



CIDADES AZUIS

SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA
PARA A RESILIÊNCIA CLIMÁTICA COSTEIRA



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO



Em cooperação



CIDADES AZUIS: SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA PARA A RESILIÊNCIA CLIMÁTICA COSTEIRA

C568

Cidades azuis : soluções baseadas na natureza para a resiliência climática costeira / Coordenação de Aline Sbizera Martinez. -- 1ª ed. -- Santos : Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP), 2024. -- 110 p.

ISBN: 978-65-85919-46-3 (on line)

1. Sustentabilidade. 2. Cidades costeiras. 3. Resiliência climática. 4. Adaptação urbana. 5. Soluções baseadas na natureza. I. Martinez, Aline Sbizera (coord.) II. Título.

CDD 338.927

Preâmbulo

Vivemos em um mundo em constante transformação, no qual as crises climática e de biodiversidade impactam milhares de pessoas diariamente, exigindo ações urgentes de adaptação e resiliência. Embora documentos e planos de ação em diferentes níveis de governança reforcem a importância da restauração de ecossistemas, da promoção da resiliência climática e apontem as Soluções baseadas na Natureza (SbN) como caminhos estratégicos, muitos profissionais que atuam na linha de frente da implementação ainda enfrentam desafios para concretizar projetos de SbN em suas realidades locais.

Este material oferece um panorama sobre as SbN que podem ser aplicadas no Brasil, com foco em cidades costeiras, para fortalecer a resiliência climática. Este documento foi elaborado com ênfase no contexto nacional, porém traz soluções que podem ser adaptadas para cidades em todo o mundo. Buscamos apoiar tomadores de decisão, gestores públicos e legisladores, investidores, bem como o público em geral, trazendo informações compiladas que visam facilitar a identificação de estratégias de SbN para promover a sustentabilidade urbana e adaptar as cidades para lidar com os eventos climáticos extremos que vêm se intensificando com as mudanças climáticas.

Este trabalho foi produzido pela Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica, coordenada pelo Programa Maré de Ciência/UNIFESP, o Ministério de Ciência, Tecnologia e Inovação e a UNESCO, em colaboração com a Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, para fortalecer a interface entre a ciência e as políticas públicas. As informações compartilhadas aqui se baseiam em exemplos já implementados ao redor do mundo e em uma curadoria científica criteriosa. Isso fortalece a oportunidade de tomada de decisão com base científica em experiências bem-sucedidas.

Expediente

Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica

COORDENAÇÃO

Aline Sbizera Martinez

EQUIPE

Programa Maré de Ciência UNIFESP

Aline Sbizera Martinez

Universidade Federal de São Paulo. Pesquisadora em ecologia urbana.

André Pardal

Programa Maré de Ciência da Universidade Federal de São Paulo, Centro de Biologia Marinha da Universidade de São Paulo. Pesquisador em ecologia marinha.

Camila Keiko Takahashi

Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica, Programa Maré de Ciência da Universidade Federal de São Paulo.

Ronaldo Adriano Christofolletti

Universidade Federal de São Paulo. Pesquisador em ciências do mar e comunicação científica, na interface entre ecologia, oceanografia, poluição, gestão costeira e aspectos socioecológicos e econômicos.

Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

Andrea Cruz

Coordenadora de Mar e Antártica, Analista em Ciência e Tecnologia na Coordenação-Geral de Oceano, Antártica e Geociências pela Secretaria de Pesquisa e Formação Científica (SEPEF) do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações, com atuação em temas que envolvem Antártica e Ciências do Mar.

UNESCO Brasil

Fábio Eon

Coordenador de Ciências Naturais e Ciências Humanas e Sociais da UNESCO no Brasil.

Sérgio Monforte

Oficial de Projetos em Ciências Naturais da UNESCO no Brasil

Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza

Janaína Bumbeer

Gerente de projetos da Agenda Oceano, trabalhando principalmente na interface entre ciência, políticas públicas e engajamento da sociedade.

Juliana Baladelli Ribeiro

Atua para a disseminação do conceito de SBN no Brasil, principalmente para viabilizar maior escala na implementação de projetos com SBN para adaptação e resiliência urbana.

Liziane Alberti

Especialista em conservação da biodiversidade. Atua na proteção da biodiversidade marinha do Brasil, em especial através da sensibilização e engajamento da sociedade brasileira.

APOIO

Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP 2019/24416-8) e Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico pelo Programa de Pesquisa em Biodiversidade (CNPq 441230/2023-7).

CITAÇÃO SUGERIDA

Cidades Azuis: Soluções Baseadas na Natureza para A Resiliência Climática Costeira. (2024). Guia técnico-científico. Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica (UNIFESP-UNESCO-MCTI)/FGB. Santos-SP, 110 pp. ISBN:

IMAGENS ILUSTRATIVAS

Todas as representações gráficas dos tipos de Soluções baseadas na Natureza apresentadas neste documento foram geradas pelo modelo de linguagem ChatGPT da OpenAI. Imagens de capa do documento e dos capítulos foram geradas pelo modelo de IA generativa do Adobe Firefly.



1. GLOSSÁRIO	7
2. DICIONÁRIO DE ÍCONES	10
2.1 Benefícios FUNCIONAIS	10
2.2 Benefícios URBANOS	12
2.3 Benefícios AMBIENTAIS	13
2.4 Benefícios SOCIAIS	14
2.5 Benefícios ECONÔMICOS	15
3. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A VULNERABILIDADE DE CIDADES COSTEIRAS	17
3.1 Desafios	19
3.1.1 Projeções Climáticas	19
3.1.2 Vulnerabilidades e Impactos das Mudanças Climáticas	28
3.1.3 Infraestrutura Urbana e Abordagens Tradicionais	29
3.1.4 Demandas por Soluções Sustentáveis e Multifuncionais	30
4. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA (SbN)	31
4.1 SbN para áreas urbanas costeiras	34
4.2 Restauração e proteção de habitats naturais	36
4.2.1 Praias e dunas	38
4.2.2 Manguezais e marismas	41
4.2.3 Gramas e macroalgas marinhas	45
4.2.4 Recifes de coral	47
4.2.5 Bancos de ostras	49
4.2.6 Várzeas de rios estuarinos	51
4.2.7 Mata Atlântica e restinga	53
4.3 Realinhamento da costa	56
4.4 Eco-engenharia marinha (muros e pilares vivos)	59
4.5 Terraços e taludes	63
4.6 Parques alagáveis	66
4.7 Parques verdes	69
4.8 Vias verdes (ciclovias, caminhos e ruas)	72
4.9 Jardins de chuva	75
4.10 Alagados construídos	78
4.11 Biovaletas	81
4.12 Muros e telhados verdes	84
5. CAMINHOS PARA IMPLEMENTAR SbN NA SUA CIDADE	88
5.1 Identificar o problema	90
5.2 Possíveis SbN	91
5.3 Conhecimento local	91
5.4 Co-design da solução	92
5.5 Leis e governança	93
5.6 Plano de ação	95
5.7 Financiamento	95
5.8 Implementação	96
5.9 Monitoramento e manejo adaptativo	96
6. 8 AÇÕES PRIORITÁRIAS PARA IMPLEMENTAR SbN EM CIDADES COSTEIRAS	97
7. HORA DE AGIR: JUNTOS POR CIDADES RESILIENTES	101
7.1 Quem somos	103
7.2 Conheça nossas outras iniciativas	105
8. REFERÊNCIAS CITADAS	107

1. Glossário

Adaptação climática – Processo de ajustar sistemas ecológicos, sociais e econômicos em resposta a estímulos climáticos reais ou esperados para minimizar danos, reduzir vulnerabilidades e aproveitar oportunidades associadas às mudanças climáticas.

Alagamento – Acúmulo de água em áreas urbanas causado por chuvas intensas ou problemas de drenagem, que resulta em ruas ou terrenos temporariamente cobertos de água.

Bancos de ostras – São formações compostas por agregações de ostras, que se fixam em substratos duros, como rochas e outros materiais sólidos em águas costeiras rasas. Os bancos de ostras ocorrem principalmente em áreas estuarinas.

Ciclagem de nutrientes – Movimento e transformação de nutrientes no solo, na água e nas plantas, garantindo que os elementos essenciais para a vida estejam disponíveis no ambiente.

Dunas – Formações geradas por acúmulo de areia modelados pelo vento, que se movem e mudam de forma continuamente. As dunas são comuns ao longo do litoral brasileiro, especialmente nas regiões Nordeste e Sul, onde desempenham funções ecológicas importantes, como a proteção natural contra a erosão costeira, a formação de barreiras naturais para conter o avanço do mar, e o suporte a uma vegetação adaptada a ambientes secos e arenosos.

Endurecimento costeiro – Processo referente à construção de estruturas rígidas na interface entre a terra e o mar, com o objetivo de proteger áreas urbanas e acomodar as necessidades da sociedade. Esse processo substitui ambientes naturais não consolidados, como praias arenosas e fundos lodosos, por superfícies artificiais, alterando a dinâmica natural da costa e reduzindo a capacidade desses habitats de fornecer serviços ecossistêmicos essenciais.

Espaços azuis – São áreas aquáticas como rios, lagos, mares, zonas úmidas e outros corpos d'água. Eles desempenham um papel crucial na regulação do ciclo hidrológico, purificação da água, mitigação de inundações e promoção da biodiversidade aquática, além de também oferecerem benefícios recreativos e estéticos.

Espaços verdes – São áreas cobertas por vegetação natural ou plantada, como jardins, parques e florestas, dentro ou próximas de ambientes urbanos. Esses espaços oferecem benefícios ecológicos, como a regulação do clima, a purificação do ar, a promoção da biodiversidade e oportunidades de lazer e bem-estar para as pessoas.

Evento climático extremo – Uma ocorrência meteorológica ou climática severa, como chuvas torrenciais, ondas de calor intensas, ressacas severas, grandes inundações ou secas prolongadas, que representam desvios significativos em relação aos padrões climáticos médios de uma região. Essas ocorrências costumavam ser mais raras, mas estão ficando mais frequentes devido à mudança do clima.

Gramas marinhas – São plantas vasculares que crescem submersas em ambientes costeiros rasos. Essas plantas desempenham funções ecológicas essenciais, como o sequestro de carbono, a proteção contra a erosão costeira, a filtragem de poluentes e a criação de habitats para inúmeras espécies marinhas. No Brasil, as gramíneas marinhas ocorrem desde a Região Nordeste até a Sul, abrangendo diversas regiões costeiras.

Infraestrutura cinza – Estruturas físicas construídas pelo ser humano em áreas terrestres e na interface entre a terra e o mar, projetadas somente para suportar e facilitar o funcionamento das cidades. Essas estruturas são geralmente compostas por materiais como concreto, aço ou outros componentes artificiais e têm impacto significativo na transformação do ambiente natural. Exemplos comuns incluem quebra-mares, ruas pavimentadas, parques com superfícies impermeáveis, muros de contenção, diques, prédios, residências, avenidas, pontes e canais.

Inundação – Transbordamento de corpos d'água, como rios e mares, causado por chuvas intensas, ressacas ou marés de tempestade, que eleva o nível da água acima do normal. Esse fenômeno cobre áreas normalmente secas e pode afetar grandes regiões, causando danos extensos.

IPCC - Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (em inglês, Intergovernmental Panel on Climate Change). O IPCC é formado por um grupo de cientistas estabelecido pela Organização das Nações Unidas (ONU) com o propósito de avaliar e revisar as pesquisas científicas relacionadas às mudanças climáticas para informar e orientar as políticas globais sobre o clima.

Macroalgas marinhas – São organismos fotossintetizantes que crescem em substratos rochosos ou flutuantes em ambientes costeiros. No Brasil, as macroalgas ocorrem em diversas regiões litorâneas e desempenham funções ecológicas importantes, como a absorção de nutrientes em excesso, contribuindo para a melhoria da qualidade da água e o suporte a uma rica biodiversidade marinha. Além disso, elas são uma fonte valiosa de produtos comerciais, sendo utilizadas na alimentação, na fabricação de fertilizantes e na produção de cosméticos e medicamentos.

Manejo adaptativo - Abordagem de gestão ambiental que reconhece a incerteza inerente ao manejo de sistemas ecológicos e utiliza o monitoramento contínuo com base em métodos científicos para avaliar a efetividade das intervenções. No contexto de SbN, envolve o acompanhamento de indicadores ambientais, sociais e econômicos no local da intervenção ao longo de todo o processo (antes, durante e após a implementação). Com base nos resultados, as estratégias são ajustadas dinamicamente para aprimorar a conservação e minimizar impactos indesejáveis. Essa prática destaca a necessidade de aprendizado contínuo, promovendo soluções mais eficazes e sustentáveis.

Manguezal – Ecossistema costeiro de transição entre os ambientes terrestre e marinho, caracterizado por solos alagáveis e vegetação típica, como os mangues, árvores adaptadas à mudanças de salinidade e à falta de oxigênio nos solos. No Brasil, os manguezais se distribuem dos estados do Amapá até Santa Catarina, sendo mais abundantes nas Regiões Norte e Nordeste. Este ecossistema desempenha funções ecológicas vitais, como a proteção contra erosão, o armazenamento de carbono, a retenção de sedimentos, a filtragem de poluentes e o suporte a uma rica biodiversidade, incluindo diversas espécies de importância comercial como peixes, moluscos e crustáceos.

Marisma - Ecossistema costeiro de áreas baixas e alagadas, caracterizado pela presença de gramíneas e juncos, adaptadas a ambientes salinos. No Brasil, os marismas ocorrem principalmente na Região Sul, em áreas estuarinas e lagoas costeiras, desempenhando um papel crucial na filtragem de poluentes, proteção contra inundações e suporte à biodiversidade local.

Mata Atlântica - Bioma tropical e subtropical caracterizado por uma floresta densa e biodiversa, com árvores de grande porte, arbustos e uma rica variedade de epífitas, como bromélias e orquídeas. Originalmente, se estendia ao longo da costa brasileira, desde o Rio Grande do Norte até o Rio Grande do Sul, abrangendo áreas de encosta e planícies. Apesar de altamente fragmentada devido à urbanização e desmatamento, a Mata Atlântica desempenha funções ecológicas essenciais, como a regulação do clima, a proteção dos mananciais e encostas, e a provisão de habitat para inúmeras espécies endêmicas de fauna e flora, muitas das quais estão seriamente ameaçadas de extinção.

Mudança climática - Alteração significativa e duradoura dos padrões típicos de temperatura, precipitação e outros fenômenos climáticos em escala global devido a fatores humanos e naturais.

Polinização - Processo pelo qual o vento, insetos, aves e outros animais transferem pólen entre plantas, permitindo sua reprodução e a produção de frutos e sementes.

Produtividade primária - Processo em que plantas e algas, por meio da fotossíntese, transformam a luz solar em energia, produzindo oxigênio e compostos orgânicos (biomassa). Esse processo é fundamental para fornecer energia e sustentar toda a teia alimentar.

Produtividade secundária - A quantidade de energia ou biomassa gerada pelos animais ao consumir plantas ou outros animais, contribuindo para o crescimento e reprodução das espécies.

Recifes de coral - Formações de substrato duro compostas principalmente por estruturas calcárias construídas por corais, algas calcárias e outros organismos marinhos. No Brasil, os recifes rasos são encontrados principalmente na Região Nordeste. Esses ecossistemas abrigam uma grande biodiversidade de peixes e invertebrados, sendo fundamentais para a pesca e o turismo sustentável. Além disso, os recifes de coral fornecem muitos outros serviços ecossistêmicos importantes, como a proteção da linha de costa contra a erosão e a força das ondas.

Resiliência climática - A capacidade social, econômica e ecológica dos ecossistemas de se adaptarem, resistirem e se recuperarem dos impactos de eventos climáticos, em especial em decorrência das mudanças climáticas.

Restinga - Ecossistema costeiro formado sobre solos arenosos e pobres em nutrientes, caracterizado por uma vegetação diversa que varia desde gramíneas rasteiras até arbustos e árvores de pequeno porte, adaptadas às condições de salinidade e ventos fortes. No Brasil, as restingas se distribuem ao longo de todo o litoral, onde desempenham funções ecológicas essenciais, como a proteção contra a erosão costeira, a estabilização das dunas e a provisão de habitat para diversas espécies de flora e fauna.

Serviços ecossistêmicos - São os benefícios essenciais e variados que a natureza oferece, dos quais dependemos para sobreviver. Exemplos incluem a provisão de alimentos (p. ex., peixes, crustáceos, frutas, verduras), matéria-prima (p. ex., madeira, gás, minerais) e água potável, a purificação do ar e da água, a regulação do clima, a proteção costeira, a polinização de plantas e as oportunidades/condições para recreação, turismo e bem-estar espiritual.

Sistema de biorretenção - Intervenções projetadas como depressões vegetadas rasas que podem interceptar, infiltrar, desviar, alterar e tratar o volume e a velocidade do fluxo de águas pluviais.

Soluções baseadas na Natureza (SbN) - São ações que utilizam processos e ecossistemas naturais para enfrentar os desafios mais urgentes do nosso tempo, tais como: o risco da falta de água e dos impactos de eventos climáticos extremos, como enchentes e deslizamentos. É uma abordagem de gestão de recursos naturais que gera benefícios para a biodiversidade ao mesmo tempo em que promove soluções para o desenvolvimento socioeconômico e o bem-estar humano.

Sustentabilidade - Uso consciente dos recursos naturais sem comprometer o bem-estar e desenvolvimento das gerações futuras. A sustentabilidade depende do equilíbrio entre aspectos econômicos, sociais e ambientais, visando a preservação dos recursos naturais e a promoção de um estilo de vida que não esgote os recursos do planeta.

Urbanização - Processo de crescimento e desenvolvimento de cidades, caracterizado pelo aumento da população e área territorial urbana, expansão da infraestrutura e transformações sociais, econômicas e culturais associadas à vida nas cidades.

Zona costeira - A zona costeira é a região de interface entre os ambientes terrestre e marinho, incluindo os ambientes litorâneos e suas áreas adjacentes. Esta região é caracterizada pela influência direta e indireta do mar. Atualmente, 443 municípios pertencem oficialmente à zona costeira no Brasil. Destes, 279 são defrontantes com o mar, ou seja, são municípios litorâneos que possuem território que faz contato direto com o oceano.

2. Dicionário de Ícones

Benefícios de Soluções Baseadas na Natureza

2.1 Benefícios FUNCIONAIS



Adaptabilidade

Passível de ajuste e expansão ao longo do tempo para responder às mudanças nas condições ambientais e à elevação do nível do mar.



