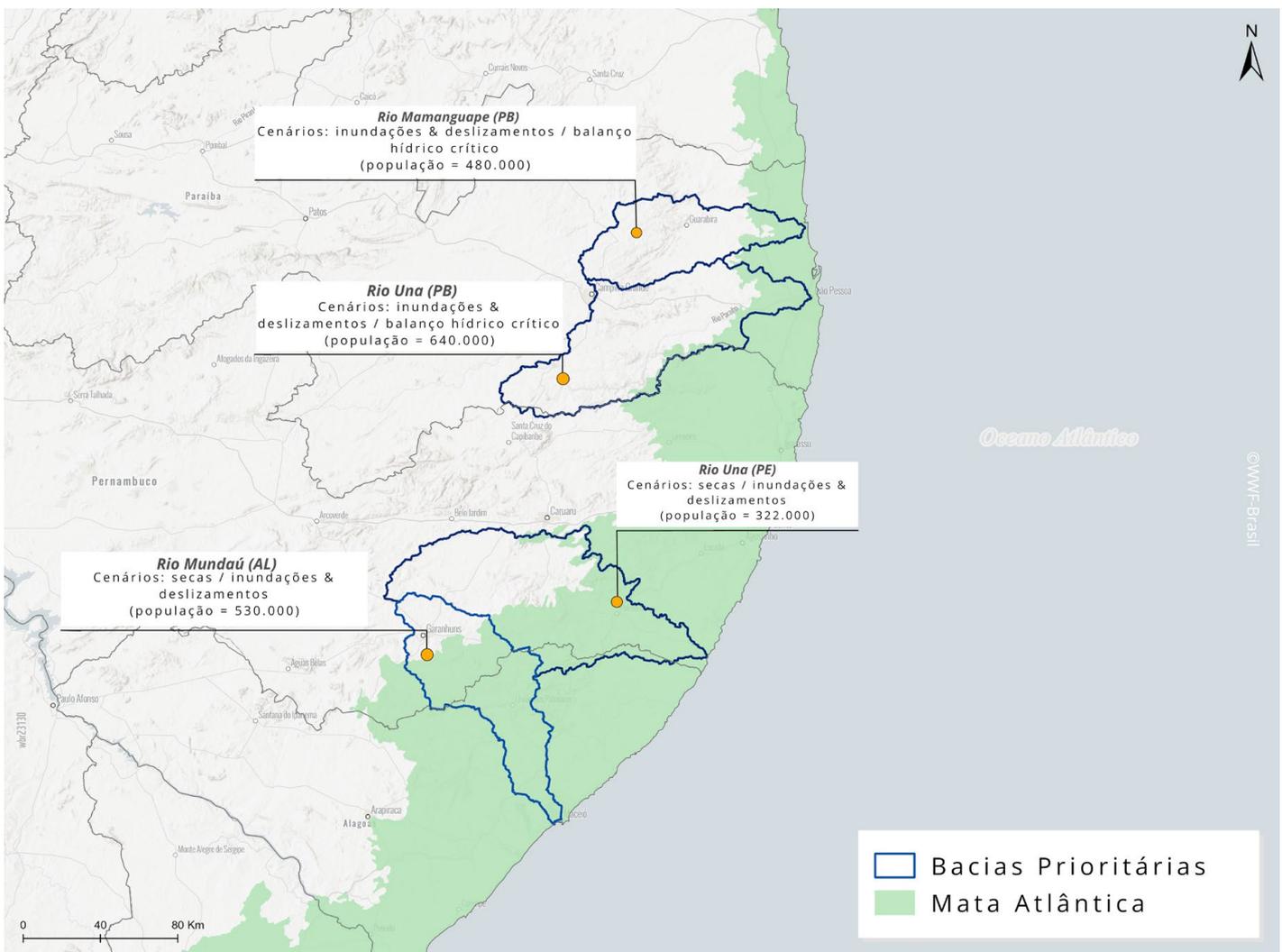
7. O fato de alguns estados da Mata Atlântica (MS, RN e SC) não terem sido contemplados na priorização não significa que não haja nestes estados bacias de grande importância para o desenvolvimento de SbN para a gestão da água; isso se deve apenas ao fato de que nenhuma bacia nestes estados atendeu a todos os critérios dos cenários de priorização definidos neste estudo. Para maiores informações sobre os critérios e indicadores aplicados, consulte a versão estendida deste Policy Brief.