Conforto térmico

A vegetação proporciona isolamento térmico natural às edificações e mantém temperaturas mais amenas no entorno de espaços verdes e azuis.



Controle de erosão

A vegetação em encostas e áreas estuarinas, assim como os ecossistemas costeiros naturais, estabilizam o solo, controlando o escoamento superficial e o fluxo de água, o que reduz a erosão. Esses sistemas protegem áreas costeiras, margens de rios e terrenos íngremes, restaurando a dinâmica natural dos sedimentos e garantindo a proteção de infraestruturas e comunidades.



Durabilidade

A combinação de estruturas projetadas a partir de princípios ecológicos com a resiliência de sistemas naturais prolonga a vida útil das estruturas de defesa costeira.



Mitigação de inundações

Parques verdes e sistemas naturais saudáveis, como áreas úmidas e florestas, absorvem e retêm o excesso de água da chuva, desacelerando o escoamento e reduzindo a gravidade e a frequência das inundações. Além disso, ecossistemas costeiros atuam como barreiras naturais, minimizando a intrusão de águas salinas e reduzindo o impacto das marés e tempestades.



Produção local

Fornecer alimentos frescos e cultivados localmente, reduzindo a necessidade de transporte de alimentos a longas distâncias.



Proteção costeira

Parques azuis e ecossistemas naturais, como restingas, recifes de coral, manguezais, marismas e dunas, atuam como barreiras naturais. Eles absorvem a energia das ondas e a força das marés, amortecem os impactos das tempestades e ajudam a conter a elevação do nível do mar. Além disso, a vegetação ajuda a absorver os impactos de ventanias. Dessa forma, protegem as áreas costeiras e aumentam sua resiliência contra eventos climáticos extremos.



Proteção costeira

Parques azuis e ecossistemas naturais, como restingas, recifes de coral, manguezais, marismas e dunas, atuam como barreiras naturais. Eles absorvem a energia das ondas e a força das marés, amortecem os impactos das tempestades e ajudam a conter a elevação do nível do mar. Além disso, a vegetação ajuda a absorver os impactos de ventanias. Dessa forma, protegem as áreas costeiras e aumentam sua resiliência contra eventos climáticos extremos.



Purificação da água

Plantas, solos e sedimentos filtram poluentes da água, reduzindo a contaminação de corpos d'água, aquíferos e sistemas de drenagem.



Purificação do ar

Plantas, arbustos e árvores atuam como filtros naturais, removendo poluentes do ar, como dióxido de carbono, partículas e outros gases tóxicos.



Reabastecimento de aquíferos

Vegetação natural e superfícies permeáveis facilitam a infiltração da água no solo, reabastecendo as reservas de água subterrânea.



Redução de resíduos

Reciclagem de resíduos orgânicos por meio da compostagem.



Redução de fluxo de água

Captura, absorção ou dissipação de águas pluviais, desacelerando o escoamento e reduzindo os volumes de pico, aliviando o fluxo nos sistemas de drenagem urbanos.



Suprimento de água

Por meio da captação de água da chuva e sistemas de irrigação eficientes para conservar água, fornece uma fonte alternativa para usos não potáveis, como irrigação, descarga de vasos sanitários e lavanderia.

2.2 Benefícios URBANOS



Design e planejamento urbano sustentável

A integração de infraestruturas verdes e azuis ao planejamento urbano equilibra o desenvolvimento urbano com a conservação ambiental, criando cidades mais sustentáveis e resilientes às mudanças climáticas e promovendo um ambiente urbano mais habitável a longo prazo.



Drenagem

O manejo eficiente de captação, absorção e redirecionamento de águas pluviais alivia a pressão sobre os sistemas de drenagem.



Espaços públicos aprimorados

Áreas verdes e azuis aprimoram os espaços públicos urbanos ao oferecer áreas recreativas e acessíveis, como parques, trilhas e zonas de convivência, promovendo interação social, lazer, bem-estar da população e oportunidades de proximidade com a natureza.



Estética urbana

Infraestruturas verdes e áreas naturais integradas ao design urbano melhoram a estética das cidades, tornando-as mais agradáveis e atraentes para residentes e visitantes.



Mobilidade urbana

Vias verdes proporcionam rotas seguras para ciclistas e pedestres, conectando diferentes áreas da cidade, melhorando o acesso ao transporte público e criando ambientes mais agradáveis e seguros para caminhar.



Otimização de espaço

Infraestruturas verdes e azuis representam um uso estratégico do solo urbano, atendendo tanto a funções utilitárias quanto recreativas, maximizando assim o espaço urbano limitado.



Proteção civil

Espaços verdes e azuis protegem a população urbana ao minimizar riscos relacionados a alagamentos, inundações, deslizamentos de massa e doenças por contaminação do ar e da água. Além disso, vias verdes bem projetadas aumentam a segurança de pedestres e ciclistas ao reduzir a velocidade de veículos e manter as pessoas afastadas do tráfego.



Proteção de obras de infraestrutura

Espaços verdes e azuis minimizam as perdas e os danos às obras de infraestrutura urbana causados por eventos climáticos extremos (chuvas, ventanias, ressacas, ondas de calor).



Redução de barulho

Áreas verdes atuam como barreiras naturais de som, reduzindo a poluição sonora ao criar uma zona de amortecimento acústico entre áreas residenciais e ruas mais movimentadas.



Resfriamento urbano

A vegetação fornece sombra e libera umidade, resfriando os ambientes urbanos, aumentando o conforto térmico e podendo reduzir a energia necessária para resfriar os edifícios. Além disso, superfícies permeáveis reduzem a absorção de calor.

2.3 Benefícios AMBIENTAIS



Biodiversidade

Espaços verdes e azuis oferecem habitats para uma ampla variedade de espécies de plantas e animais, promovendo a biodiversidade local. A criação de infraestruturas verdes, a recuperação de áreas naturais degradadas e a preservação de áreas naturais pristinas contribuem para o aumento da biodiversidade e a conservação de espécies.



Conectividade de habitats

O planejamento espacial estratégico de conservação, recuperação, ou criação de espaços verdes ou azuis no ambiente urbano facilita o movimento e dispersão da biota nativa, aumenta a diversidade genética, e fornece recursos essenciais e zonas de amortecimento em paisagens urbanas fragmentadas.



Qualidade de água

A vegetação terrestre e aquática, o solo e animais filtradores (ex. ostras e mexilhões) filtram poluentes das águas, melhorando a qualidade da água em rios, lagos, lagoas e mares. Além disso, a vegetação ajuda a estabilizar o solo, reduzindo a erosão e a sedimentação em corpos d'água, protegendo e promovendo a qualidade de água nos ecossistemas aquáticos.



Melhora em funções ecológicas

Espaços verdes e azuis integram elementos naturais que promovem a biodiversidade e processos ecológicos essenciais, incluindo polinização, ciclagem de nutrientes, purificação da água e do ar, e produtividade primária e secundária.



Qualidade de ar

A vegetação absorve poluentes do ar e libera oxigênio, ajudando a purificar a atmosfera e a reduzir os gases de efeito estufa. Ao melhorar a qualidade do ar, as áreas naturais contribuem para o equilíbrio ecológico, promovendo a saúde dos ecossistemas e mitigando os impactos das mudanças climáticas.



Redução de estresse térmico

A redução de calor em ambientes urbanos conserva a umidade e diminui o estresse térmico local, criando condições mais estáveis e favoráveis para a sobrevivência e reprodução da fauna e flora.



Sequestro e armazenamento de carbono

A vegetação terrestre e aquática, incluindo algas, captura dióxido de carbono do ar e da água e armazena carbono em seus tecidos. Esse processo é crucial para mitigar as mudanças climáticas e promover a sustentabilidade urbana.



Solos saudáveis

Práticas de agricultura orgânica e o uso de plantas nativas na criação de infraestruturas verdes melhoram a estrutura e a fertilidade do solo, promovendo solos mais saudáveis nas áreas urbanas.

2.4 Benefícios SOCIAIS



Educação

Áreas verdes e azuis nas cidades expõem os moradores a ambientes naturais, incentivando o cuidado ambiental e práticas sustentáveis. Ao oferecer espaços de encontro e engajamento social ao ar livre, criam-se oportunidades educacionais sobre ecologia, gestão de recursos e sustentabilidade, promovendo uma cultura de conservação ambiental.



Engajamento social

Espaços verdes e azuis podem servir como áreas comunitárias para promover a colaboração e o engajamento da comunidade em práticas sustentáveis, por meio da educação ambiental e do voluntariado. Além disso, esses espaços podem incentivar o envolvimento da comunidade no planejamento, monitoramento e/ou na manutenção de projetos ecológicos.



Recreação

Espaços públicos verdes ou azuis oferecem recreação e lazer para a população ao criar áreas para relaxamento, socialização, prática de atividades físicas ou realização de eventos.



Resiliência comunitária

Empoderamento de comunidades para serem mais auto-suficientes e resilientes às mudanças climáticas.



Saúde

O acesso a espaços verdes e azuis nas cidades proporciona oportunidades de relaxamento, recreação e prática de atividades físicas, o que reduz o estresse e melhora a saúde física e mental das pessoas, beneficiando a qualidade de vida da população. Além disso, esses espaços naturais filtram poluentes do ar e da água, contribuindo para a prevenção de doenças respiratórias e transmitidas pela água.



Segurança alimentar

Áreas naturais, como manguezais, bancos de ostras e recifes de coral, por exemplo, aumentam a segurança alimentar das cidades ao fornecer habitats para diversas espécies de valor comercial, como peixes e mariscos, garantindo a pesca sustentável e protegendo os recursos costeiros. Além disso, hortas urbanas promovem a produção local de alimentos frescos, reduzindo a dependência de cadeias de suprimentos e fortalecendo a resiliência das comunidades.



Sensação de segurança

As pessoas confiam e se sentem seguras sobre a capacidade das políticas de mitigação de proteger suas comunidades contra desastres ambientais.



Valor cultural

Conservar e restaurar ambientes naturais preserva e fortalece as conexões culturais e históricas de comunidades com os ambientes costeiros.

2.5 Benefícios ECONÔMICOS



Atratividade para investimentos

Cidades com espaços verdes e azuis se tornam mais atraentes para negócios e investidores que valorizam a sustentabilidade e a qualidade de vida. Além disso, soluções que reduzem riscos de desastres naturais asseguram zonas seguras para o desenvolvimento urbano sustentável, atraindo novos investimentos e promovendo o crescimento econômico.



Economia de custos com alimentação

A produção local de alimentos, especialmente em centros urbanos, fortalece a segurança alimentar por meio do fornecimento de produtos frescos e da diversificação da oferta. Além disso, a proximidade com o consumidor final reduz os custos e as taxas de transporte, impactando positivamente os preços e fomentando uma cadeia de suprimentos mais justa e sustentável.



Economia de custos com infraestrutura

Ao manejar o escoamento de águas pluviais, espaços verdes urbanos reduzem a necessidade de sistemas extensivos de drenagem subterrânea, diminuindo os custos de construção e manutenção dessas infraestruturas.



Economia de gastos com transporte

Vias verdes oferecem alternativas econômicas ao uso do carro, economizando dinheiro com combustível e manutenção de veículos, ao mesmo tempo em que reduzem o desgaste das estradas e a necessidade de expansões caras de infraestrutura.



Fortalecimento da economia local

Espaços verdes e azuis atraem visitantes e turistas, impulsionando a economia local por meio do aumento nos gastos com recreação, alimentação e outros serviços. Negócios próximos a vias verdes também se beneficiam do maior tráfego de clientes no local.



Geração de emprego

O design, construção e manutenção de infraestruturas verdes e azuis, ou o manejo de áreas naturais nas cidades, geram empregos em áreas como, por exemplo, paisagismo (paisagista, arquiteto, arborista), engenharia (civil, de materiais, agrícola, florestal), operações urbanas (técnico em bioconstrução, operador de equipamentos, bombeiro hidráulico), agricultura urbana (horticultor, técnico em irrigação), manejo ambiental (técnico em meio ambiente, zelador de áreas públicas, biólogo, químico, geógrafo, oceanógrafo, físico) e ecoturismo (turismólogo, instrutores e guias ambientais).



Prêmio de seguros reduzidos

A mitigação de riscos de inundações, alagamentos e deslizamentos causados por chuva, ressacas e elevação do nível do mar pode levar a prêmios de seguro mais baixos para propriedades dentro de áreas seguras, oferecendo economias significativas para proprietários e empresas.



Produtividade pesqueira

A revitalização e proteção de ecossistemas terrestres e aquáticos em áreas urbanas melhoram a qualidade da água e fornece habitats críticos de desova e berçários, favorecendo, de forma coletiva, o crescimento e a sustentabilidade das populações de peixes, incluindo espécies consumidas por comunidades locais e de importância econômica.



Redução de custos com saúde pública

A melhora na qualidade do ar e da água, aliada ao incentivo à atividade física e recreação em espaços verdes e azuis, contribui para a saúde pública, reduzindo os custos com tratamentos de doenças respiratórias, doenças transmitidas pela água e doenças crônicas relacionadas ao ambiente urbano (estresse, ansiedade, sedentarismo).



Redução de custos com energia elétrica

A mitigação do efeito de ilha de calor urbana diminui a necessidade de resfriamento e aquecimento de edifícios e residências, reduzindo os custos com energia elétrica.



Redução de gastos com danos

A mitigação de riscos de inundações, ressacas, deslizamentos e ventanias reduz os custos associados a danos em obras públicas, residências e comércios, além de também diminuir os gastos com reparos em sistemas de drenagem e elétricos, e descontaminação da água.



Valorização de imóveis

Imóveis e propriedades com ou próximos a espaços verdes e azuis tendem a se valorizar devido à funcionalidade sustentável, à valorização estética, e às oportunidades de recreação e de segurança que oferecem.

3. MUDANÇAS CLIMÁTICAS E A VULNERABILIDADE DE CIDADES COSTEIRAS





Cidades ao redor do mundo enfrentam desafios cada vez mais urgentes relacionados à mudança do clima. A intensificação dos riscos, combinada à urbanização acelerada, perda de biodiversidade e de serviços ecossistêmicos, agrava a pobreza e as desigualdades socioeconômicas. Eventos extremos como tempestades, inundações, ondas de calor e secas, cada vez mais intensos e frequentes, ameaçam o bem-estar e a vida da população, causando perdas econômicas significativas e instabilidade social, em especial daquelas que residem no litoral.

No Brasil, cerca de um quarto da população vive na zona costeira^[1], onde as cidades estão se expandindo rapidamente. Se considerarmos as pessoas que vivem a até 150 km da costa, este número supera a metade da população brasileira, de acordo com o censo de 2022 (54,8%^[2]). Historicamente, o processo de crescimento de cidades no Brasil, e em muitos países em desenvolvimento, ocorreu de forma desordenada com grandes adensamentos em áreas de vulnerabilidade^[3]. Essas regiões enfrentam impactos climáticos exacerbados, pois frequentemente

estão situadas em locais de alto risco, como áreas de baixa elevação ou encostas íngremes^[4]. A falta de manutenção em infraestruturas essenciais, como sistemas de drenagem e superfícies impermeáveis, intensifica os riscos naturais, incluindo inundações e o efeito das ilhas de calor urbanas.

Frente às ameaças impostas pelas mudanças climáticas, torna-se cada vez mais urgente a necessidade de políticas de adaptação e de fortalecimento da resiliência urbana, visando minimizar riscos futuros e garantir a sustentabilidade dessas áreas críticas.

A maior parte da população brasileira vive no litoral ou nas suas proximidades ^[1-2]

3.1 Desafios

3.1.1 Projeções Climáticas

Eventos extremos associados a anomalias climáticas recentes no oceano e na atmosfera já causam danos severos em diversos países, incluindo o Brasil, impondo grandes desafios que exigem ações integradas e bem planejadas para minimizar os impactos negativos e proteger as cidades costeiras. Projeções futuras indicam que a frequência e a intensidade desses eventos podem aumentar, tornando ainda mais urgente a implementação de estratégias adaptativas e de mitigação eficazes.

Aumento da temperatura global

Dados do IPCC (2021)^[5] revelam um aumento significativo na temperatura média global do ar (1,09 °C) e na superfície do oceano (0,88 °C) entre 2011 e 2020, em comparação aos níveis pré-industriais (1850-1900). A taxa de aquecimento do oceano dobrou nos últimos 20 anos^[6], intensificando os impactos em ritmo acelerado.

Elevação do nível do mar

O nível médio do mar está cerca de 10 cm acima da média desde ^[5] 1993. Projeções indicam que, até 2100, o nível médio do mar pode aumentar pelo menos 43 cm em um cenário otimista de baixa emissão de carbono, podendo chegar a 82 cm em cenários ^[5] pessimistas.

Alteração nos padrões de chuva

As projeções climáticas para o Brasil até 2100 indicam um aumento nas chuvas nas Regiões Sul e Sudeste, enquanto o Nordeste e parte da Amazônia enfrentarão um regime de chuvas reduzido^[4,7].



Exemplos de eventos extremos marcantes na última década no Brasil

2014

Seca severa no estado de São Paulo

Reservatório do sistema Cantareira completamente seco



Fotos: Divulgação/SABESP

Condições climáticas

No mês de janeiro de 2014, ocorreu a formação de um intenso e persistente bloqueio atmosférico (área de alta pressão) sobre o Atlântico Sul e o Sudeste do Brasil. Esse fenômeno durou 45 dias (o normal é cerca de uma semana), prejudicando o transporte de umidade da Amazônia e a passagem/desenvolvimento dos principais sistemas causadores de chuva em partes da região Sudeste, especialmente no estado de São Paulo. No mesmo período, registrou-se anomalias positivas de temperatura do ar e do mar no Atlântico Sul.

Evento extremo

A baixa quantidade de chuva registrada no fim de 2013 e no primeiro semestre de 2014 gerou a pior crise hídrica já registrada no estado de São Paulo. O sistema Cantareira, que abastece a Região Metropolitana de São Paulo, atingiu seu menor nível histórico, operando por vários meses com a captação do seu volume morto. Outros reservatórios do estado de São Paulo e do Rio de Janeiro também atingiram níveis críticos.

Danos

A população de diversas cidades passou por períodos longos de racionamento, com cortes constantes do suprimento de água. Muitas delas dependeram de suprimento via caminhões-pipa. A estiagem prolongada também impactou a economia, gerando aumento no preço dos alimentos e nas tarifas de energia elétrica, além de enormes prejuízos para a atividade industrial. À época, estimou-se um prejuízo na casa dos bilhões de reais. Houve aumento no número de queimadas florestais e morte de toneladas de peixes em alguns rios.

2020

Ciclone bomba na Região Sul



Galpão em Muitos Capões, no RS, destruído pelos fortes ventos

Foto: Divulgação/Defesa Civil do RS

Galpão destruído por passagem de 'ciclone bomba' no município de Palmitos, em Santa Catarina

Foto: Divulgação/Defesa Civil de Santa Catarina



Árvores e postes derrubados em Florianópolis

Foto: Divulgação/Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina

Condições climáticas

Nos meses de março e abril de 2020, a temperatura média do ar esteve mais baixa que o normal, com valores até 1,5°C mais frios para o sul do Brasil. A temperatura da superfície do oceano no Atlântico Sul, naquele momento, estava mais quente variando, em média, de 1 e 3°C acima do normal nos meses de maio e junho de 2020.

Evento extremo

Em 24 horas, entre 29 e 30 de junho de 2020, um ciclone bomba se formou quando um centro de baixa pressão se deslocou do norte da Argentina para o Uruguai e o Rio Grande do Sul. Esse fenômeno, que gerou ventos e ressacas fortes no litoral, foi causado pela rápida queda da pressão atmosférica e trouxe ventos até 60% mais fortes que os ciclones tradicionais. Foi o episódio mais grave de ventos já registrado na Região Sul do Brasil, causando mais danos do que o Furacão Catarina, ocorrido em 2004.

Danos

Foram confirmadas 13 mortes, com quase 1 milhão de pessoas afetadas. Houve interrupção no abastecimento de energia e em atividades portuárias e danos à infraestrutura urbana. Mais de 20 mil habitações foram danificadas ou destruídas, com cerca de R\$250 milhões em prejuízos econômicos.

Chuvas intensas no sul da Bahia



Morador ajudando a resgatar pessoas nas ruas da comunidade local em Itabuna.
Foto: Guthierry Andrade



Enchente na BA
Foto: Reprodução/Record TV



Estrago causado pela enchente no distrito de Nova Alegria após chuvas intensas
Foto: Eduardo Anizelli/Folhapress

Condições climáticas

No mês de dezembro de 2021, a temperatura do ar apresentou a média mensal de 0,5 a 1°C mais fria que o normal na região sul da Bahia. A temperatura (da superfície) do oceano no Atlântico Sul nesse período se encontrava com anomalias positivas, com temperaturas médias 0,5 a 2°C mais quentes que o normal.

Evento extremo

Entre 22 e 29 de dezembro de 2021, um fenômeno natural chamado Zona de Convergência do Atlântico Sul (ZCAS) trouxe chuvas intensas para as Regiões Centro-Oeste e Sudeste do Brasil. Esse sistema, que se estende do sul da Amazônia até o Atlântico, causou chuvas anormais devido ao encontro da umidade com ventos opostos. A depressão subtropical, uma área de baixa pressão, contribuiu para a formação de nuvens, ventos e tempestades. A combinação da ZCAS com essa zona de baixa pressão foi o que intensificou as chuvas nas regiões leste e sul da Bahia.

Danos

Mais de 160 municípios decretaram estado de emergência na Bahia, com 26 mortes registradas e mais de 100 mil pessoas afetadas. Houve deslizamentos de terra, interrompimento no abastecimento de água e energia. Bairros e cidades ficaram alagados. Estimou-se prejuízos econômicos na casa dos bilhões de reais.

Chuvas intensas no litoral de Alagoas e Região Metropolitana de Recife



Estragos nas ruas de comunidades vulneráveis em PE, provocados pela chuva intensa e deslizamento de terra nas encostas.

Foto: Diego Nigro/AFP/MetSul Meteorologia



Pessoas desabrigadas andando na rua alagada em São Miguel dos Campos, AL.

Foto: Ailton Cruz



Estragos causados pelo deslizamento de terra na comunidade em Jardim Monte Verde, em Recife, PE.

Foto: Brenda Alcantara/AFP/MetSul Meteorologia

Condições climáticas

No mês de maio de 2022, a temperatura do ar apresentou a média mensal de 0,5 a 1°C mais quente que o normal na região noroeste do Nordeste brasileiro. A temperatura da superfície do oceano também se encontrava mais quente, cerca de 1°C acima do normal.

Evento extremo

Na Região Nordeste do Brasil, as chuvas volumosas decorrem de um fenômeno chamado Ondas de Leste, que se formam a partir de distúrbios atmosféricos na África e viajam pelo Atlântico. Essas ondas trazem muita chuva para o Brasil, especialmente no outono e inverno. Quando chegam ao litoral brasileiro, causam chuvas intensas, principalmente na Zona da Mata (faixa litorânea entre a Bahia e o Rio Grande do Norte) e às vezes no Recôncavo Baiano e no litoral do Ceará. O fator agravante neste caso foi a temperatura mais quente do oceano, que aumentou a intensidade das chuvas.

Danos

Cerca de 130 mil pessoas ficaram desalojadas ou desabrigadas, com mais de 2 milhões de pessoas afetadas. Registrou-se alagamento de bairros e interrompimento no abastecimento de água. Dezenas de milhares de habitações e centenas de obras de infraestrutura urbana foram danificadas ou destruídas. Estima-se centenas de milhões de reais em prejuízos econômicos.

2023

Chuvas intensas no litoral de São Paulo

Deslizamento de terra na Vila Sahy, São Sebastião
Foto: Amanda Perobelli/Reuters

Defesa civil e equipes de resgate buscando por pessoas na Vila Sahy, em São Sebastião
Foto: Tiago Queiroz/Estadão



Bloqueio de estrada
Foto: Governo do Estado de São Paulo - SP 55 próximo a Lagoinha

Condições climáticas

O ano de 2023 apresentou as maiores médias históricas de temperatura do ar desde 1961, com anomalias de +0,69°C comparado com dados históricos de 1991-2020. No mês de fevereiro de 2023, a temperatura do ar apresentou a média mensal de 1°C acima do normal nos litorais centro e norte de São Paulo. A temperatura da superfície do oceano no Atlântico Sul também se encontrava acima dos valores de referência em janeiro e fevereiro (médias mensais variando de 0,5 a 3°C mais quentes que o normal).

Evento extremo

O encontro de uma frente fria com uma área de calor intenso, com a formação de uma região de baixa pressão entre os estados de Minas Gerais, Rio de Janeiro e São Paulo, causou muita chuva, especialmente no litoral paulista. A maré alta, provocada pela frente fria, dificultou que a água da chuva escoasse para o oceano. Chuvas extremas resultaram em recorde de precipitação já registrado até então no Brasil (683 mm de chuva em 24 h no município de Bertióga/SP). As chuvas intensas causaram enchentes e deslizamentos de terra, principalmente nos municípios do litoral norte paulista.

Danos

Foram confirmadas mais de 60 mortes, a maioria no município de São Sebastião/SP, com mais de 60 mil pessoas afetadas. Com o alagamento de bairros e deslizamentos de terra, houve obstrução e destruição de vias, destruição de infraestrutura urbana, interrompimento no abastecimento de água e isolamento de bairros. Estima-se centenas de milhões de reais em prejuízos econômicos.

2023

Seca histórica na Bacia do Rio Amazonas

Comunidades isoladas pela seca.
Foto: Rafa Neddermeyer/Agência Brasil



Rios completamente secos na Amazônia.
Foto: Divulgação/Observatório do Clima



Transporte de alimento comprometido pelas secas.
Foto: Defesa Civil/Envira/Divulgação



Condições climáticas

Como resultado de uma combinação entre a atuação do fenômeno El Niño e temperaturas recorde do ar, as águas do Oceano Pacífico e do Atlântico Norte estiveram de 2 a 4 °C acima das médias históricas. Essas condições geraram déficit de chuvas e intensas ondas de calor entre junho e novembro de 2023.

Evento extremo

O volume de alguns rios baixou para os menores níveis mínimos já registrados em 120 anos, secando por completo em alguns trechos e afetando rios tributários. Houve a perda de milhões de hectares de superfície de água. Lagos chegaram a perder entre 75 e 90% do seu volume. A falta de chuva contribuiu para a proliferação de queimadas.

Danos

Comunidades ficaram isoladas, sem acesso a serviços de saúde, e com dificuldades para o transporte de suprimentos essenciais. As dificuldades de navegação nos rios gerou grandes impactos econômicos devido a impossibilidade de movimentação de mercadorias. Como resultado, houve aumento no preço dos alimentos. A seca também afetou a geração de energia elétrica, causando apagões e aumento das tarifas. Dezenas de municípios ficaram em estado de emergência. A perda extrema do volume de água em lagos e seu aquecimento levou à morte de peixes e botos (espécies ameaçadas de extinção).

Ondas de calor e chuvas intensas no Rio Grande do Sul

Resgate de morador
isolado pelas águas no RS.
Foto: @deisefalci



Porto Alegre inundada com cheia do rio Guaíba.
Foto: Renan Mattos/Reuters



Rio Taquari durante fortes
chuvas na cidade de
Encantado, RS.
Foto: REUTERS/Diego Vara



Condições climáticas

Desde o final de 2023, passando pelo verão de 2024, as temperaturas do ar bateram recordes de máximas e maiores temperaturas médias já registradas com ocorrências de vários eventos de ondas de calor. A temperatura da superfície do oceano no Atlântico Sul se manteve cerca de 0,7 °C acima da média histórica (1971–2000) para os mesmos períodos em 2024 desde janeiro, sendo os valores de 2023 e 2024 (até o momento) os mais altos desde então.

Evento extremo

Frentes frias vindas da Antártica foram bloqueadas por um centro de alta pressão estacionado na região central do Brasil. Isso somou-se a umidade vinda da região Amazônica que foi direcionada para o Rio Grande do Sul devido ao bloqueio atmosférico. Chuvas extremas resultaram em enormes enchentes, principalmente no Vale do Taquari.

Danos

Foram confirmadas centenas de mortes, dezenas de cidades inundadas ou alagadas, milhares de desalojados e desabrigados e milhões de afetados. Houve o interrompimento no abastecimento de água e energia elétrica. O principal aeroporto do estado ficou fechado por meses devido aos danos. Estima-se bilhões de reais em prejuízos econômicos. A recuperação das cidades afetadas, e do estado como um todo, levará anos.

2024

Queimadas no Brasil

Jacaré carbonizado no Pantanal de MS.
Foto: Gustavo Figueirôa/SOS Pantanal - CREDITO: CAMPO GRANDE NEWS



Queimada entre o sudoeste do Amazonas e o norte de Rondônia.
Foto: Marizilda Cruppe / Greenpeace



Amazônia em chamas.
Foto: Christian Braga/Greenpeace

Condições climáticas

O Brasil passou novamente por um período de grandes secas e elevadas temperaturas do ar, principalmente durante o inverno de 2024. Análises do **CEMADEN** mostraram que em 2024 registrou-se a pior seca no país desde 1951. Em comparação com outros eventos de seca intensa nas últimas 2 décadas, a seca de 2023-2024 é a mais abrangente, atingindo mais de 5 milhões de km² do país. Como causas, destaca-se a associação entre a ocorrência de um El Niño, as mudanças climáticas globais e o crescente desmatamento de áreas florestais.

Evento extremo

As condições atmosféricas favoráveis à proliferação de focos de incêndio, em associação inequívoca com ações criminosas, levou a aumentos históricos na quantidade de queimadas no país. De acordo com a plataforma MapBiomas[8], a área queimada no Brasil no primeiro semestre aumentou 529% em relação às médias históricas para o período. Entre janeiro e setembro de 2024, mais de 22 milhões de hectares foram queimados no país – área equivalente ao território do estado de Roraima. A Floresta Amazônica e o Pantanal foram os biomas mais afetados.

Danos

Mais de 70% da área queimada era de vegetação nativa, portanto os danos ambientais são severos e difíceis de serem estimados. Além disso, durante eventos de queimadas, rodovias e aeroportos foram fechados. Centenas de cidades declararam emergência, com milhões de pessoas afetadas. Mortes diretas foram registradas. Mortes indiretas e impactos na saúde de milhões de pessoas são difíceis de serem contabilizadas, porém altamente prováveis. As queimadas resultaram no aumento no preço dos alimentos. Estima-se prejuízos na casa dos bilhões de reais.

3.1.2 Vulnerabilidades e Impactos das Mudanças Climáticas

A intensificação desses eventos extremos aumenta os riscos de:

Alagamentos e inundações: Com a elevação do nível do mar e o aumento das tempestades, áreas urbanas próximas à costa ficam sujeitas a frequentes alagamentos, onde a água se acumula de maneira temporária, e inundações, que são situações mais graves de transbordamento e permanência da água. Esses fenômenos causam danos significativos à infraestrutura pública e privada, dificultam o acesso aos serviços essenciais e colocam em risco a vida e o bem-estar dos cidadãos. Segundo o Relatório do IPCC (2022)^[12], até 2050, um bilhão de pessoas enfrentarão o risco de inundações costeiras devido à elevação do nível do mar. No Brasil, pouco mais de 2 milhões de pessoas estão em risco no litoral^[13].

Proliferação de doenças: A água contaminada proveniente da elevação do nível do mar e das inundações facilita a disseminação de doenças de veiculação hídrica, tornando-se uma séria ameaça à saúde pública.

Erosão costeira: A elevação do nível do mar e a força das ressacas agravam a perda de solo e sedimentos ao longo da linha de costa, colocando em risco áreas urbanas e aumentando a vulnerabilidade a alagamentos.

Deslizamentos de encostas: As chuvas intensas associadas a tempestades e inundações saturam o solo nas áreas de encosta, aumentando o risco de deslizamentos. Esse fenômeno pode resultar em desmoronamento de terras e rochas, causando destruição de moradias, bloqueio de vias e ameaçando a vida de pessoas que habitam áreas de encostas íngremes.

Impactos sociais desiguais: Os efeitos dos desastres naturais são sentidos de forma desigual, afetando principalmente as comunidades em áreas mais vulneráveis, como encostas íngremes e regiões alagáveis (p. ex., ocupações

em áreas de manguezais e marismas). Grupos como mulheres, crianças, idosos, comunidades indígenas e populações de baixa renda enfrentam riscos desproporcionais devido à sua maior exposição e menor capacidade de adaptação. Esses grupos podem sofrer uma mortalidade média até 15 vezes maior, como evidenciado em países altamente vulneráveis na última década^[12].

Assim como as cidades costeiras, embora menos expostas aos impactos diretos da elevação do nível do mar, as cidades do interior compartilham desafios climáticos consideráveis, como: ondas de calor e frio mais intensas e frequentes, queimadas, chuvas extremas e vendavais, afetando:

Saúde e bem-estar da população: Eventos extremos podem intensificar problemas respiratórios e associados à contaminação da água, doenças cardiovasculares e de saúde mental na população, elevando a demanda por atendimentos médicos e sobrecarregando os sistemas de saúde nas cidades.

Segurança alimentar: As atividades agrícolas, essenciais para o abastecimento das cidades, sofrem com as oscilações climáticas extremas, comprometendo a produção e a segurança alimentar.

As cidades costeiras são particularmente vulneráveis à elevação do nível do mar, tempestades oceânicas, ventos fortes, ressacas e processos associados à erosão costeira^[9-11].



3.1.3 Infraestrutura Urbana e Abordagens Tradicionais

As cidades, ao priorizarem modelos de infraestrutura convencionais e rígidos, muitas vezes negligenciam a integração com o ambiente natural, o que limita sua capacidade de responder aos impactos das mudanças climáticas.

Falta de integração com o ambiente natural: A infraestrutura urbana tradicionalmente prioriza construções padronizadas e rígidas, com pouca consideração pela integração com o ambiente natural, sustentabilidade ou impacto ambiental.

Densidade urbana e falta de espaços verdes: Muitas cidades apresentam construções densas e uniformes, com relações desproporcionais entre o ambiente construído e os espaços abertos, o que intensifica os impactos das mudanças climáticas.

Limitações das soluções convencionais de proteção: As intervenções para reduzir os riscos de desastres em cidades costeiras têm se baseado em infraestruturas cinzas (p. ex., quebra-mar, mureta de contenção), que podem se mostrar insuficientes ou até mesmo prejudiciais a longo prazo.

Necessidade de soluções inovadoras: A complexidade das mudanças climáticas exige soluções inovadoras e integradas, que considerem a dinâmica do ambiente costeiro e a necessidade de adaptação a longo prazo.

Urbanização e Endurecimento Costeiro

O crescimento urbano tem se concentrado cada vez mais nas regiões costeiras, especialmente em países em desenvolvimento como o Brasil. Esse crescimento acelera o endurecimento costeiro, que envolve a construção de infraestrutura cinza no ambiente aquático para proteger áreas urbanas e atender às necessidades da sociedade. No litoral de São Paulo, um estudo recente^[14] mapeou 244 km de linha de costa ocupada por estruturas artificiais, como muretas, quebra-mares e píeres. Além disso, mais de 400 km de áreas urbanizadas se encontram em terrenos de baixa elevação próximos a praias e manguezais, aumentando a vulnerabilidade das cidades às ressacas e inundações. Esse processo crescente reflete a urgência de integrar soluções de adaptação climática e um planejamento costeiro mais sustentável.

Acesse o documento de divulgação científica deste estudo.

3.1.4 Demandas por Soluções Sustentáveis e Multifuncionais

Diante do cenário atual, é urgente implementar ações inovadoras e cientificamente fundamentadas para responder aos desafios das cidades costeiras de forma integrada e eficaz, beneficiando tanto a sociedade quanto o ambiente. Em contraste com a rigidez da infraestrutura cinza, soluções verde-azuis – como a recuperação de manguezais e dunas, criação de parques lineares e telhados verdes – promovem uma adaptação harmônica ao ambiente urbano e costeiro, aumentando a resiliência contra eventos climáticos extremos e criando cidades mais saudáveis e sustentáveis.

Com o aumento dos eventos extremos ao longo da costa brasileira, é essencial que as estratégias para fortalecer a segurança física, social e econômica das cidades costeiras transcendam medidas reativas. Mais do que garantir o fornecimento emergencial de energia, água e alimentos, é crucial investir em ações preventivas e de adaptação a longo prazo. Para fortalecer a resiliência das cidades costeiras, é necessário focar em investimentos robustos nas seguintes áreas:



Proteção de zonas costeiras: Englobando a recuperação de ecossistemas como manguezais, dunas e restingas, a construção de infraestruturas de defesa costeira resilientes e a implementação de políticas de recuo estratégico em áreas de alto risco.

Aprimoramento dos sistemas de tratamento e abastecimento de água: Ampliando a capacidade dos sistemas existentes, investindo em tecnologias avançadas de tratamento e promovendo o uso eficiente e a reutilização da água.