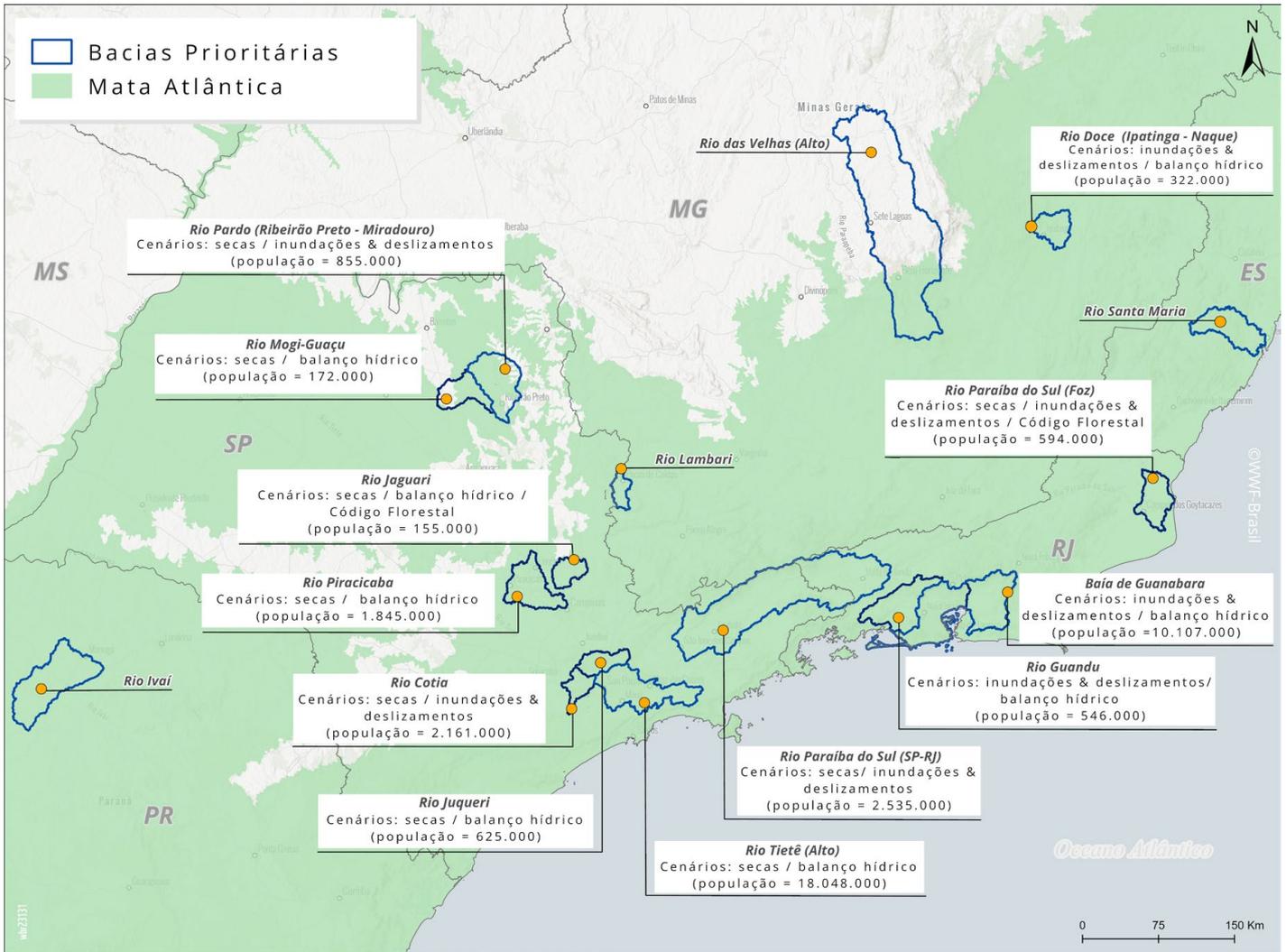
**Figura 2:** Bacias selecionadas nos 4 cenários de priorização, totalizando 87 bacias.

Entre todas as bacias identificadas como importantes para a aplicação de SbN, 16 das bacias identificadas foram selecionadas em mais de um cenário de priorização, e estas bacias apresentam maiores desafios para a busca da segurança hídrica, por reunirem mais aspectos que as tornam mais vulneráveis à degradação ambiental e às mudanças climáticas.