Planejamento e adaptação espacial urbano: Integrando o ordenamento territorial, a gestão do uso e ocupação do solo e a criação de áreas

verdes-azuis urbanas, visando reduzir a vulnerabilidade a eventos climáticos extremos e promover cidades mais resilientes, saudáveis e sustentáveis.

Garantir a saúde do meio ambiente é também garantir a saúde e o bem-estar humano

4. SOLUÇÕES BASEADAS NA NATUREZA (SbN)



Atualmente, há um movimento crescente para desenvolver e aplicar técnicas de construções ecológicas que utilizam materiais locais renováveis e princípios de design para melhor harmonizar os ambientes urbanos com a natureza, preparando as cidades para lidar com as mudanças climáticas. Assim, reconhece-se cada vez mais o papel crucial das SbN na melhoria da resiliência urbana. **As SbN fundamentam-se na utilização de sistemas ecológicos e processos naturais para abordar e solucionar desafios ambientais, sociais e econômicos de forma integrada.**

As SbN se traduzem em ações como a implementação de infraestrutura verde, a restauração de ecossistemas costeiros, a criação de parques e corredores ecológicos, entre outras iniciativas que visam harmonizar os ambientes urbanos com a natureza. No Brasil, o **Observatório de Inovação para Cidades Sustentáveis (OICS)** já mapeou 40 iniciativas de SbN, sendo que 11 estão localizadas em cidades costeiras.



Resiliência Comprovada

Uma revisão conduzida por pesquisadoras brasileiras, com base em estudos globais, revelou que a adoção de intervenções de SbN pode dobrar a resiliência das cidades diante de múltiplos riscos climáticos^[15].

[Acesse o estudo completo](#)



Essas abordagens estão alinhadas com diversos acordos e iniciativas internacionais, como o Quadro de Sendai para a Redução do Risco de Catástrofes, os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), as Décadas da ONU do Oceano e da Restauração dos Ecossistemas, o Acordo Climático de Paris e a Nova Agenda Urbana. Estes compromissos promovem a integração de objetivos ambientais e de gestão de riscos, respondendo às necessidades emergentes de manejo dos riscos climáticos, combatendo a degradação ambiental, aumentando a proteção e a capacidade de adaptação das comunidades vulneráveis e incentivando investimentos públicos e privados na prevenção e redução de riscos de desastres.

As SbN representam uma mudança de paradigma na forma como planejamos e construímos nossas cidades, abrindo caminho para um futuro mais sustentável e resiliente. No Brasil, essas soluções podem desempenhar um papel crucial na redução das emissões de carbono. Segundo um **estudo recente**, as SbN – especialmente a proteção de ecossistemas naturais e a restauração florestal – têm o potencial de mitigar até 78% das emissões de carbono necessárias para que o Brasil atinja suas metas de emissões líquidas zero, contribuindo de forma significativa para os compromissos climáticos do país. Tais iniciativas não apenas promovem a captura de carbono, mas também fortalecem a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos, beneficiando as comunidades locais.

As **Soluções baseadas na Natureza (SbN)** são ações que utilizam processos e ecossistemas naturais para enfrentar os desafios mais urgentes do nosso tempo. É uma abordagem de gestão de recursos naturais que gera benefícios para a biodiversidade ao mesmo tempo em que promove soluções para o desenvolvimento socioeconômico e o bem-estar humano^[16]. A implementação de SbN aborda desafios como a falta de água e de alimento, além dos impactos de eventos climáticos extremos, que podem causar desastres como inundações, alagamentos, deslizamentos de terra, erosão e ilhas de calor urbano. Essas soluções envolvem a restauração ou simulação dos ecossistemas naturais para fornecer serviços essenciais, tais como a purificação da água, proteção contra desastres naturais, regulação do clima e melhoria da qualidade do ar e da água.



4.1 SbN para áreas urbanas costeiras

As SbN abrangem diversas abordagens como proteção, gestão sustentável, restauração e criação de infraestrutura verde, azul ou natural^[17]. Essas abordagens podem ser organizadas em uma hierarquia, priorizando a proteção dos ecossistemas existentes sobre a gestão aprimorada, a reabilitação e restauração, ou a criação de novas SbN. É importante destacar que as SbN vão além da conservação da biodiversidade por si só nos casos de intervenções de proteção e recuperação ambiental. Elas são consideradas como tal quando visam solucionar problemas socioambientais de forma multifuncional, beneficiando tanto o meio ambiente quanto as demandas sociais e econômicas. A hierarquia dessas abordagens é particularmente relevante para a identificação e priorização de oportunidades de SbN ao nível estratégico, como na triagem de oportunidades de investimento em uma cidade. Entretanto, essas abordagens hierárquicas são complementares, e o desenvolvimento de uma estratégia de SbN deve considerar todos esses elementos.

1. Proteção: A adoção dessa hierarquia promove uma abordagem estratégica para o planejamento, reforçando a necessidade de fortalecer a proteção das áreas naturais urbanas para preservar seus valores funcionais e de biodiversidade. Exemplos de ecossistemas que podem ser protegidos incluem dunas, restinga, planícies de inundação, florestas urbanas e manguezais. Embora a proteção seja crucial, muitas áreas naturais não transformadas dentro de zonas urbanas estão degradadas, sujeitas a impactos diversos que comprometem sua capacidade de fornecer serviços ecossistêmicos.

2. Recuperação: A segunda camada hierárquica foca na restauração e reabilitação de ecossistemas para melhorar seu desempenho e benefícios. Iniciativas como reflorestamento, restaura-

ção de zonas úmidas e margens de rios, e reabilitação de ecossistemas costeiros, como manguezais, marismas e praias, são exemplos práticos dessas ações.

3. Criação: A terceira camada hierárquica trata da criação de novas SbN, usadas para mitigar impactos e aumentar a resiliência urbana. Isso inclui intervenções como telhados verdes, fachadas vegetadas, zonas úmidas artificiais e áreas de biorretenção, que também podem gerar benefícios adicionais para as comunidades.

Essas estratégias podem ser aplicadas em projetos desde as escalas de residências, prédios e bairros até as escalas que transpassam limites municipais, como em bacias hidrográficas e estuários. A seguir, serão apresentados exemplos de SbN que ilustram diferentes abordagens em diferentes contextos urbanos, demonstrando como essas estratégias podem aumentar a sustentabilidade e a resiliência urbana em cidades costeiras.

Hierarquia de estratégias dentro do conceito de Soluções baseadas na Natureza.



Proteção

e manejo sustentável de áreas naturais existentes para manter benefícios e biodiversidades



Recuperação

restauração e reabilitação de áreas degradadas regenerando benefícios



Criação de novas SbN

Adaptado de: World Bank 2021 – “A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience”

Escalas de abrangência das Sbn



Escala: Local

Abrangência: Casas, edifícios, ruas, praças

Soluções aplicadas em escalas menores, como edifícios, ruas ou quadras. Essas intervenções podem mitigar enchentes localizadas, melhorar o microclima, aumentar a biodiversidade e criar espaços de lazer e convivência, solucionando problemas pontuais. Exemplos práticos incluem telhados verdes, jardins de chuva e biovaletas.



Escala: Cidade

Abrangência: Municípios, bairros ou regiões

Soluções que abrangem o planejamento e a implementação de estratégias em grande parte do território municipal. Elas visam transformar amplamente a infraestrutura urbana e integrar sistemas naturais na gestão da cidade, melhorando a qualidade ambiental, a resiliência a eventos climáticos e o bem-estar da população. Essas intervenções incluem projetos que afetam o planejamento de zonas verdes e azuis, e sistemas de mobilidade e gestão de águas pluviais em grande escala. Exemplos são parques lineares, a criação de áreas verdes ao longo de rios e corredores ecológicos que conectam diferentes partes da cidade. A coordenação entre setores e políticas municipais é essencial para garantir que essas intervenções beneficiem múltiplos bairros e promovam a resiliência urbana.



Escala: Regional

Abrangência: Áreas intermunicipais

Soluções que envolvem intervenções que abrangem áreas geográficas amplas e requerem uma abordagem integrada e colaborativa entre municípios. Essas intervenções visam manejar sistemas naturais interconectados, como bacias hidrográficas, mananciais, áreas costeiras, estuários e sistemas deltaicos. Exemplos típicos incluem corredores ecológicos, manejo integrado de recursos hídricos e restauração de áreas degradadas, garantindo resiliência ambiental, bem-estar humano e benefícios econômicos.

Fontes:  UNEP, OICS

Como o foco deste documento é em cidades costeiras, inicialmente apresentamos exemplos de Sbn voltadas para áreas litorâneas: a restauração e proteção de habitats naturais da zona costeira, a eco-engenharia marinha e o realinhamento da costa. Em seguida, apresentamos outras Sbn que possuem aplicação mais ampla e também trazem benefícios para cidades do interior, como muros e telhados verdes, jardins

de chuva, alagados construídos, biovaletas, parques e vias verdes, parques alagáveis e terraços e taludes. Os tipos de Sbn foram listados com base na hierarquia de estratégias de Sbn, destacando suas principais características, os riscos climáticos ou ambientais geralmente foco da intervenção, os múltiplos benefícios e exemplos de aplicação em cidades costeiras.

4.2 Restauração e proteção de habitats naturais

Escala:
Municipal e Regional



Hierarquia:
Recuperação e Criação



Riscos abordados – Perda de serviços ecossistêmicos, inundação, erosão, deslizamento de massas.

Solução – Revitalização de habitats naturais degradados para recuperar suas funções naturais e proteção de áreas naturais, aumentando a biodiversidade, protegendo cidades costeiras de eventos climáticos extremos e garantindo ecossistemas saudáveis para as futuras gerações.

Design – A restauração utiliza processos naturais e espécies nativas para melhorar a saúde e estabilidade do solo, a qualidade da água, e fornecer habitats e condições favoráveis para a vida terrestre e marinha. As atividades de restauração podem incluir reflorestamento de árvores e plantas, reintrodução de fauna nativa, replantio de manguezais e intervenções para alterar favoravelmente determinadas condições ambientais, como a hidrodinâmica e morfodinâmica locais (p. ex., eco-engenharia marinha), a fim de facilitar o processo de restauração.

Áreas protegidas são designadas pela identificação e conservação de regiões com importância ecológica, cultural ou histórica, com o objetivo de conservar a biodiversidade e os recursos naturais. Elas normalmente envolvem zoneamento para controlar as atividades humanas, estabelecendo estruturas legais e de gestão, além de implementar estratégias de conservação para manter e restaurar ecossistemas, permitindo, ao mesmo tempo, o uso sustentável e atividades recreativas.



Aplicação – A restauração ecológica em áreas urbanas costeiras deve ser aplicada em locais estratégicos para proteger contra inundações, erosão costeira e deslizamentos de massas. Essas áreas incluem margens de rios, estuários e áreas defrontantes com o mar, onde a recuperação de marismas, manguezais e recifes de coral pode amortecer o impacto das ondas e reduzir a inundação por marés de tempestade. Praias e dunas restauradas podem atuar como barreiras naturais contra tempestades, minimizando processos de erosão costeira. Encostas íngremes em áreas urbanas, suscetíveis a deslizamentos e erosão do solo, são pontos críticos para a implementação de taludes vegetados.

A proteção de espaços verdes e azuis pouco alterados em cidades deve priorizar áreas críticas para a manutenção da biodiversidade terrestre e marinha, promovendo a conectividade de habitats (p. ex., corredores ecológicos, florestas e recifes urbanos). É essencial focar em áreas estratégicas que protejam a população e valores culturais e minimizem danos à infraestrutura pública, bens e propriedades.

Benefícios:

FUNCIONAL



Controle de erosão



Mitigação de inundações



Purificação da água



Purificação do ar



Redução de fluxo de água

URBANO



Design e planejamento urbano sustentável



Drenagem



Estética urbana



Espaços urbanos aprimorados



Proteção civil



Proteção de obras de infraestrutura



Resfriamento urbano

AMBIENTAL



Biodiversidade



Conectividade de habitats



Qualidade de água



Melhora em funções ecológicas



Qualidade de ar



Sequestro e armazenamento de carbono



Solos saudáveis

SOCIAL



Educação



Engajamento social



Recreação



Saúde



Segurança alimentar



Valor cultural

ECONÔMICO



Atratividade para investimentos



Economia de custos com infraestrutura



Fortalecimento da economia local



Geração de emprego



Prêmio de seguros reduzidos



Produtividade pesqueira



Redução de custos com saúde pública



Redução de gastos com danos



Valorização de imóveis

4.2.1 Praias e dunas

As praias são áreas costeiras formadas pela deposição de sedimentos, como areia, conchas e rochas, enquanto as dunas são elevações de areia moldadas pelo vento. Juntas, elas desempenham um papel vital na proteção natural das cidades costeiras contra a erosão e os impactos de tempestades, servindo como barreiras naturais que absorvem a energia das ondas e evitam a invasão do mar. Ecologicamente, praias e dunas são habitats importantes para uma diversidade de espécies, como aves marinhas, caranguejos e tartarugas marinhas, que dependem desses ambientes para se alimentar, se reproduzir e se abrigar. As dunas, com sua vegetação adaptada, também ajudam a estabilizar os sedimentos, prevenindo a erosão e contribuindo para a manutenção do equilíbrio costeiro. Praias e dunas são de grande importância social e econômica para as cidades costeiras. Elas são um grande atrativo turístico, gerando renda por meio do turismo de lazer e esportivo, fornecem recursos naturais, como areia, além de criarem oportunidades para outras atividades econômicas, como a pesca e o comércio local. As praias também são fundamentais para o lazer e o bem-estar das comunidades costeiras e turistas, promovendo qualidade de vida e oferecendo áreas de recreação ao ar livre.

Intervenções

As intervenções para restaurar praias e dunas utilizam técnicas para restabelecer suas funções naturais, como barreiras contra a erosão e tempestades. As técnicas mais comuns incluem:

Plantio de Vegetação Nativa

Plantio espécies de gramíneas e arbustos nativos que estabilizam o solo com suas raízes, reduzindo a erosão causada pelo vento e pela água.

Instalação de Cercas e Barreiras

Cercas são instaladas ao redor das dunas, preferencialmente utilizando materiais sustentáveis, como madeira não tratada proveniente de fontes locais ou de reflorestamento, além de materiais vegetais, como esteiras de fibra de coco ou palha. Essas cercas ajudam a restringir o acesso de pedestres e veículos, permitindo que as dunas se regenerem naturalmente, facilitando a captura da areia transportada pelo vento.

Além destas técnicas, é comum a remoção de espécies invasoras e a criação de sistemas de drenagem que ajudem a manter a integridade dessas formações.



SbN em ação



Fotos: Biovert; Diário do Rio



Restauração das Dunas Verdes de Ipanema e Leblon

Local: Rio de Janeiro/RJ, Brasil

Objetivo: Recuperação ambiental e proteção costeira

Descrição: O projeto de restauração das dunas nas praias de Ipanema e Leblon, fruto da parceria entre o Instituto E e a prefeitura do Rio de Janeiro, foi implementado em 2009 para fortalecer a defesa do litoral carioca e promover a sustentabilidade urbana. A recuperação envolveu o plantio de 38.000 mudas de 8 espécies nativas de restinga, essenciais para estabilizar as dunas, reduzir a erosão costeira e facilitar o retorno de animais silvestres à região. Com mais de 10.000 m² de intervenção e 28 canteiros de restinga, as dunas restauradas já atraem diversas aves em busca de alimento e locais seguros para nidificação, promovendo a conservação do ecossistema local. O projeto integra esforços de proteção ambiental e urbanística, valorizando o litoral como espaço ecológico e de lazer sustentável para a população local e seus visitantes, além de aumentar a resiliência climática da cidade.

Confira: [Instituto E](#); [Diário do Rio](#); [Biovert](#)



Fotos: Apremavi; SECOM



Projeto Restaura Restinga

Local: Florianópolis/SC, Brasil

Objetivo: Recuperar a vegetação de restinga, promover a conservação das dunas e a resiliência climática em Florianópolis

Descrição: O projeto Restaura Restinga foi implementado no Parque Natural da Lagoa da Conceição, em Florianópolis, como uma iniciativa de recuperação ecológica das áreas de restinga degradadas e proteção das dunas costeiras. Com foco na restauração da vegetação nativa e no combate à erosão, o projeto conta com a participação de voluntários e da comunidade local para plantar espécies típicas das restingas e monitorar seu desenvolvimento. A restauração ecológica, iniciada em 2022, envolve a coleta de sementes em áreas conservadas, a produção de mudas nativas e o plantio entre o mar e o fim da faixa de areia. A iniciativa promove a biodiversidade e combate a erosão. Por meio da parceria com a Universidade Federal de Santa Catarina e a Associação de Preservação do Meio Ambiente e da Vida (Apremavi), o projeto não apenas resgata a vegetação local, mas também conscientiza a população sobre a importância das restingas para o equilíbrio ambiental e a proteção costeira. O Restaura Restinga é um exemplo de como a colaboração entre ciência, sociedade civil e governo pode gerar impactos positivos duradouros, protegendo ecossistemas frágeis e valorizando o patrimônio natural da cidade.

Confira: [Instituto E](#); [Diário do Rio](#)

4.2.2 Manguezais e marismas

Manguezais e marismas são ecossistemas adaptados a áreas alagadas e salobras, e que desempenham um papel essencial na proteção das cidades costeiras. Esses ambientes funcionam como barreiras naturais que estabilizam o solo, retêm sedimentos e amortecem o impacto de ondas e tempestades, prevenindo a erosão e inundações.

Ecologicamente, esses ecossistemas fornecem habitats para diversas espécies de peixes, crustáceos, moluscos e aves, muitas de grande importância comercial e ecológica. Manguezais e marismas também contribuem para a filtragem de poluentes, melhorando a qualidade da água. Atuam ainda no sequestro e estocagem de carbono, ajudando a mitigar as mudanças climáticas.

Social e economicamente, as áreas de manguezais e marismas são vitais para comunidades costeiras, fornecendo recursos como peixes e mariscos e servindo de áreas para a prática de atividades como a pesca e o turismo ecológico. A conservação desses ecossistemas também promove a segurança alimentar e a sustentabilidade das economias locais, ao mesmo tempo em que protege a infraestrutura urbana contra danos causados por eventos climáticos extremos.

Você sabia?

Existe uma ferramenta online dedicada ao cadastro e monitoramento de projetos de restauração de manguezais ao redor do mundo! O Mangrove Restoration Tracker (Rastreador de Restauração de Manguezais) é um aplicativo que permite registrar e acompanhar os resultados dessas iniciativas em tempo real.

[Acesse aqui](#)



Um estudo publicado recentemente indica que os manguezais brasileiros armazenam 1,9 bilhão de toneladas de dióxido de carbono (CO₂), o que representa um potencial para gerar ao menos R\$48,9 bilhões em créditos de carbono, conforme praticado no mercado voluntário brasileiro^[18].

[Acesse o estudo aqui](#)





Intervenções

A restauração de manguezais e marismas envolve várias etapas e técnicas que visam restabelecer a funcionalidade desses ecossistemas. O foco inicial é restaurar as condições hidrológicas naturais, já que esses ambientes dependem do fluxo adequado, da qualidade da água e dos sedimentos para prosperar.

Restabelecimento da drenagem

Remoção de barreiras que bloqueiam o fluxo de maré e o acúmulo de sedimentos.

Reativar os canais de drenagem natural e a gestão do nível de elevação, permitindo que a vegetação nativa volte a colonizar a área.

Plantio de espécies nativas

Em áreas severamente degradadas, o plantio de espécies nativas pode ser essencial.

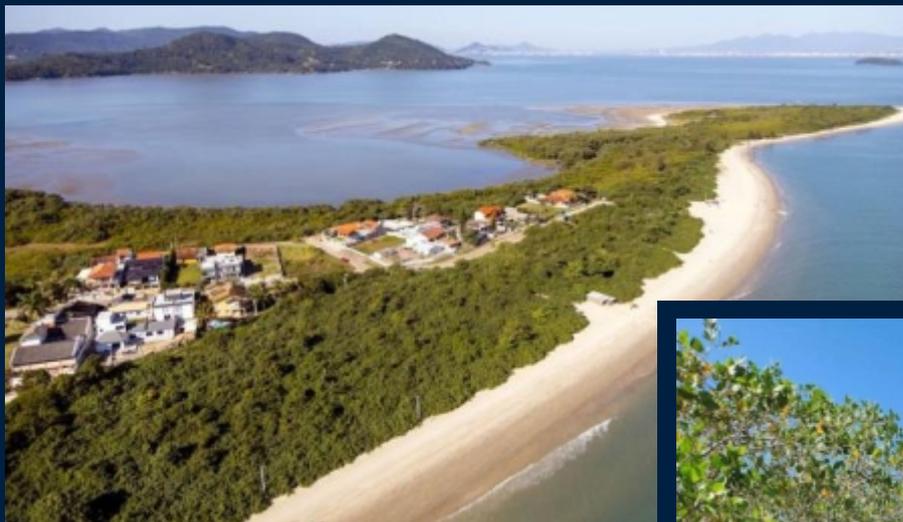
Restauração passiva

Permitir que a natureza se regenere sozinha. Muitas vezes esta estratégia é mais eficiente do que o plantio de mudas, desde que as condições adequadas sejam restauradas.

Eco-engenharia marinha

Em casos onde o replantio é necessário ou o fluxo de água precisa ser inicialmente reduzido, a eco-engenharia marinha, por meio do uso de estruturas rígidas temporárias ou da criação de habitats naturais, como bancos de ostras, pode ser uma aliada para facilitar o processo de restauração.

SbN em ação



Fotos: Dilton Castro



Projeto RAÍZES da Cooperação

Local: Florianópolis/SC, Brasil

Objetivo: Restaurar manguezais para fortalecer a resiliência climática

Descrição: O projeto RAÍZES da Cooperação, em Santa Catarina, é uma iniciativa de restauração ecológica voltada para recuperar áreas de manguezal degradadas e aumentar a resiliência climática da região. A ação envolve o plantio de espécies nativas dos manguezais, como o mangue-vermelho (*Rhizophora mangle*), o mangue-branco (*Laguncularia racemosa*) e o mangue-preto (*Avicennia schaueriana*), essenciais para a regeneração da biodiversidade local. Paralelamente, o projeto promove a remoção de espécies exóticas invasoras, como o Pinus, que impacta negativamente a biodiversidade nativa e o funcionamento dos ecossistemas. Com uma abordagem integrada, o projeto alia recuperação ambiental à conscientização comunitária, envolvendo atores locais de organizações da sociedade civil, escolas públicas, universidades e unidades de conservação, além de comunidades tradicionais, em atividades de educação, plantio, manejo sustentável e monitoramento das áreas restauradas. A iniciativa também contribui para a prevenção de fenômenos climáticos extremos, como ressacas e enchentes, ao fortalecer os serviços ecossistêmicos fornecidos pelos manguezais e colaborar para o sequestro de carbono.

Confira: [**RAÍZES da Cooperação**](#)



Fotos: NEMA



Restauração e Proteção da Lagoa Verde

Local: Rio Grande/RS, Brasil

Objetivo: Restaurar e conservar marismas para fortalecer sustentabilidade e resiliência climática

Descrição: A restauração e proteção das marismas na Área de Proteção Ambiental (APA) da Lagoa Verde, no Rio Grande do Sul, é uma iniciativa que busca preservar esse ecossistema costeiro, que ocupa parte da área urbana de Rio Grande, e promover a resiliência climática da região. Em 2002, o projeto APA da Lagoa Verde realizou um diagnóstico abrangente do meio natural e das atividades humanas no entorno, identificando o potencial ecológico da área e propondo usos sustentáveis, como ecoturismo contemplativo, práticas culturais e educativas. Como parte das ações de recuperação, o projeto realizou o plantio de 2.000 mudas nativas para restaurar a vegetação e fortalecer o ecossistema local. A iniciativa não apenas promove a recuperação da biodiversidade e a proteção contra eventos climáticos extremos, mas também incentiva o envolvimento da comunidade local e o desenvolvimento de atividades sustentáveis na área.

Confira: [NEMA](#), [SEMA](#)

4.2.3 Gramas e macroalgas marinhas

Gramas marinhas e macroalgas são parecidas porque vivem no mar e fazem fotossíntese, mas são bem diferentes entre si. Gramas marinhas são plantas que crescem em áreas costeiras rasas, formando 'gramados' subaquáticos. Elas têm raízes, caules e folhas, assim como as plantas que vemos em terra firme. Já as macroalgas, como o sargaço, são organismos mais simples, sem raízes nem sistema vascular, e se prendem a rochas ou flutuam no mar. Apesar de não serem plantas, também produzem energia através da luz do sol. Ambas comunidades aquáticas desempenham um papel fundamental para a vida marinha e a sustentabilidade das zonas costeiras. Estas fornecem refúgio e alimento para inúmeras espécies marinhas, como peixes, moluscos, tartarugas e peixes-boi, além de atuarem como berçário para espécies de importância econômica. Esses ecossistemas também absorvem nutrientes e poluentes, ajudando a manter a qualidade da água. Do ponto de vista da proteção costeira, contribuem para a redução da erosão por meio da estabilização dos sedimentos. Atuam ainda no sequestro de carbono, ajudando a mitigar os efeitos das mudanças climáticas. Socioeconomicamente, as gramas e macroalgas marinhas sustentam muitas espécies essenciais para a pesca e o turismo subaquático. As macroalgas, em particular, são usadas na alimentação (como as folhas de nori amplamente utilizadas na culinária oriental), na produção de fertilizantes, na medicina e como matéria-prima para produtos cosméticos e farmacêuticos. A extração e cultivo sustentável de macroalgas geram empregos e promovem o desenvolvimento de economias locais.

Intervenções

Gramas marinhas:

Transplante de mudas ou sementes em áreas adequadas, onde as condições ambientais, como qualidade da água, temperatura, luz e sedimentos, sejam favoráveis ao crescimento.

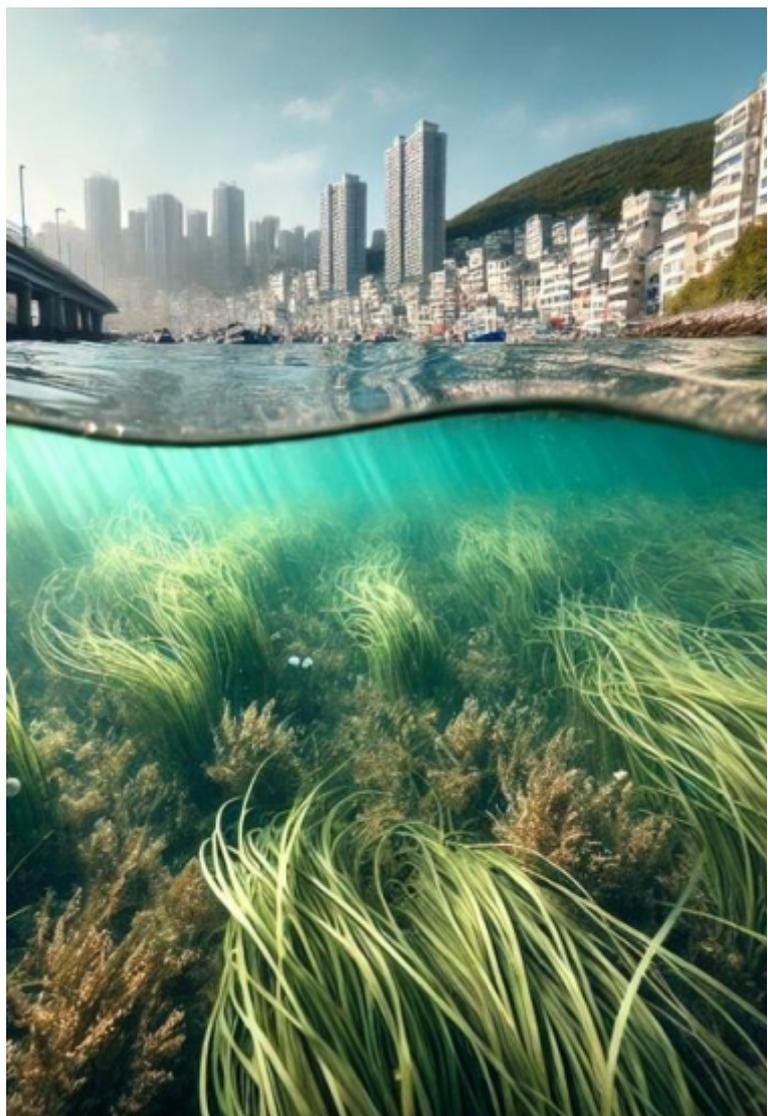
Redução de estressores locais, como poluição e práticas de pesca e navegação destrutivas, também é essencial.

Macroalgas:

Transplante de indivíduos ou material reprodutivo para áreas previamente selecionadas, onde as condições ambientais foram restabelecidas. A escolha de espécies nativas adequadas e o monitoramento contínuo são fundamentais para garantir o sucesso da restauração.

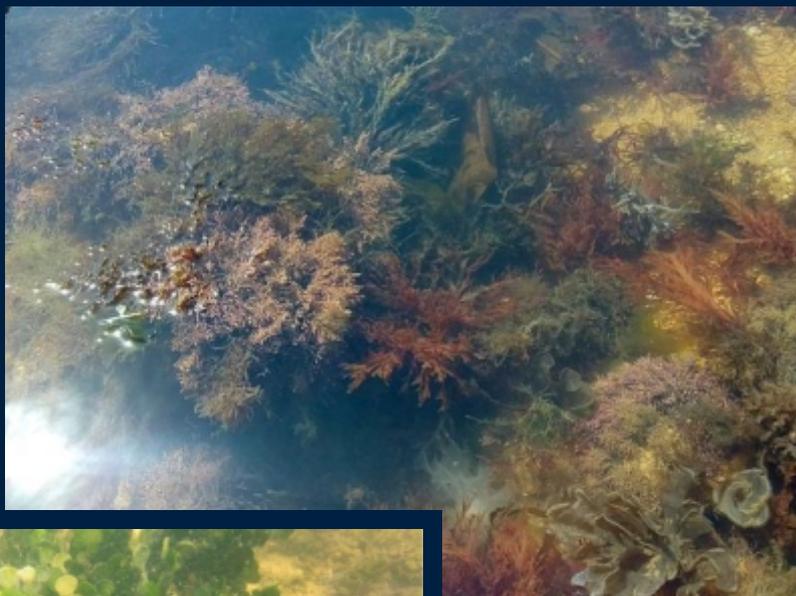
Redução de fatores locais de estresse, como poluição e turbidez elevada.

Técnicas de eco-engenharia, como estruturas para fixação das macroalgas, podem ser utilizadas para facilitar o crescimento.



SbN em ação

Foto: Ana
Paula Correa
do Carmo



Fotos: Fernando
Morais/APA Costa
das Algas



APA Costa das Algas

Local: Espírito Santo, Brasil

Descrição: A Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas, criada em 2010, é uma unidade de conservação que abrange 115.002 hectares e compreende recifes, costões rochosos, bancos de rodolitos e áreas de gramas marinhas, abrigando uma das maiores diversidade de algas marinhas do Brasil. Esses ecossistemas fornecem uma variedade de habitats e áreas de crescimento para diversas espécies de peixes comerciais e ameaçados, além de sustentar atividades tradicionais de pesca de pequena escala, essenciais para a subsistência das comunidades locais. A manutenção dessa unidade de conservação é fundamental tanto para a sustentabilidade das comunidades tradicionais quanto para a proteção das cidades costeiras da região, reforçando a resiliência climática e a conservação da biodiversidade marinha.

Confira: [ICMBio](#), [Rede De Gestores de Ucs](#), [Catálogo de Plantas das Ucs do Brasil](#),
[Websérie Costa das Algas](#)

4.2.4 Recifes de coral

Recifes de coral são formações subaquáticas criadas pela deposição de esqueletos de corais, organismos marinhos que formam colônias compactas em águas quentes e rasas. Este ecossistema desempenha um papel vital na proteção das cidades costeiras ao atuar como barreiras naturais que reduzem a força das ondas, prevenindo a erosão costeira e protegendo a infraestrutura urbana contra tempestades e ressacas. Ecologicamente, os recifes abrigam uma grande diversidade de espécies marinhas, incluindo peixes, moluscos e crustáceos, funcionando como berçários e áreas de alimentação para muitas dessas espécies. Eles contribuem para a manutenção da biodiversidade e ajudam a regular a qualidade da água, promovendo a saúde dos ecossistemas marinhos.

Socioeconomicamente, os recifes de coral são fundamentais para a pesca, fornecendo habitats para espécies de valor comercial e sustentando a economia pesqueira local. Além disso, esses ambientes atraem milhares de turistas interessados em atividades como o mergulho. A conservação de recifes de coral é crucial para a sustentabilidade das cidades costeiras, pois além de proteger o litoral, eles fomentam o desenvolvimento econômico local e sustentam valores culturais de muitas comunidades litorâneas brasileiras.



Intervenção

A restauração de recifes de coral envolve diferentes técnicas para reabilitar esses ecossistemas frágeis e melhorar sua resiliência. Os métodos mais comuns incluem:

Propagação de Corais

Fragments de corais são coletados, cultivados em viveiros submarinos ou em tanques terrestres, e depois replantados em recifes degradados. Isso aumenta a cobertura de corais vivos e melhora a diversidade.

Estruturas Artificiais

Estruturas como blocos de concreto ou moldes de rocha são implantadas para fornecer superfícies

Barreiras naturais, economia real

De acordo com um estudo realizado no Brasil, os recifes de corais, areníticos e rochosos, que ocupam cerca de 170 km² entre o sul da Bahia e o Maranhão, na Região Nordeste, geram R\$160 bilhões em benefícios relacionados à proteção costeira. Estima-se que cada quilômetro quadrado de recife evita R\$941 milhões em danos^[19].

[Acesse o estudo aqui](#)



adesquadas para o crescimento de corais e estabilizar o recife.

Fixação de Corais

Corais danificados ou fragmentos de corais podem ser fixados diretamente ao recife com materiais como cimento ou amarras, para promover sua recuperação.

Propagação Larval

Técnica que envolve a coleta de gametas de corais durante o desova, fertilizando-os em laboratório e reintroduzindo as larvas ao recife.

SbN em ação



Fotos:
Biofábrica de
corais



Biofábrica de Corais

Local: Ipojuca/PE, Brasil

Objetivo: Conservação de recifes de corais por meio de biotecnologia.

Descrição: A Biofábrica de Corais, iniciada em 2017 em Pernambuco, visa restaurar recifes de coral degradados, especialmente aqueles afetados pelo branqueamento e pela poluição. Utilizando biotecnologia, o projeto cultiva corais em laboratório, onde fragmentos danificados coletados são tratados e reintroduzidos no ambiente marinho. A iniciativa também inovou com o uso de bases impressas em 3D, que proporcionam suporte ao crescimento dos corais durante sua recuperação. Até agora, mais de mil fragmentos de corais foram tratados, promovendo a recuperação de espécies como *Millepora alcicornis* e *Mussismilia harttii*. A Biofábrica tem mostrado impactos positivos, tanto na recuperação ecológica quanto no envolvimento da comunidade local no monitoramento dos recifes. Realizam também atividades de educação ambiental, promovendo a conscientização sobre a importância dos recifes e o turismo sustentável na região.

Confira: [Biofábrica de corais](#)

4.2.5 Bancos de ostras

Os bancos de ostras são estruturas subaquáticas formadas por agregações de ostras que se fixam em substratos duros em águas costeiras rasas. Esses bancos desempenham funções ecológicas essenciais, como a filtragem de grandes volumes de água, o que ajuda a melhorar sua qualidade. Os bancos de ostras são habitats ricos em biodiversidade, abrigando várias espécies marinhas. Esses habitats também desempenham um papel importante na proteção da costa, estabilizando os sedimentos e dissipando a energia das ondas. Os bancos de ostras são fundamentais para comunidades costeiras, sustentando atividades de pesca e aquicultura, que geram empregos e contribuem para o desenvolvimento econômico local e bem-estar humano.



Ciência e sustentabilidade

No Brasil, a extração de ostras é uma prática tradicional realizada por comunidades ribeirinhas por meio da pesca artesanal, como na Baía de Guaratuba, no litoral sul do Paraná^[20]. Embora seja uma atividade comum, ainda existem lacunas científicas sobre a extensão e a distribuição histórica dos bancos de ostras no país. Identificar sua localização e estado de conservação é essencial para promover a sustentabilidade da pesca artesanal e aproveitar os benefícios ecológicos desses bancos, como a proteção costeira, beneficiando tanto cidades quanto comunidades locais.

Intervenção

A restauração de bancos de ostras geralmente envolve a criação de recifes artificiais e o cultivo de larvas de ostras em viveiros, que são transplantadas para os recifes restaurados. Esses locais são selecionados com base na qualidade da água e na presença de substrato adequado para o crescimento das ostras. Materiais como conchas e rochas são usados para criar uma base para que as ostras se fixem. O cultivo de ostras juvenis em viveiros controlados aumenta a população de ostras, que são posteriormente transferidas para os recifes para ajudar na filtragem da água e na estabilização dos sedimentos. A eco-engenharia pode ser usada para otimizar esse processo, com a construção de estruturas que facilitam o crescimento das ostras e aceleram a recuperação dos recifes.