Novamente, São Paulo é o estado com mais bacias críticas (7), tendo o Rio de Janeiro em segundo lugar (3 bacias), e a Paraíba a seguir, com 2 bacias críticas. Minas Gerais, Pernambuco e Alagoas possuem 1 bacia crítica cada um, e outra bacia abrange dois estados (São Paulo e Rio de Janeiro). Figura 3 e 4 apresentam as bacias que, segundo esta análise, merecem mais atenção no planejamento de SbN para segurança hídrica e resiliência climática.



**Figura 3:** Bacias prioritárias para projetos de SbN para gestão da água no Nordeste, identificadas em mais de um cenário de priorização. Informações nas caixas de diálogo: Nome da Bacia; Cenários de priorização atendidos; População aproximada.



**Figura 4:** Bacias prioritárias para projetos de SbN para gestão da água no Sudeste, identificadas em mais de um cenário de priorização. Informações nas caixas de diálogo: Nome da Bacia; Cenários de priorização atendidos; População aproximada.

# CENÁRIO DE PRIORIDADE PARA RISCO DE SECAS

Este cenário de priorização permitiu a identificação de 29 bacias, localizadas nos estados de São Paulo (19 bacias), Paraná (2), Minas Gerais (2), Rio de Janeiro (1), Espírito Santo (1), Pernambuco (1), e Alagoas (1); uma bacia abrange municípios de São Paulo e do Rio de Janeiro, e outra possui parte em São Paulo e parte no Paraná.

## ESTAS SÃO AS 10 BACIAS MAIS POPULOSAS ENTRE AS IDENTIFICADAS NESTE CENÁRIO:

1. Rio Tietê (SP) (Alto)
2. Rio Paraíba do Sul (SP-RJ) (trecho São José dos Campos – Barra do Piraí)
3. Rio Cotia (SP)
4. Rio Piracicaba (SP) (até Piracicaba)
5. Rio Sorocaba (SP)
6. Rio Pinheiros (SP)
7. Rio Tietê (SP) (trecho Mineiros do Tietê - Jacanga)
8. Rio Pardo (SP) (trecho Ribeirão Preto - Pontal)
9. Rio Una (PE)
10. Rio Atibaia (SP)

### SbN recomendadas

- Bacias de infiltração (barraginhas)
- Restauração ou conservação de áreas favoráveis à recarga hídrica
- Restauração ecológica com espécies nativas de menor exigência hídrica
- Cobertura verde e terraceamento de solos agrícolas (para aumento de infiltração e armazenamento)

### RIO PARAÍBA DO SUL, TRECHO ENTRE SÃO JOSÉ DOS CAMPOS-SP E BARRA DO PIRAÍ-RJ

Essa bacia, conhecida comumente como Vale do Paraíba, é fundamental não só para cerca de 2,5 milhões de pessoas que lá vivem, mas também para outros 10 milhões de pessoas que habitam a Região Metropolitana do Rio de Janeiro, já que as águas do Paraíba do Sul são transpostas para o Sistema Guandu, em Barra do Piraí-RJ. Ao mesmo tempo que essa bacia sofre com crises hídricas nos últimos anos, ela também possui rios com alta vulnerabilidade a inundações, como o próprio Paraíba do Sul. As projeções de vulnerabilidade a eventos climáticos extremos (AdaptaBrasil/MCTI) indicam para o futuro uma permanência de altos riscos para inundações, deslizamentos e secas. Cerca de 6% das áreas rurais são compostas por Áreas de Preservação Permanente hídricas degradadas, o que indica uma necessidade premente de recuperação de infraestrutura natural para gestão da água, e pode ser visto como uma oportunidade para implementação de SbN, como, por exemplo, a restauração de matas ciliares e de várzeas. PAVANI et al. (2020) avaliaram o benefício de controle da erosão e da sedimentação em 24 sub-bacias da Área de Proteção Ambiental da Bacia do Rio Paraíba do Sul, por meio de modelagem, considerando um cenário de restauração ecológica de pastagens degradadas. A redução do aporte de sedimentos promovida pelas novas florestas poderia evitar gastos com tratamento de água, dragagem e disposição de lodo da ordem de US\$ 7,8 milhões por ano.

# CENÁRIO DE

# PRIORIDADE PARA RISCO

# DE INUNDAÇÕES E

# DESLIZAMENTOS

Neste cenário de priorização foram identificadas 26 bacias, localizadas nos estados do Rio de Janeiro (5 bacias), Bahia (4), Pernambuco (4), São Paulo (3), Minas Gerais (3), Paraná (3), Alagoas (2), Paraíba (2) e Espírito Santo (1). Uma bacia abrange partes dos estados de São Paulo e do Rio de Janeiro, e outra possui parte em Minas Gerais e parte no Espírito Santo.

## **ESTAS SÃO AS 10 BACIAS MAIS POPULOSAS ENTRE AS IDENTIFICADAS NESSE CENÁRIO:**

1. Baía de Guanabara (RJ)
2. Rio Joanes (BA)
3. Rio Traçunhaém (e outros) (PE)
4. Rio Paraíba do Sul (SP-RJ) (trecho São José dos Campos – Barra do Pirai)
5. Rio Cotia (SP)
6. Rio Ipojuca (PE)
7. Rio Camaragibe (e outros) (AL)
8. Rio Capibaribe (PE)
9. Rio Pardo (SP) (trecho Ribeirão Preto – Pontal)
10. Rio Una (PE)

### **SbN recomendadas**

- Restauração ou conservação de matas ciliares
- Restauração ou conservação de várzeas
- Restauração ou conservação de planícies de inundação
- Parques lineares fluviais

### **BAÍA DE GUANABARA (RJ)**

A região da baixada fluminense é constantemente assolada por eventos de inundações, devido à grande pluviosidade e à ocupação urbana intensa nas suas planícies fluviais. As projeções climáticas indicam que praticamente toda a região tem um alto ou muito alto risco de inundações e deslizamentos de terra. A grande maioria das microbacias dessa bacia são classificadas pela ANA (ANA, 2019) como tendo um Índice de Segurança Hídrica mínimo ou baixo. Neste caso, uma das SbN que poderiam ser aplicadas é a restauração ecológica das planícies fluviais, o que aumenta a área de extravasamento de uma enchente fluvial em eventos de chuva torrencial. SOUSA et al (2017) simularam a remoção de diques artificiais na foz do Rio Botas (afluente do Rio Iguaçu, um dos mais importantes rios da Baía de Guanabara), o que promoveria a reconexão do rio com suas planícies de inundação; esta SbN promoveria uma redução de 45% na vazão de pico (de 182 m<sup>3</sup>/s para 100 m<sup>3</sup>/s) e de 50 centímetros nos níveis máximos do rio, com influência também sobre o Rio Iguaçu, em uma região densamente povoada e suscetível a inundações.

# CENÁRIO DE PRIORIDADE

## PARA BALANÇO

### HÍDRICO DESFAVORÁVEL

Neste cenário de priorização foram identificadas 34 bacias, localizadas nos estados de São Paulo (9), Minas Gerais (8), Espírito Santo (6), Rio de Janeiro (4), Paraíba (4), Alagoas (1), Sergipe (1). Uma bacia se divide entre os estados de Alagoas e Sergipe.

#### ESTAS SÃO AS 10 BACIAS MAIS POPULOSAS ENTRE AS IDENTIFICADAS NESSE CENÁRIO:

1. Alto Rio Tietê (SP)
2. Baía de Guanabara (RJ)
3. Alto Rio das Velhas (MG)
4. Região dos Lagos (RJ)
5. Litoral Sul (SP)
6. Rio Piracicaba (SP) (até Piracicaba)
7. Rio Jundiá (SP)
8. Rio Paraopeba (MG) (trecho Brumadinho - Maravilhas)
9. Rio São Francisco (Foz) (AL/SE)
10. Rio Una (PB)

#### SbN recomendadas

- Sistemas agroflorestais com espécies nativas de baixo consumo hídrico (redução de demanda de água)
- Restauração ecológica em áreas favoráveis à recarga hídrica (aumento de oferta de água)
- Restauração ou conservação de zonas ripárias e de encostas íngremes (melhoria de qualidade de água, aumentando indiretamente a disponibilidade hídrica)

#### ALTO RIO DAS VELHAS-MG

O rio das Velhas é um dos principais afluentes do Alto Rio São Francisco. O Alto Velhas segue até o município de Curvelo, e abrange a porção leste da Região Metropolitana de Belo Horizonte e parte das microrregiões de Ouro Preto e Belo Horizonte. Em relação ao contexto de serviços ecossistêmicos hídricos, muitos dos seus rios apresentam grande importância para o abastecimento de água de vários municípios populosos da região, como Belo Horizonte, Contagem, Lagoa Santa, Nova Lima, Raposos, Sabará, Santa Luzia, e Sete Lagoas. Esta bacia é sujeita a vários fatores de degradação ambiental de seus rios, como efluentes de mineração, lançamento de esgotos in natura, desmatamento das margens dos corpos d'água e poluição difusa originada de zonas urbanas e áreas de uso agropecuário (SILVA, 2020).