SbN em ação

Foto: NSW
government



Foto: Francisco Martinez Baena



Restauração de Bancos de Ostras da Austrália

Local: Nova Gales do Sul, Austrália

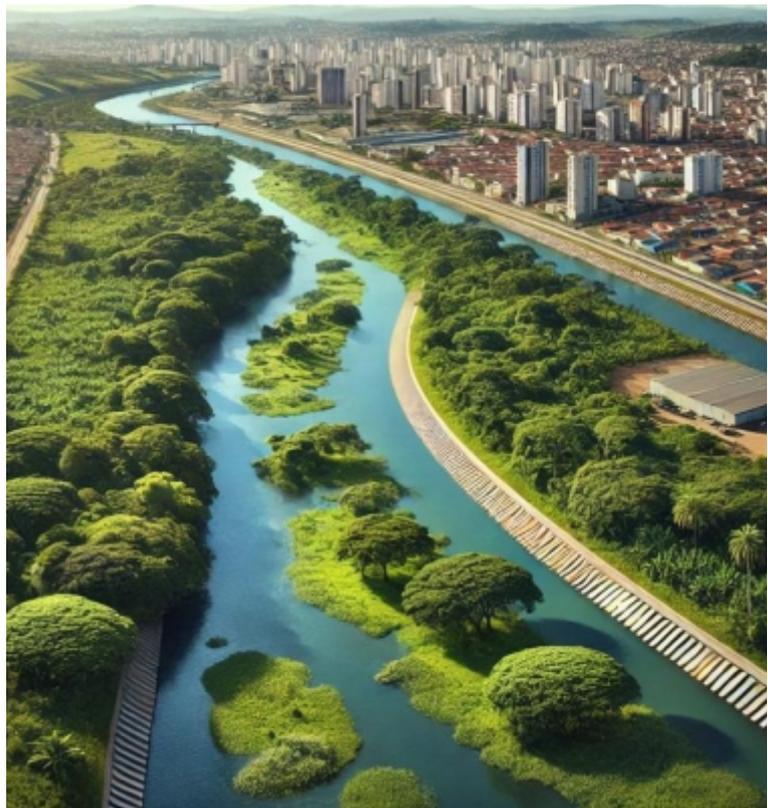
Objetivo: Restaurar recifes de ostras para promover serviços ecossistêmicos

Descrição: A restauração de bancos de ostras em Nova Gales do Sul é uma iniciativa voltada para recuperar recifes de ostras nativas, que historicamente desempenharam um papel crucial na filtragem da água e na manutenção da biodiversidade marinha. Esses bancos foram severamente degradados por décadas de exploração e mudanças ambientais. O primeiro projeto de larga escala foi iniciado em 2015, com a reintrodução de ostras nativas em estruturas submersas projetadas para facilitar a colonização e o crescimento das ostras. Além do plantio de ostras juvenis, a iniciativa realiza o monitoramento contínuo da qualidade da água e do ecossistema, promovendo também campanhas educativas para conscientizar as comunidades locais sobre a importância dos recifes. Desde sua implementação, o projeto já apresenta resultados promissores: áreas restauradas mostram aumento na colonização natural por ostras, maior biodiversidade marinha e melhorias significativas na qualidade da água costeira. Os recifes restaurados não apenas fornecem habitat para peixes e invertebrados, mas também ajudam a proteger a costa contra erosão e aumentam a resiliência da região às mudanças climáticas.

Confira: [NSW government](#); [The Nature Conservancy](#)

4.2.6 Várzeas de rios estuarinos

As várzeas de rios estuarinos são áreas alagáveis localizadas nas margens de rios que deságuam em estuários. Esses ecossistemas desempenham um papel vital na proteção natural das cidades costeiras contra enchentes, atuando como áreas de amortecimento que absorvem o excesso de água e ajudam a reduzir o impacto de inundações. Ecologicamente, as várzeas são habitats ricos em biodiversidade, abrigando diversas espécies de peixes, aves e mamíferos. Esses ambientes funcionam como zonas de reprodução e alimentação para muitas espécies aquáticas e terrestres, além de ajudar na purificação da água, filtrando sedimentos e poluentes antes que cheguem ao mar. Do ponto de vista socioeconômico, as várzeas sustentam atividades como a pesca artesanal e o turismo ecológico, além de fornecer áreas férteis para a agricultura.



Intervenções

Intervenções de restauração de várzeas de rios estuarinos geralmente envolvem a remoção de barreiras artificiais para permitir que as áreas alagáveis voltem a ter um fluxo de água natural, restaurando assim as condições hidrológicas ideais. Isso pode incluir a reabertura de canais de drenagem, o que permite que a vegetação nativa, como gramíneas e outras plantas aquáticas, volte a colonizar a área. Além disso, técnicas de estabilização das margens também podem ser utilizadas para prevenir a erosão e garantir a sustentabilidade a longo prazo dessas zonas. Estas técnicas incluem:

Plantio de vegetação nativa

Plantar gramíneas, arbustos e árvores nativas ao longo das margens para ajudar a estabilizar o solo com suas raízes, o que reduz a erosão causada pelo fluxo de água.

Barreiras vegetadas

Criação de áreas com vegetação de baixa altura e alta resistência para absorver o impacto das águas e proteger as margens.

Revestimentos naturais de proteção

Uso de materiais como rochas ou seixos para criar superfícies que diminuem a força da água contra as margens, evitando a erosão.

Eco-engenharia

Uso de estruturas naturais, como troncos de árvores e fibras vegetais, para estabilizar o solo. Isso ajuda a conter o fluxo de sedimentos e protege as margens durante tempestades e enchentes.

SbN em ação

Foto: Foto
ilustrativa de
várzea (MMA)

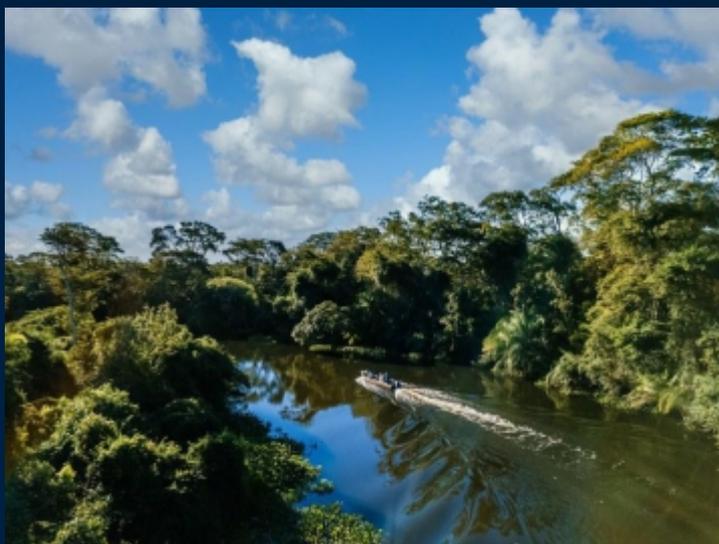


Foto: Área de
recuperação

Recuperação florestal na várzea do estuário amazônico

Local: Abaetetuba/PA, Brasil

Objetivo: Recuperação da biodiversidade e manejo sustentável de açaiçais em áreas de várzea para a resiliência comunitária

Descrição: O projeto de recuperação florestal nas várzeas de Abaetetuba, localizado no estuário amazônico, tem como foco a restauração gradual da vegetação nativa, afetada pela expansão intensiva dos açaiçais. Nas áreas de várzea alta e baixa, a iniciativa busca promover o equilíbrio ecológico por meio do plantio de espécies nativas e da condução de processos de regeneração natural. A recuperação é realizada em parceria com ribeirinhos, que combinam conhecimento tradicional e técnicas agroecológicas para diversificar a produção e restaurar o ecossistema. Com mais de 3.200 iniciativas de recuperação registradas nas ilhas de Abaetetuba, o projeto tem gerado impactos positivos tanto na recuperação ecológica quanto na qualidade de vida das comunidades ribeirinhas. Essas ações são apoiadas pela Empresa de Assistência Técnica e Extensão Rural (EMATER) e por programas governamentais como o PRONAF Floresta, que oferecem linhas de crédito e capacitação para os ribeirinhos. Além de conservar a biodiversidade e recuperar a vegetação nativa, o projeto fortalece a resiliência das comunidades frente às mudanças climáticas.

Confira: [Carvalho et al. 2021](#); [Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação](#)

4.2.7 Mata Atlântica e restinga

A Mata Atlântica é uma das florestas tropicais mais biodiversas do mundo, cobrindo originalmente grande parte do litoral brasileiro. Suas florestas são formadas por árvores de grande porte, como o jequitibá e o pau-brasil, além de abrigar uma rica fauna, incluindo espécies ameaçadas como a onça-pintada e o mico-leão-dourado. A restinga, por sua vez, um ecossistema associado ao bioma Mata Atlântica, é um ecossistema característico das faixas costeiras, composto por vegetação de solo arenoso, incluindo arbustos e gramíneas adaptadas às condições salinas e ventos fortes. Ecologicamente, esses ecossistemas desempenham papéis essenciais na conservação da biodiversidade, protegendo espécies endêmicas e ajudando a regular o clima e os ciclos hídricos. A Mata Atlântica também atua como uma barreira natural, evitando a erosão do solo e protegendo mananciais de água doce que

abastecem milhões de pessoas nas cidades costeiras. Já as restingas estabilizam as dunas e protegem as costas contra a ação erosiva dos ventos e das marés. A Mata Atlântica e as restingas são fundamentais para o turismo ecológico, oferecendo trilhas, praias conservadas e paisagens naturais que atraem visitantes e geram renda para as comunidades locais. Além disso, a Mata Atlântica fornece recursos como madeira, frutos e plantas medicinais, enquanto as restingas protegem a infraestrutura urbana e são essenciais para o equilíbrio ambiental das cidades litorâneas. A conservação desses ecossistemas é vital para a sustentabilidade das cidades costeiras, garantindo a proteção contra desastres naturais, como enchentes e deslizamentos. Assim, proporcionam benefícios econômicos e sociais para as comunidades que dependem de seus recursos e para negócios e residências localizados próximos à linha de costa.





Intervenções

Mata Atlântica

Plantio de mudas nativas

As mudas são selecionadas de acordo com as formações florestais locais, garantindo a adaptação e diversidade ecológica. É importante escolher espécies pioneiras, secundárias e climáticas para replicar as fases sucessivas de crescimento da floresta.

Regeneração natural assistida

Este método aproveita a regeneração espontânea da vegetação, intervindo minimamente para controlar espécies invasoras e favorecer as nativas. Envolve a exclusão de animais herbívoros, controle de fogo e remoção de espécies exóticas.

Enriquecimento florestal

Em áreas degradadas com alguma vegetação remanescente, são introduzidas novas mudas de espécies raras ou ecologicamente importantes para enriquecer a diversidade genética e funcional da floresta, ou favorecer a manutenção da fauna local.

Manejo do solo e controle de erosão

Em encostas e áreas com risco de erosão, técnicas de contenção do solo são essenciais. Isso inclui a aplicação de biotêxteis e cobertura vegetal para estabilizar o solo e prevenir perdas de nutrientes.

Restinga

Revegetação

Plantio de espécies nativas da restinga, como capins, arbustos e árvores de pequeno porte, para ajudar a estabilizar o solo arenoso e impedir o avanço das dunas. A escolha de espécies tolerantes à salinidade é fundamental.

Controle de espécies invasoras

Remoção de plantas exóticas que competem com a vegetação nativa é essencial para permitir que as espécies nativas da restinga se restaurem.

Criação de barreiras naturais

Instalação de paliçadas de madeira ou cercas para conter o avanço de areia e diminuir a força do vento sobre áreas recém-plantadas.

Eco-engenharia para estabilização

Uso de troncos, fibras vegetais e seixos para estabilizar áreas vulneráveis a ventos fortes e ressacas. Isso ajuda a evitar a erosão e protege as áreas durante tempestades.

SbN em ação



Foto: ICC

Projeto Restaura Litoral

Local: São Sebastião/SP, Brasil

Objetivo: Restauração socioambiental e recuperação da Mata Atlântica.

Descrição: Lançado em 2024, o Projeto Restaura Litoral tem como foco restaurar áreas devastadas pelos deslizamentos causados pelas intensas chuvas de fevereiro de 2023, que atingiram o litoral norte de São Paulo. A iniciativa busca reflorestar aproximadamente 200 hectares de encostas na Serra do Mar, utilizando uma combinação inovadora de drones e cápsulas biodegradáveis para dispersão de sementes de espécies nativas da Mata Atlântica. Um dos maiores desafios tem sido acessar áreas íngremes e de difícil alcance, onde a semeadura aérea tem sido fundamental para garantir o sucesso do projeto. As cápsulas protegem as sementes até a germinação, permitindo uma regeneração ambiental mais eficiente e sustentável. Além da recuperação ecológica, o projeto promove educação ambiental e o engajamento da comunidade local, gerando empregos e conscientização sobre a importância da conservação. Com o financiamento da Concessionária Tamoios e liderado pelo Instituto Conservação Costeira (ICC), o Restaura Litoral demonstra como parcerias entre o setor privado e instituições ambientais podem ser decisivas para a proteção de ecossistemas vulneráveis.

Confira:  ICC



4.3 Realinhamento da costa

Riscos abordados – Inundação e erosão costeira.

Solução – Criação de uma nova posição para a linha de costa, com o recuo planejado de terreno por meio de engenharia, promovendo o desenvolvimento de habitats costeiros naturais para a proteção costeira.

Design – O realinhamento de costa é projetado para restaurar processos costeiros naturais e melhorar a resiliência costeira, permitindo que áreas costeiras anteriormente defendidas ou desenvolvidas sejam intencionalmente inundadas pelo mar.

Aplicação – Esta abordagem é mais adequada para regiões de baixa elevação, onde as defesas costeiras existentes estão comprometidas ou são caras para manter. É essencial que haja um compromisso com a gestão costeira sustentável, além da necessidade de criar habitats no entremarés, como marismas, manguezais ou

bancos de ostras, que podem reduzir a energia das ondas e atuar como barreiras naturais. O processo de realinhamento começa com estudos de modelagem para entender os impactos da inundação controlada, seguidos pela remoção ou rebaixamento das barreiras existentes, permitindo que o mar invada de forma gerenciada. A criação de zonas de amortecimento naturais, com vegetação costeira, é fundamental não apenas para aliviar a pressão sobre as defesas costeiras e proteger as cidades costeiras, mas também para contribuir na captura de carbono e na recuperação e conservação da biodiversidade.

Escala:
Local e Municipal



Hierarquia:
Recuperação e Criação



Benefícios:

FUNCIONAL



Controle de erosão



Mitigação de inundações



Proteção costeira



Purificação da água

URBANO



Design e planejamento urbano sustentável



Estética urbana



Proteção civil



Proteção de obras de infraestrutura

AMBIENTAL



Biodiversidade



Conectividade de habitats



Qualidade de água



Melhora em funções ecológicas



Sequestro e armazenamento de carbono

SOCIAL



Educação



Engajamento social



Recreação



Saúde



Sensação de segurança

ECONÔMICO



Atratividade para investimentos



Economia de custos com infraestrutura



Geração de emprego



Prêmio de seguros reduzidos



Redução de gastos com danos



Valorização de imóveis

SbN em ação



Fotos: Medmerry Case Study

Realinhamento Costeiro de Medmerry

Local: Medmerry, West Sussex, Reino Unido

Objetivo: Reduzir o risco de inundações e restaurar habitats naturais costeiros.

Descrição: O projeto de realinhamento costeiro de Medmerry, concluído em 2013, é um dos maiores e mais ambiciosos do Reino Unido. A iniciativa envolveu a retirada de diques artificiais ao longo da costa e a criação de uma nova linha de defesa natural mais interna. Como resultado, o mar invade áreas intencionalmente projetadas para serem alagadas, formando um sistema natural alagável que serve como barreira contra enchentes e fornece novos habitats para a biodiversidade. Além de proteger cerca de 350 propriedades e importantes infraestruturas da região, como estradas e estações de bombeamento, o projeto criou 183 hectares de novos habitats naturais, beneficiando várias espécies de aves e outros organismos costeiros. Medmerry também contribuiu para a economia local, incentivando atividades recreativas, como caminhadas, observação de aves e turismo sustentável, enquanto aumenta a resiliência da região às mudanças climáticas. O realinhamento costeiro de Medmerry é um exemplo inovador de gestão integrada entre proteção ambiental e segurança urbana, demonstrando como soluções naturais podem oferecer benefícios ecológicos, econômicos e sociais duradouros.

Confira: [Medmerry Case Study](#)

4.4 Eco-engenharia marinha (muros e pilares vivos)

Riscos abordados – Perda de serviços ecossistêmicos, erosão e destruição de orlas.

Solução – Integração de estruturas naturais e artificiais para revitalizar ambientes aquáticos urbanos e aprimorar a proteção costeira.

Design – A eco-engenharia marinha incorpora elementos de espaços azuis naturais (como micro-habitats de costões rochosos e bancos de ostras) à infraestrutura cinza tradicional (muros de contenção, quebra-mares e espigões) para promover ecossistemas costeiros mais resilientes. As estruturas de eco-engenharia são projetadas para imitar ao máximo os habitats naturais marinhos, criando condições favoráveis para o crescimento e reprodução da vida marinha local, incluindo espécies de consumo local e economicamente importantes, enquanto mantêm os benefícios estruturais de proteção costeira.

Aplicação – Estruturas de eco-engenharia podem ser implementadas em áreas altamente urbanizadas, como orlas e zonas portuárias. Esta solução também pode ser utilizada para acelerar processos de restauração ambiental (p. ex.,

manguezais, marismas e bancos de ostras) em áreas estratégicas na zona urbana com risco de erosão, inundação e danos estruturais.

Escala:
Local e Municipal



Hierarquia:
Recuperação e Criação



Eco-engenharia Marinha Responsável

A eco-engenharia marinha deve ser cuidadosamente planejada para abordar os impactos das atividades humanas no ambiente costeiro. Trata-se de uma medida de compensação, e não de mitigação, pois as construções muitas vezes causam a perda permanente de habitats naturais e serviços ecossistêmicos. Assim, essa solução busca contrabalancear os efeitos das atividades de desenvolvimento urbano. Em contextos de alta urbanização ou onde a construção de infraestrutura tradicional é inevitável, a eco-engenharia pode ajudar a restaurar parte das funções ecológicas perdidas. No entanto, é essencial que essas intervenções sejam usadas de forma responsável, evitando incentivar construções desnecessárias ou práticas que possam ser vistas como greenwashing, que mascaram a verdadeira perda ambiental.