Em uma simulação da restauração ecológica das áreas mais suscetíveis a exportação de sedimentos na bacia do Rio Maracujá, um dos principais formadores do Rio das Velhas, GALENO et al. (2018) inferiram que poderia haver uma redução de até 93% no aporte de sedimentos, com uma intervenção de restauração em menos de 14% da área total desta bacia. A melhoria da qualidade água potencialmente obtida aumentaria de forma indireta a oferta de água, reduzindo o comprometimento hídrico (alta relação demanda x oferta).

# CENÁRIO DE PRIORIDADE

## PARA CUMPRIMENTO

## DO CÓDIGO FLORESTAL

Este cenário de priorização permitiu a identificação de 16 bacias, que se situam nos estados de Minas Gerais (4 bacias), São Paulo (4), Rio de Janeiro (3), Paraná (2), Rio Grande do Sul (2). Uma bacia tem parte no estado de São Paulo e parte no Paraná.

### ESTAS SÃO AS 10 BACIAS MAIS POPULOSAS ENTRE AS IDENTIFICADAS NESSE CENÁRIO:

1. Rio Paraíba do Sul (RJ) (fz)
2. Rio Santo Anastácio (SP)
3. Rio do Peixe (SP)
4. Baixo Rio Jaguari (SP)
5. Rio Jacuí (RS)
6. Rio Paranapanema (SP/PR)
7. Rio Batalha (SP)
8. Rio Doce (MG) (Galileia - Gov. Valadares)
9. Rio Itambacuri (MG)
10. Ribeirão Vermelho (PR)

#### SbN recomendadas

- Restauração de matas ciliares (APP hídricas)
- Restauração ecológica de encostas íngremes e topos de morro (APP de relevo)
- Sistemas Agroflorestais (para restauração de Reservas Legais)

#### BAIXO RIO JAGUARI (SP)

Essa região faz parte de um dos principais polos de produtos de exportação agrícola do estado de São Paulo, principalmente cana-de-açúcar. Os municípios nos quais se situa esta bacia possuem uma extensão de APP hídricas degradadas da ordem de 3 a 9% da área total dos imóveis rurais aí localizados; este déficit é expressivo, se considerarmos que as APPs hídricas ocupam em média 10% das áreas dos imóveis rurais nesta região (ZAKIA, 2012). Esta bacia faz parte da bacia do Rio Piracicaba, considerada como crítica pela Agência Nacional de Águas, devido ao seu alto comprometimento hídrico quantitativo e qualitativo (Portaria ANA nº 62/ 2013). A poluição de origem difusa (sedimentos e nutrientes originados principalmente de áreas de produção agrícola e pecuária) está intimamente relacionada ao alto déficit de cobertura natural nas APP da região (CBH-PCJ, 2020).

A restauração ecológica de APPs hídricas, conforme preconiza o Código Florestal (Lei federal 12.651/2012) na porção da bacia do Rio Jaguari a jusante do reservatório Jacareí-Jaguari (baixo Jaguari), aliada a boas práticas de conservação de solos agropecuários, proporcionaria a redução da produção de sedimentos em 78%, com uma diminuição da concentração de sólidos em suspensão de 102 mg/l para 23 mg/l, tornando as águas do Rio Jaguari mais limpas e mais baratas de serem tratadas (PAULA et al., 2014).

# RECOMENDAÇÕES PARA MAIOR APLICAÇÃO DE SbN NA GESTÃO DA ÁGUA

Para além da necessidade de se estabelecer prioridades geográficas para a expansão das SbN hidroclimáticas na Mata Atlântica, enxergamos outros pontos de possível aperfeiçoamento das estratégias para alavancar a utilização de abordagens de SbN por governos, empresas, agências de financiamento e sociedade civil no Brasil. Por isso, apresentamos a seguir algumas recomendações que podem auxiliar no ganho de escala da adoção da infraestrutura natural, ao tornar estas soluções de base natural mais convincentes e atrativas para tomadores de decisão e gestores. Em um contexto de grande urgência de aumento de resiliência socioambiental frente às mudanças climáticas e seus efeitos sobre os recursos hídricos, é preciso fazer rapidamente que as SbN sejam compreendidas como uma abordagem efetiva, viável e flexível para enfrentamento dos desafios que ameaçam nossa segurança hídrica.

- **O planejamento de gestão da água para enfrentamento dos problemas hídricos deve sempre levar em conta a escala da bacia hidrográfica** (e o alcance que uma intervenção pode ter além de seus limites geográficos), e deve considerar o potencial de uso de SbNs desde o seu início, como **elementos integrados a um conjunto de soluções** (de base natural ou artificial).
- **SbNs podem proporcionar múltiplos benefícios** que fazem frente a diferentes desafios da sociedade, e por isso atingem uma gama maior de beneficiários. Estes **benefícios devem ser inferidos da forma mais abrangente possível** (incluindo aspectos ambientais, econômicos e sociais), e **devem ser comunicados de forma clara e incisiva nos processos de tomada de decisão**, de forma a que o valor agregado destas soluções se torne mais palpável para os atores envolvidos.
- **O monitoramento dos efeitos das SbN é fundamental para subsidiar estudos e pesquisas para verificação de sua eficiência** como ações de aumento de segurança hídrica. A comprovação científica dos benefícios das SbN para gestão da água certamente proporciona uma maior aceitação e replicação desta abordagem.
- **As SbN são uma ótima forma de otimizar a eficiência dos sistemas construídos para a gestão da água, por meio da integração de duas abordagens** (abordagem de infraestrutura verde-cinza). Permite melhorar o desempenho do sistema como um todo, aumenta a resiliência a eventos climáticos extremos, e reduz custos. Por exemplo, a restauração de matas ciliares e várzeas torna a água armazenada em reservatórios construídos mais limpa e mais barata de tratar.



**As Sbn para a água devem estar inseridas nos instrumentos de ordenamento de uso da terra estaduais e municipais,** superando-se atuais barreiras regulatórias que dificultam a contratação de obras de engenharia não convencional, com a aplicação de Sbn pelo poder público.

**É importante e estratégico direcionar mais recursos da cobrança pelo uso da água para financiamento de Sbn hídricas,** estimulando-se a elaboração e implementação de programas de conservação e recuperação ambiental no âmbito dos planos de bacia (como já ocorre nas bacias do Doce, São Francisco, Paraíba do Sul, PCJ e Guandu, entre outras).

**Deve-se buscar mais financiamentos para Sbn hídricas junto a bancos de desenvolvimento nacionais e internacionais,** que reconhecem e apoiam cada vez mais as Sbn como abordagens eficazes de adaptação da gestão de recursos hídricos às mudanças climáticas. Os setores de Infraestrutura e de Mudanças Climáticas e Desenvolvimento Sustentável do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) investiram US\$ 813 milhões em projetos com componentes de Sbn entre 2015 e 2020 (BID & WRI, 2021). O Banco Mundial (2022) aumentou expressivamente seus investimentos em projetos com Sbn para resiliência climática na última década, de pouco mais de US\$ 200 milhões/ano (média 2012-2015) para mais de US\$ 800 milhões/ano (média 2017- 2021).

# REFERÊNCIAS

# BIBLIOGRÁFICAS

ANA -Agência Nacional de Águas. **Plano Nacional de Segurança Hídrica**. Brasília: ANA, 2019.

BANCO MUNDIAL. **Nature-Based Solutions for Climate Resilience in the World Bank Portfolio**. Banco Mundial, 2023.

BID- Banco Interamericano de Desenvolvimento & WRI – World Resources Institute. Oliver, E., S. Ozment, M. Silva, G. Watson, and A. Grünwaldt. **Nature-Based Solutions in Latin America and the Caribbean: Support from the Inter-American Development Bank**. Washington, DC: Inter-American Development Bank and World Resources Institute, 2021.

BRILL, G.; SHIAO, T.; KAMMEYER, C.; DIRINGER, S.; VIGERSTOL, K.; OFOSU-AMAAH, N.; MATOSICH, M.; MÜLLER-ZANTOP, C.; LARSON, W.; DEKKER, T. **Benefit Accounting of Nature-Based Solutions for Watersheds: Guide**. United Nations CEO Water Mandate and Pacific Institute. Oakland, California, 2021.

BROWDER, G.; OZMENT, S.; BESCOS, I.R.; GARTNER, T.; LANGE, G. **Integrating Green and Gray: Creating Next Generation Infrastructure**. WRI, 2019.

CALDER, I.; HOFER, T.; VERMONT, S.; WARREN, P. **Towards a new understanding of forests and water**. *Unasylva* 229, Vol. 58, 2007.