[Confira o artigo científico completo sobre esse tema aqui](#)



Benefícios:

FUNCIONAL



Adaptabilidade



Controle de erosão



Durabilidade



Mitigação de inundações



Proteção costeira



Purificação da água

URBANO



Design e planejamento urbano sustentável



Espaços urbanos aprimorados



Estética urbana



Otimização de espaço



Proteção civil



Proteção de obras de infraestrutura

AMBIENTAL



Biodiversidade



Conectividade de habitats



Qualidade de água



Melhora em funções ecológicas



Sequestro e armazenamento de carbono

SOCIAL



Educação



Engajamento social



Saúde



Segurança alimentar



Sensação de segurança

ECONÔMICO



Atratividade para investimentos



Economia de custos com infraestrutura



Geração de emprego



Produtividade pesqueira



Redução de custos com saúde pública



Redução de gastos com danos

SbN em ação



Fotos:
Living
Seawalls



Projeto Living Seawalls- “Muros vivos”

Local: Sydney, Austrália

Objetivo: Aumentar a biodiversidade local

Descrição: O projeto Living Seawalls, iniciado em 2018, é uma solução inovadora de eco-engenharia para restaurar a biodiversidade marinha em áreas costeiras modificadas pela construção de paredões artificiais. Em resposta ao impacto dessas estruturas, que favorecem espécies invasoras e suportam baixa diversidade, o projeto desenvolveu um sistema modular de painéis que imitam habitats naturais, como bancos de ostras e fendas rochosas. Esses painéis são instalados em mosaicos sobre as superfícies dos paredões, proporcionando abrigo para peixes, invertebrados e algas marinhas, além de protegê-los contra altas temperaturas e predadores. Desde sua implementação, houve um aumento de até 36% na abundância de organismos marinhos em Sydney. O projeto Living Seawalls demonstra como a integração entre pesquisa científica ecológica e engenharia pode transformar infraestruturas costeiras em aliados da biodiversidade, reforçando a resiliência dos ecossistemas marinhos e contribuindo para a sustentabilidade das áreas urbanas costeiras.

Confira: [Living Seawalls](#)



Foto: Mike Caputo/UW



Foto: Eopugetsound

Projeto Seattle Seawall- “Muros de Seattle”

Local: Seattle, EUA

Objetivo: Criar habitats críticos para a biodiversidade local e criar um corredor migratório para salmões jovens.

Descrição: O projeto de renovação da orla de Seattle é uma iniciativa pioneira de eco-engenharia em larga escala, com foco na revitalização de habitats marinhos para apoiar a migração de salmões jovens, uma espécie ameaçada e de grande importância econômica. A orla da cidade possui longos trechos de muros de contenção e canais profundos, dificultando a migração desses peixes. Para contornar essa barreira, foi reconstruído um trecho de aproximadamente 1 km com um novo paredão que inclui uma plataforma com sulcos e cavidades projetadas para incentivar o crescimento de algas e leitos rochosos no fundo da baía, oferecendo áreas onde os peixes podem se esconder e se alimentar. A plataforma foi estrategicamente posicionada na zona entremarés, submergindo na maré alta e ficando exposta na maré baixa, criando um habitat raso em parte do dia. Além disso, uma calçada suspensa com superfície translúcida foi instalada para permitir a penetração de luz, essencial para os salmões durante sua migração. Desde a conclusão da obra, em 2017, pesquisadores da Universidade de Washington monitoram a biodiversidade local e o retorno dos salmões ao centro de Seattle. Os resultados são promissores, com um aumento na abundância de invertebrados e a contagem de mais de 10.000 salmões juvenis em um único dia.

Confira: [Encyclopedia of PUGET SOUND](#)



4.5 Terraços e taludes

Risco abordado – Deslizamento de massas em encostas íngremes.

Solução – Intervenções projetadas para estabilizar encostas, controlar a erosão e melhorar a infiltração de água em áreas com declives.

Design – Os terraços são plataformas horizontais construídas em áreas inclinadas, que reduzem o escoamento superficial da água, enquanto os taludes referem-se às encostas que podem ser tratadas ou reforçadas com vegetação, ou outras técnicas, para prevenir deslizamentos e promover a estabilidade do solo. Essa solução pode maximizar o uso do espaço ao integrar hortas, áreas mais extensas de plantio e parques, além de ser áreas propícias para a captação de água.

Escala:
Local e Municipal



Hierarquia:
Recuperação e Criação



Aplicação – Taludes e terraços podem ser implementados em terrenos urbanos não edificáveis, margens de rodovias e encostas de morros em zonas urbanas. O uso de taludes vegetados e terraços em áreas residenciais e comerciais também é indicado para controlar o escoamento de água e prevenir enchentes, além de contribuir para a estabilização do solo e o aumento da vegetação urbana.

Benefícios:

FUNCIONAL



Controle de erosão



Mitigação de inundações



Produção local



Purificação da água



Purificação do ar



Reabastecimento de aquíferos



Redução de fluxo de água

URBANO



Design e planejamento urbano sustentável



Drenagem



Espaços urbanos aprimorados



Otimização de espaço



Proteção civil



Proteção de obras de infraestrutura



Resfriamento urbano

AMBIENTAL



Biodiversidade



Qualidade de água



Qualidade de ar



Sequestro e armazenamento de carbono



Solos saudáveis

SOCIAL



Educação



Engajamento social



Recreação



Resiliência comunitária



Saúde



Segurança alimentar



Sensação de segurança

ECONÔMICO



Economia de custos com alimentação



Economia de custos com infraestrutura



Fortalecimento da economia local



Redução de custos com saúde pública



Prêmio de seguros reduzidos



Geração de emprego



Redução de gastos com danos

SbN em ação



Fotos: Prefeitura de Santos

Estabilização de Encosta do Monte Serrat

Local: Santos/SP, Brasil

Objetivo: Prevenir deslizamentos e promover segurança para a comunidade

Descrição: A estabilização da encosta do Monte Serrat, em Santos, é uma obra projetada para reduzir riscos de deslizamento e garantir a segurança dos moradores. Iniciada em 2022, essa intervenção combina técnicas de engenharia com a revitalização ecológica da área. O projeto envolve a instalação de sistemas de drenagem eficientes para controlar a infiltração da água da chuva e o plantio de plantas nativas e frutíferas que ajudam na fixação do solo, tornando a encosta mais estável. Além disso, barreiras de contenção com geotêxteis e concreto projetado foram implementadas para aumentar a resiliência estrutural da área. Um dos destaques do projeto é o envolvimento ativo da comunidade local em todas as etapas da implementação. A equipe técnica organizou reuniões e oficinas para informar os moradores sobre os avanços da obra, ouvir suas preocupações e envolvê-los em atividades de plantio e manutenção da vegetação nativa. Essa participação comunitária foi essencial para garantir o sucesso da intervenção e fortalecer o sentimento de pertencimento e responsabilidade com o território.

Confira: [Proadapta](#)



4.6 Parques alagáveis

Riscos abordados - Alagamento e inundação.

Solução - Projetado para inundar durante eventos extremos, minimizando os riscos de alagamentos e inundações em outras áreas das cidades.

Design - Os parques alagáveis são projetados com uma combinação de vegetação, áreas de alagamento e solos engenheirados. Esse design não só diminui o risco de alagamento e inundação e alivia a pressão sobre os sistemas de drenagem urbana, mas também melhora a qualidade do ar e da água, contribui para o resfriamento urbano, e fornece áreas de recreação para residentes e turistas.

Aplicação - Parques alagáveis podem ser uma adaptação eficaz para cidades litorâneas, mas sua localização estratégica depende da geografia local. Em cidades com um relevo acidentado ou elevado (mais de 10 m acima do nível do

mar), parques alagáveis em áreas estratégicas dentro da cidade podem reter o excesso de água de chuva, reduzindo o risco de alagamentos urbanos. Já em planícies costeiras, onde a elevação é mínima, a implementação de parques alagáveis próximos à orla, ou em áreas urbanas periféricas onde seja viável restaurar ecossistemas alagáveis naturais, podem ser mais eficazes para absorver o impacto de ressacas e marés altas, funcionando como uma zona de amortecimento natural contra inundações costeiras.

Escala:
Local, Municipal
e Regional



Hierarquia:
Proteção, Recuperação
e Criação



Benefícios:

FUNCIONAL



Conforto térmico



Controle de erosão



Mitigação de inundações



Proteção costeira



Purificação da água



Purificação do ar



Redução de fluxo de água

URBANO



Design e planejamento urbano sustentável



Drenagem



Espaços urbanos aprimorados



Estética urbana



Otimização de espaço



Proteção civil



Proteção de obras de infraestrutura



Redução de barulho



Resfriamento urbano

AMBIENTAL



Biodiversidade



Conectividade de habitats



Qualidade de água



Melhora em funções ecológicas



Qualidade de ar



Redução de estresse térmico



Sequestro e armazenamento de carbono



Solos saudáveis

SOCIAL



Educação



Engajamento social



Recreação



Saúde



Sensação de segurança

ECONÔMICO



Atratividade para investimentos



Economia de custos com infraestrutura



Economia de gastos com transporte



Fortalecimento da economia local



Redução de custos com saúde pública



Prêmio de seguros reduzidos



Geração de emprego



Redução de gastos com danos



Valorização de imóveis

SbN em ação

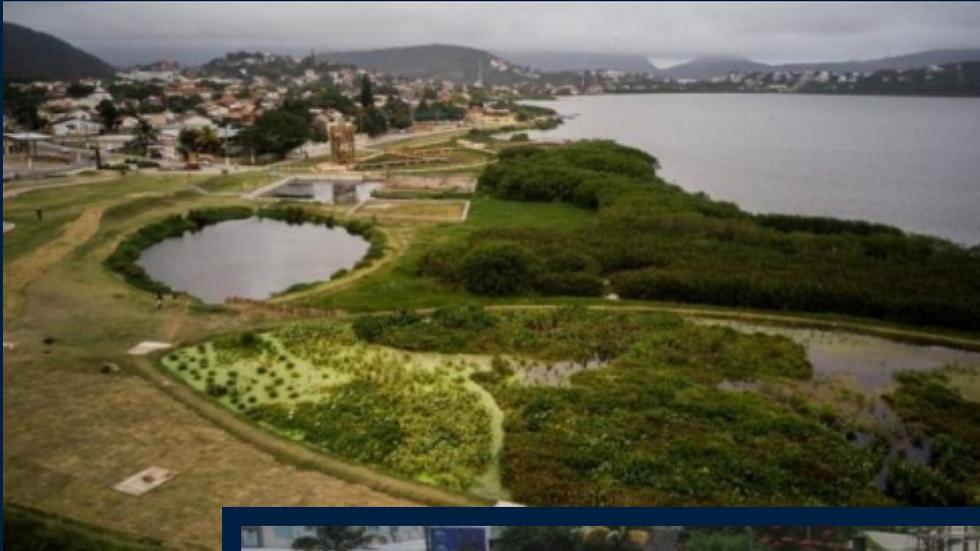


Foto: Alex Ramos
(Prefeitura de
Niterói)



Foto:
Prefeitura de
Niterói

Parque Orla Piratininga Alfredo Sirkis (POP)

Local: Niterói/RJ, Brasil

Objetivo: Recuperação ambiental e criação de espaço de lazer sustentável.

Descrição: O Parque Orla Piratininga, inaugurado em 2022, é o maior projeto de SbN do país, que combinou a recuperação ambiental com a criação de espaços urbanos para lazer e recreação em Niterói. Situado ao redor da Lagoa de Piratininga, o parque foi projetado para revitalizar a área costeira degradada a fim de prevenir enchentes, reduzir erosão e sedimentação dos corpos d'água e melhorar a qualidade de água na lagoa. Isto foi realizado por meio de intervenções ecológicas, incluindo a recuperação da vegetação nativa, implementação de biovaletas e áreas de armazenamento. O Parque Orla tem uma área de 680 mil metros quadrados com cerca de 11 km de ciclovias, 17 áreas de lazer, trilhas, 8 píeres, 3 mirantes e 1 centro cultural para promover atividades recreativas e educativas voltadas à conscientização ambiental, além de 35 mil m² de alagados construídos.

Confira: [Pro Sustentável](#)



4.7 Parques verdes

Riscos abordados – Alagamento e inundação.

Solução – Espaços verdes urbanos projetados para reter temporariamente ou absorver água, reduzindo o impacto das enchentes sem necessariamente serem construídos para permanecerem alagados em períodos secos. Atuam como zonas naturais de amortecimento durante eventos de chuvas intensas.

Design – Os parques verdes urbanos são projetados com superfícies permeáveis, vegetação de raízes profundas e, ocasionalmente, com elementos hídricos integrados, como valetas ou jardins de chuva. Esses elementos trabalham juntos para absorver e gerenciar a água da chuva de forma eficaz.

Aplicação – A implementação de parques verdes em centros urbanos deve priorizar áreas estratégicas como espaços não edificadas

próximos a condomínios residenciais e comerciais, ruas de grande fluxo e terrenos vazios. Parques próximos a residências aumentam o bem-estar e a qualidade de vida dos moradores, enquanto aqueles localizados em áreas comerciais oferecem espaços de lazer e descanso para trabalhadores e visitantes. Áreas públicas não edificadas, como praças e terrenos baldios, também são ideais, pois podem ser revitalizadas para melhorar a drenagem e a paisagem urbana, reduzir o calor e promover a biodiversidade local.

Escala:
Local, Municipal
e Regional



Hierarquia:
Proteção, Recuperação
e Criação



Benefícios:

FUNCIONAL



Conforto térmico



Mitigação de inundações



Purificação da água



Purificação do ar



Reabastecimento de aquíferos



Redução de fluxo de água

URBANO



Design e planejamento urbano sustentável



Drenagem



Espaços urbanos aprimorados



Estética urbana



Otimização de espaço



Resfriamento urbano

AMBIENTAL



Biodiversidade



Conectividade de habitats



Qualidade de água



Melhora em funções ecológicas



Qualidade de ar



Redução de estresse térmico



Sequestro e armazenamento de carbono

SOCIAL



Educação



Engajamento social



Recreação



Saúde

ECONÔMICO



Atratividade para investimentos



Economia de custos com infraestrutura



Redução de custos com saúde pública



Redução de custos com energia elétrica



Redução de gastos com danos



Valorização de imóveis

SbN em ação



Fotos: Rafael Salim



Parque Verde de Realengo

Local: Rio de Janeiro/RJ, Brasil

Objetivo: Amenizar o calor e prevenir enchentes

Descrição: O Parque Realengo Jornalista Susana Naspolini, inaugurado em 2023 na Zona Oeste do Rio de Janeiro, é uma iniciativa que alia sustentabilidade urbana e bem-estar da população. O projeto faz parte das soluções de infraestrutura verde do município e busca amenizar as altas temperaturas e prevenir alagamentos frequentes na região. Com uma área ampla e diversificada, o parque recebeu o plantio de 3.700 árvores, escolhidas por sua capacidade de reduzir os efeitos de ilhas de calor. Além da arborização, o projeto incluiu a instalação de jardins de chuva e sistemas de drenagem sustentável que captam e filtram a água da chuva, diminuindo a sobrecarga no sistema de escoamento e evitando enchentes. O espaço também oferece infraestrutura para lazer e atividades físicas, com ciclovias, áreas para caminhadas e um anfiteatro para eventos comunitários e culturais. O parque não é apenas um refúgio para moradores, mas um espaço de troca de saberes, incentivando a educação ambiental e a conscientização sobre a importância das áreas verdes nas cidades.

Confira: [Prefeitura do Rio de Janeiro](#); [CicloVivo](#)



4.8 Vias verdes (ciclovias, caminhos e ruas)

Riscos abordados – Alagamento, inundação e qualidade do ar.

Solução – Integração de elementos naturais nas vias urbanas que permitem a absorção e gestão da água da chuva e otimizam espaços públicos para pedestres e ciclistas.

Design – Vias verdes são projetadas para reduzir o escoamento superficial da água, melhorar a drenagem urbana e mitigar enchentes por meio da integração de elementos sustentáveis como árvores, pavimentos permeáveis, valetas e canteiros vegetados e jardins de chuva. Essas vias podem ser otimizadas com ciclovias e calçadas, melhorando a mobilidade e o trânsito de pedestres nos centros urbanos.

Aplicação – Vias verdes são aplicadas em ruas e outras vias urbanas com alta impermeabilidade, incluindo áreas de declive moderado, onde é necessário gerenciar o escoamento da água e reduzir a pressão sobre os sistemas de drenagem tradicionais.

Escala:
Local e Municipal



Hierarquia:
Proteção, Recuperação
e Criação



Benefícios:

FUNCIONAL



Conforto térmico



Mitigação de inundações



Purificação da água



Purificação do ar



Redução de fluxo de água

URBANO



Design e planejamento urbano sustentável



Drenagem



Espaços urbanos aprimorados



Estética urbana



Mobilidade urbana



Proteção de obras de infraestrutura



Otimização de espaço



Resfriamento urbano

AMBIENTAL



Biodiversidade



Conectividade de habitats



Qualidade de água



Melhora em funções ecológicas



Qualidade de ar



Redução de estresse térmico



Sequestro e armazenamento de carbono

SOCIAL



Educação



Engajamento social



Recreação



Saúde

ECONÔMICO



Atratividade para investimentos



Economia de custos com infraestrutura



Economia de gastos com transporte



Fortalecimento da economia local



Redução de custos com saúde pública



Redução de custos com energia elétrica

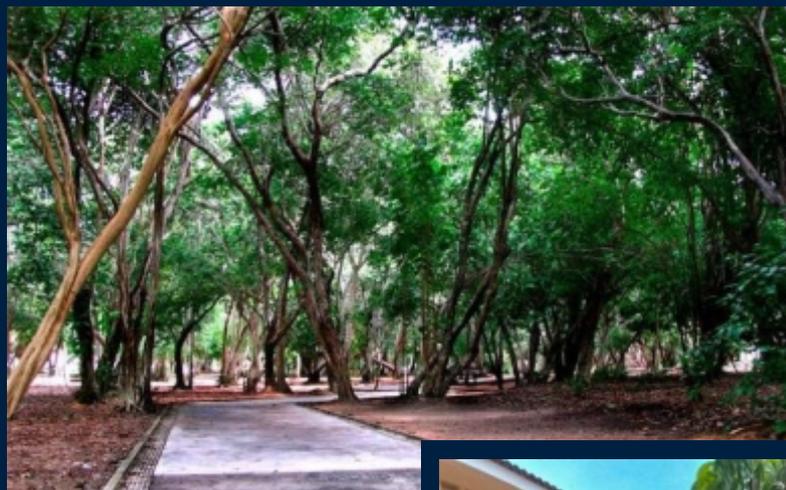


Redução de gastos com danos



Valorização de imóveis

SbN em ação



Fotos: Jefferson
Peixoto/Secom
PMS



Projeto Planta Natal

Local: Natal/RN, Brasil

Objetivo: Reflorestar áreas urbanas e melhorar qualidade de vida na cidade

Descrição: O projeto Planta Natal foi lançado em 2019 pela Prefeitura de Natal para ampliar a cobertura vegetal da cidade, contribuindo para o reflorestamento urbano e a melhoria da qualidade de vida da população. A iniciativa visa plantar árvores nativas e frutíferas em diversos pontos da cidade, restaurando áreas verdes degradadas e incentivando a conscientização ambiental entre os moradores. O projeto envolve parcerias com escolas, empresas e organizações da sociedade civil, além de voluntários locais, que participam de mutirões de plantio e atividades educativas. As ações do projeto são divididas em diferentes frentes, incluindo a arborização de ruas e praças, reflorestamento de margens de rios e parques urbanos, e o plantio de mudas em escolas e unidades de saúde. Até o momento, o projeto já plantou mais de 20 mil árvores em toda a cidade, aumentando a sombra nas vias públicas e reduzindo os efeitos do calor urbano. O Planta Natal tem contribuído para a criação de corredores verdes que conectam áreas naturais na cidade.