CICCO, V.; ARCOVA, F.C.; RANZINI, M.; SANTOS, J.B.; FORTI, M.C. **Recursos Hídricos na Mata Atlântica: estudo de caso do Laboratório de Hidrologia Florestal Walter Emmerich, Cunha –SP**. In: Anais do Seminário de Recursos Hídricos da Bacia Hidrográfica do Paraíba do Sul. Taubaté-SP: IPABHi, 2007.

COHEN-SHACHAM, E.; WALTERS, G.; JANZEN, C.; MAGINNIS, S. **Nature-based Solutions to Address Global Societal Challenges**. IUCN, Gland, Switzerland, 2016.

COMISSÃO EUROPEIA - Comissão da União Europeia. **Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on Nature-Based Solutions and Re-Naturing Cities**. European Commission, 2015.

COMISSÃO EUROPEIA. **Evaluating the Impact of Nature-based Solutions: A Handbook for Practitioners (Independent Expert Report)**. European Commission –Directorate-General for Research and Innovation, 2021.

CBH-PCJ Comitê das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá. **Plano de Recursos Hídricos das Bacias Hidrográficas dos Rios Piracicaba, Capivari e Jundiá, 2020 a 2035 - Caderno Temático de Conservação e uso do solo da água no meio rural e Recomposição Florestal**. CBH-PCJ, 2020.

CREED, I. F. & NOORDWIJK, M. van (eds.). **Forest and Water on a Changing Planet: Vulnerability, Adaptation and Governance Opportunities. A Global Assessment Report**. IUFRO World Series Volume 38. Viena: IUFRO, 2018.

FELTRAN-BARBIERI, R.; OZMENT, S.; HAMEL, P.; GRAY, E.; MANSUR, H.L.; VALENTE, T.P.; RIBEIRO, & MATUSMOTO, M.H. **Infraestrutura natural para água no Sistema Guandu, Rio de Janeiro**. São Paulo: WRI BRASIL, 2018.

FELTRAN-BARBIERI, R.; OZMENT, S.; MATUSMOTO, M.H.; GRAY, E.; SILVA, T.B.; & OLIVEIRA, M. **Infraestrutura natural para água na Região Metropolitana da Grande Vitória, ES**. São Paulo: WRI BRASIL, 2021.

GALENO, R.A.; BORGIO, M.; ACOSTA, E.A.; GARCIA, E.; TIEPOLO, G.; BARRETO, S.R. **Priorização de áreas para intervenções de infraestrutura natural nos mananciais de abastecimento da Região Metropolitana de Belo Horizonte, Minas Gerais**. In: Gestão de bacias hidrográficas: critérios para definição de áreas prioritárias para revitalização. Belo Horizonte: Instituto Mineiro de Gestão das Águas, 2018.

GIZ - Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit. **Soluções Baseadas na Natureza e seu papel na promoção da resiliência climática, Segurança hídrica e geração de benefícios econômicos**. Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, Companhia de Saneamento do Paraná (SANEPAR) e Projeto ProAdapta-GIZ, 2022.

GUIMARÃES, J.L.B.; THÁ, D. **Restauração florestal e consequentes modificações de processos de infiltração e armazenamento de água em bacias estratégicas do Alto Iguaçu**. In: Anais do XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2017.

- GUIMARÃES, J.L.B.; THÁ, D; SAAD, S.Y. **Soluções Baseadas na Natureza para aumento da resiliência hídrica: quantificação e valoração dos benefícios da infraestrutura natural no município de São Bento do Sul (SC)**. Curitiba-PR: Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, 2018.
- IPCC – Intergovernmental Panel on Climate Change. **Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change - Chapter 12: Central and South America**. IPCC, 2022.
- MARQUES, M. C. M.; GRELE, C. E. V. (eds.). **The Atlantic Forest**. Springer Nature Switzerland, 2021.
- MYERS, N., MITTERMEIER, R., MITTERMEIER, C. et al. **Biodiversity hotspots for conservation priorities**. Nature v. 403, 2000 <https://doi.org/10.1038/35002501>
- MMA – Ministério do Meio Ambiente. **Índice de Prioridade de restauração florestal para segurança hídrica: uma aplicação para as regiões metropolitanas da Mata Atlântica**. Brasília, DF: MMA, 2017.
- OECD– Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. **Nature-based solutions for adapting to water-related climate risks**. OECD Environment Policy Paper No. 21, 2020.
- OZMENT, S., FELTRAN-BARBIERI, R.; GRAY, E.; HAMEL, P.; RIBEIRO, J.B.; BARRETO, S.R.; PADOVEZI, A. & VALENTE, T.P. **Infraestrutura natural para água no Sistema Cantareira, São Paulo**. São Paulo: WRI BRASIL, 2018.
- PAULA, E. V.; GUIMARÃES, J.L.B.; IBAIXE, D. R. **Estimativa da Produção de Sedimentos e Análise de Cenários das Áreas Prioritárias à Recuperação Ambiental na Bacia Hidrográfica do Rio Jaguari (MG/SP)**. REVISTA CONTINENTES , v. 4, p. 23-44, 2014.
- PAVANI, B. F. et al. **Payments for Ecosystem Services to Water Resources Protection In Paraíba do Sul Environmental Protection Area**. Ambiente & Sociedade, v. 23, p. E01341, 2020.
- SOUSA, M. M.; MIGUEZ, M. G. ; Magalhães, P. C. ; REZENDE, O. M. ; JACOB, A. C. P. ; SILVA, B. M. G. ; RIBEIRO, L. B. F. ; OLIVEIRA, A.K.B. **Avaliação do papel da área de inundação natural da foz do Rio Botas na redução de inundações a jusante**. In: XXII Simpósio Brasileiro de Recursos Hídricos, 2017, Florianópolis – SC. Ciência e tecnologia da água: inovação e oportunidades para o desenvolvimento sustentável. Porto Alegre-RS: ABRH, 2017. v. 01.
- TRAMONTIN, V.; FELTRAN-BARBIERI, R.; BARBOSA, L.; OLIVEIRA, M.; MATUSMOTO, M.H.; CACCIA, L.; ALVES, L.; RUSCHE, R.; FERRAZ, V.; COSTA, D.M. & PICARELLI, S. **Infraestrutura natural para água em Campinas (SP) e Região**. São Paulo: ICLEI e WRI Brasil. 2022.
- TYE, S.; POOL, J.R.; LOMELI, L. G. **The Potential for Nature-Based Solutions Initiatives to Incorporate and Scale Climate Adaptation**. Working Paper. Washington, DC: World Resources Institute, 2022.
- UNEP & IUCN. **Nature-Based Solutions for Water Management: A Primer**. UN Environment Programme, UNEPDHI Centre on Water and Environment & IUCN, 2018.
- UN-WATER – Agência das Nações Unidas para a Água. **Soluções Baseadas na Natureza para a gestão da água. Relatório Mundial das Nações Unidas sobre Desenvolvimento dos Recursos Hídricos 2018**. UNESCO/ World Water Assessment Program, 2018.
- ZAKIA, M.J. **Problemas, contribuições e melhorias ao novo Código Florestal**. Visão Agrícola nº10 , 2012.

# FICHA TÉCNICA

## ELABORAÇÃO

Aquaflora Meio Ambiente

## RESPONSÁVEL TÉCNICO

João Luis Bittencourt Guimarães (Engenheiro Florestal MSc.)

## PRODUÇÃO

WWF-Holanda e WWF-Brasil

## SUPERVISÃO TÉCNICA (ORDEM ALFABÉTICA)

Angela Renata Cordeiro Ortigara (WWF-Holanda)

César Augusto Reis da Fonseca Borges (WWF-Brasil)

Thiago Belote Silva (WWF-Brasil)

## COLABORAÇÃO (ORDEM ALFABÉTICA)

Bart Geenen (WWF-Holanda)

César Freire (WWF-Brasil)

Daniel Arrifano Venturi (WWF-Brasil)

Daniela Teston (WWF-Brasil)

Laurens van der Hart (WWF-Holanda)

Maíra Teixeira da Silva (WWF-Brasil)

Merijn Hougee (WWF-Holanda)

Merijn van Leeuwen (WWF-Holanda)

Sandra Mulder (WWF-Holanda)

Yza de Ridder (WWF-Holanda)

## AGRADECIMENTOS (ORDEM ALFABÉTICA)

Anke Manuela Salzmänn (Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza)

Juliana Baladelli Ribeiro (Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza)

Juliane Cruz De Freitas (Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza)

Stella Manes (Instituto Internacional de Sustentabilidade)

Viviane Dib (Instituto Internacional de Sustentabilidade)

Citação: WWF Brasil. **Oportunidades de Soluções baseadas na Natureza para aumento da Segurança Hídrica e Resiliência Climática na Mata Atlântica**. WWF, 2024.



Trabalhamos em defesa da natureza  
pelas pessoas e pela vida selvagem

#JuntosÉpossível

[wwf.org.br](http://wwf.org.br)