Confira: [Planta Natal](#)



4.9 Jardins de chuva

Riscos abordados – Alagamentos.

Solução – Sistema de biorretenção projetado para capturar e absorver o escoamento de águas pluviais de telhados, calçadas e ruas.

Design – Os jardins de chuva são depressões rasas com solo adaptado e plantas nativas de raízes profundas, que suportam tanto condições úmidas quanto secas. Quando chove, o escoamento das calçadas, telhados e ruas é direcionado para essas áreas, onde a água é lentamente infiltrada no solo. As plantas e o solo ajudam a remover poluentes, antes que a água alcance corpos d'água locais.

Aplicação – Essa solução pode ser implementa-

da em qualquer área propensa a alagamentos, seja em espaços públicos como ruas próximas ao meio-fio, calçadas e praças, ou em áreas residenciais e industriais. Além disso, ela pode ser integrada com sistemas de biovaletas, aumentando sua eficiência no manejo de águas pluviais.

Escala:
Local

Hierarquia:
Recuperação e Criação



Benefícios:

FUNCIONAL



Redução de fluxo de água



Purificação da água

URBANO



Espaços urbanos aprimorados



Estética urbana



Design e planejamento urbano sustentável

AMBIENTAL



Biodiversidade



Qualidade de água



Solos saudáveis

SOCIAL



Educação



Engajamento social



Recreação



Resiliência comunitária

ECONÔMICO



Geração de emprego



Redução de gastos com danos



Valorização de imóveis

SbN em ação



Foto: Diário do Rio



Foto: Ciclo Vivo

Jardim de chuva em Copacabana

Local: Rio de Janeiro/RJ, Brasil

Objetivo: Mitigar pontos de alagamento

Descrição: Em 2020, a Prefeitura do Rio de Janeiro implementou um jardim de chuva na Rua Almirante Gonçalves, em Copacabana, como solução natural para reduzir alagamentos. O desafio foi desenvolver uma abordagem simples e eficiente para captar a água da chuva e combater a degradação da área, que afetava moradores e comerciantes. Com o apoio e participação da comunidade, foi instalado um canteiro de 6 m de comprimento, 3 m de largura e três camadas filtrantes. O jardim agora retém e filtra a água da chuva, melhorando a drenagem e revitalizando a praça, além de minimizar os prejuízos causados por alagamentos.

Confira: [Prefeitura do Rio de Janeiro](#); [Ciclo Vivo](#); [Diário do Rio](#)



4.10 Alagados construídos

Riscos abordados – Contaminação de água.

Solução – Sistema de tratamento natural de águas residuais projetado para remover contaminantes e promover a purificação da água antes de seu retorno ao meio ambiente.

Design – Os alagados construídos são áreas especialmente projetadas, onde a água contaminada passa por zonas alagadas com plantas aquáticas adaptadas a ambientes úmidos, como taboas e juncos. Essas plantas ajudam a remover nutrientes e poluentes por meio de processos naturais, como absorção e decomposição, enquanto o solo e as raízes das plantas fornecem uma superfície para a fixação de microrganismos que contribuem para a depuração da água.

Aplicação – Alagados construídos podem ser implementados em áreas urbanas onde existe

espaço suficiente para acomodar sistemas de filtragem natural. Eles são especialmente adequados para zonas próximas a corpos d'água urbanos, como margens de rios, lagos e lagoas, onde ajudam a tratar o escoamento superficial e a reduzir a carga de poluentes antes que a água chegue aos cursos naturais. Em áreas de infraestrutura verde, como biovaletas e parques alagáveis, os alagados construídos podem ser integrados como uma área natural de tratamento de água.

Escala:
Municipal

Hierarquia:
Recuperação e Criação



Benefícios:

FUNCIONAL



Redução de fluxo de água



Purificação da água

URBANO



Espaços urbanos aprimorados



Estética urbana



Design e planejamento urbano sustentável

AMBIENTAL



Biodiversidade



Qualidade de água



Solos saudáveis

SOCIAL



Educação



Engajamento social



Recreação



Saúde humana

ECONÔMICO



Geração de emprego



Redução de gastos com danos



Valorização de imóveis

SbN em ação



Foto: Hélia Scheppa/PCR



Foto: Diego Galba

Alagados construídos do Cais do Caiara

Local: Recife/PE, Brasil

Objetivo: Restaurar a qualidade da água

Descrição: Os alagados construídos no Parque do Caiara, em Recife, foram implementados em 2023 como uma solução inovadora para combater a poluição do Riacho do Cavouco, que deságua no Rio Capibaribe. Essa iniciativa faz parte de um projeto em parceria com o MCTI e abrange uma área de 7.000 m², com cinco zonas naturais de filtragem e capacidade de tratar até 350.000 litros de água por dia. Os jardins atuam como biorremediadores, utilizando plantas aquáticas e leitos filtrantes para reter e decompor substâncias tóxicas. Desde sua implementação, o sistema já aumentou em 70% a oxigenação da água do riacho, um indicador significativo de melhoria na qualidade da água. Além de promover a recuperação ambiental, o projeto oferece benefícios sociais e recreativos, transformando o parque em um espaço revitalizado para visitantes e a comunidade local.

Confira: [Prefeitura do Recife](#); [MCTI](#); [Cartilha "Jardins Filtrantes do Cais do Caiara"](#)



4.11 Biovaletas

Riscos abordados – Alagamento e contaminação de água.

Solução – Canal paisagístico natural e linear projetado para receber, conduzir e tratar o escoamento de águas pluviais.

Design – Biovaletas são depressões lineares projetadas para filtrar poluentes e facilitar a infiltração de água no solo. Elas são construídas com solo preparado e plantio de vegetação nativa, como gramíneas, arbustos e plantas de áreas úmidas.

Aplicação – Biovaletas são ideais para várias áreas urbanas onde o escoamento de águas pluviais precisa ser gerenciado de forma eficiente. Elas podem ser aplicadas ao longo de canais e córregos urbanos, próximas ao meio-fio de

vias, em estacionamentos e até em parques e áreas públicas. Em estacionamentos e ruas, as biovaletas ajudam a filtrar e absorver o escoamento de água de superfícies impermeáveis. Elas também são muito eficazes em áreas com declive moderado, onde podem reduzir a velocidade do escoamento e promover a infiltração no solo, diminuindo a carga nos sistemas de drenagem urbanos.

Escala:
Local

Hierarquia:
Recuperação e Criação



Benefícios:

FUNCIONAL



Purificação da água



Redução de fluxo de água



Reabastecimento de aquíferos

URBANO



Drenagem



Espaços urbanos aprimorados



Estética urbana



Proteção de obras de infraestrutura



Design e planejamento urbano sustentável



Proteção civil

AMBIENTAL



Biodiversidade



Qualidade de água



Sequestro e armazenamento de carbono



Solos saudáveis

SOCIAL



Educação



Engajamento social



Saúde humana

ECONÔMICO



Geração de emprego



Economia de custos com infraestrutura



Redução de gastos com danos



Valorização de imóveis

SbN em ação



Fotos: Jefferson Peixoto/Secom PMS



Biovaleta em Itapuã

Local: Salvador/BA, Brasil

Objetivo: Melhorar a drenagem urbana de forma sustentável

Descrição: A Prefeitura de Salvador instalou a primeira biovaleta da cidade no bairro de Itapuã, em 2024, como parte de uma iniciativa de drenagem sustentável. Essa estrutura ecológica foi projetada para captar e filtrar a água da chuva, ajudando a reduzir alagamentos e melhorar a gestão hídrica da área. A biovaleta consiste em um canal vegetado com plantas nativas e camadas filtrantes compostas por brita, areia e terra, que não apenas retêm sedimentos e poluentes, mas também facilitam a infiltração da água no solo. Além de sua função de drenagem, a biovaleta em Itapuã também contribui para a valorização paisagística do bairro.

Confira: [Prefeitura de Salvador](#)

4.12 Muros e telhados verdes

Escala:
Local



Hierarquia:
Criação



Riscos abordados – Calor urbano e alagamento.

Solução – Incorporar vegetação nativa nos telhados e nas superfícies de edificações para melhorar a qualidade do ar, fornecer isolamento térmico e reduzir o calor nas áreas urbanas. Além disso, a vegetação contribui para a gestão da água da chuva, diminuindo o escoamento e retardando o fluxo de água nas vias urbanas.

Design – Muros e telhados verdes são projetados com várias camadas funcionais que garantem tanto a sustentabilidade quanto a proteção da estrutura das edificações. Telhados verdes incluem membranas impermeáveis, barreiras contra raízes, sistemas de drenagem e substratos que suportam a vegetação, ajudando na manutenção do conforto térmico e na gestão de água da chuva. Já os muros verdes, ou jardins verticais, podem ser diretos ou modulares, com painéis que contêm substrato e irrigação embutida para garantir o crescimento das plantas.

Aplicação – Muros e telhados verdes podem ser implementados em diversos tipos de edificações, como residências, prédios comerciais, centros de convenções e grandes estruturas utilitárias.



Você sabia?

Algumas cidades costeiras do Brasil adotaram normas específicas que incentivam e beneficiam a adaptação ou construção de edificações com muros e telhados verdes. Exemplos incluem o "IPTU Verde", um incentivo fiscal implementado em cidades como Santos/SP (Lei Complementar 913/2015) e Salvador/BA ([Decreto 36.288/2022](#)), além de certificações como o selo "Qualiverde" no Rio de Janeiro/RJ ([Decreto 35.745/2012](#)).

Benefícios:

FUNCIONAL



Conforto térmico



Redução de fluxo de água



Purificação do ar



Produção local¹



Suprimento de água¹

URBANO



Resfriamento urbano



Drenagem



Redução de barulho



Estética urbana



Design e planejamento urbano sustentável

AMBIENTAL



Biodiversidade



Qualidade de ar



Qualidade de água



Redução de estresse térmico

SOCIAL



Educação



Engajamento social



Recreação



Saúde humana



Resiliência comunitária

ECONÔMICO



Geração de emprego



Redução de custos com energia elétrica



Valorização de imóveis

¹ Telhados verdes podem ser projetados para incluir hortas e sistemas de captação de água da chuva.

SbN em ação



Fotos:
RioOnWatch



Projeto Teto Verde Favela

Local: Parque Arará, Rio de Janeiro/RJ, Brasil

Descrição: O projeto Teto Verde Favela, liderado por Luís Cassiano Silva em 2016, tem como missão mitigar o efeito da ilha de calor urbana e purificar o ar na comunidade do Parque Arará, no Rio de Janeiro, por meio da implementação de telhados verdes. Inicialmente recebido com ceticismo, o projeto buscou sensibilizar os moradores sobre os benefícios desses telhados, como a redução da temperatura interna das edificações e a melhora da qualidade de vida. Com o apoio de Bruno Rezende, que desenvolveu a técnica com base em sua pesquisa de doutorado, o projeto utiliza vegetação adaptada ao clima tropical e um sistema de irrigação simples. Além de oferecer uma solução sustentável para o calor urbano, o Teto Verde Favela promove atividades educativas e culturais, destacando a importância da presença de espaços verdes nas favelas para o bem-estar emocional e a redução da violência.

Confira: [OICS](#); [RioOnWatch](#)



Foto: Groncol

Jardim vertical - Santalaia

Local: Bogotá, Colômbia

Descrição: O jardim vertical do edifício Santalaia foi concluído em 2015, para promover a sustentabilidade em uma área urbana densamente povoada. Com uma vasta cobertura de 115.000 plantas nativas, esse jardim vertical oferece benefícios significativos para o meio ambiente urbano, como a produção anual de oxigênio para cerca de 3.000 pessoas, a absorção e filtragem de poluentes no ar (metais, poeira e CO₂). Além disso, o jardim contribui para a redução da temperatura ambiente, combate ilhas de calor e neutraliza a pegada de carbono de aproximadamente 700 pessoas. O Jardim vertical de Santalaia é considerado atualmente um dos maiores do mundo.

Confira: [Urban Nature Atlas](#); [Groncoi](#)

5. CAMINHOS PARA IMPLEMENTAR SBN NA SUA CIDADE



Para implementar **Soluções baseadas na Natureza (SbN)**, é essencial engajar diferentes setores da sociedade em um processo colaborativo e estruturado, que leve em consideração as particularidades ambientais, sociais e econômicas do território. Quando todos os setores da sociedade são envolvidos desde o início da concepção da ideia, o processo se torna dinâmico, enriquecido por diferentes perspectivas, dúvidas e contribuições. Essa diversidade fortalece a iniciativa, ampliando a aceitação, o monitoramento e o comprometimento da população ao longo do tempo.

O primeiro passo é identificar claramente os desafios urbanos e examinar soluções que já foram aplicadas com sucesso em outros contextos semelhantes. É crucial também revisar a legislação vigente e estabelecer uma governança eficiente, que integre as SbN nas políticas públicas e incentive sua adoção. A elaboração de um plano de ação detalhado, com prazos e responsabilidades bem definidas, seguida pela busca por financiamento por fundos públicos ou privados, é fundamental para viabilizar a implementação dessas soluções. Por fim, o monitoramento contínuo e o manejo adaptativo são indispensáveis para garantir a eficácia das SbN a longo prazo, permitindo ajustes conforme mudanças nas condições locais e climáticas. Abaixo, destacamos cada uma das etapas essenciais para a implementação de SbN, detalhando os pontos a serem considerados em cada fase do processo.

Etapas para implementação de SbN.





5.1 Identificar o problema

O primeiro passo é identificar os desafios urbanos a serem enfrentados, como inundações, ilhas de calor ou perda de biodiversidade. É importante definir bem o desafio para garantir que a SbN seja adequada para abordar essas questões. A participação de diferentes atores locais no processo de identificação de problemas urbanos é fundamental para garantir que as SbN sejam eficazes e adaptadas às reais necessidades da comunidade. Envolver representantes de diversos setores, como órgãos governamentais, especialistas técnicos, moradores e empresas, possibilita uma visão mais

ampla dos desafios enfrentados pela cidade. Cada grupo pode contribuir com conhecimentos únicos. Por exemplo, os moradores podem fornecer informações sobre os impactos diários das mudanças climáticas ou problemas de infraestrutura, enquanto especialistas trazem dados técnicos que ajudam a entender a magnitude do problema e apontam soluções. Empresas locais podem apoiar com recursos ou intervenções, enquanto as administrações públicas têm o poder de implementar mudanças nas políticas.

5.2 Possíveis SbN

A fase de identificação de conhecimento geral sobre soluções é crucial para assegurar que as SbN propostas estejam embasadas em experiências comprovadas e na ciência. Este passo envolve uma extensa pesquisa de soluções existentes, tanto científicas quanto práticas, que já foram implementadas em outras cidades ou contextos. O objetivo é encontrar abordagens que tenham sido eficazes na resolução de problemas semelhantes e avaliar como elas podem ser adaptadas para o contexto local.

Durante essa etapa, é importante buscar estudos de caso, artigos científicos e relatórios técnicos que documentem a aplicação de SbN em diferentes lugares. Por exemplo, soluções como telhados verdes, parques lineares e sistemas de drenagem sustentável têm sido amplamente estudados e aplicados em cidades ao redor do mundo. Avaliar casos de sucesso e entender os desafios enfrentados durante a implementação ajuda a evitar erros e a prever possíveis barreiras.

Para além das soluções tradicionais, explorar as SbN oferece um leque de oportunidades para construir cidades mais resilientes e em harmonia com o meio ambiente. Nesse sentido, o “cardápio de medidas” de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) – um tipo de SbN voltada para a adaptação climática – desenvolvido pela Aliança Bioconexão Urbana e o Centro de Estudos em Sustentabilidade da FGV (FGVces), em colaboração com o Ministério do Meio Ambiente (MMA) e a GIZ/ProAdapta no âmbito do Plano Clima Adaptação, surge como uma ferramenta valiosa. Ele reúne diversas medidas de AbE que podem ser aplicadas para reduzir os riscos climáticos e melhorar a qualidade de vida nas cidades.

Acesse a planilha completa e inspire-se com as diversas possibilidades de integrar a AbE e as SbN no planejamento da sua cidade!

5.3 Conhecimento local

Sintetizar o conhecimento local, passado e presente, é essencial para garantir que as SbN sejam eficazes e adequadas à realidade do território. Isso significa reunir dados detalhados sobre o ambiente físico, como clima, topografia, hidrologia e características do solo, além de considerar os fatores humanos e sociais, como a densidade populacional e as áreas de vulnerabilidade urbana. Por exemplo, o clima local influencia diretamente a escolha das espécies vegetais para SbN, enquanto a topografia ajuda a definir como sistemas de drenagem natural,

como biovaletas, podem ser implementados para mitigar inundações ou erosão. Ao compreender essas particularidades, as SbN podem ser mais bem-adaptadas para atender às necessidades específicas da região, aumentando sua eficácia e durabilidade. Além disso, a participação comunitária é um fator crucial nesse processo. A comunidade pode fornecer informações práticas sobre os impactos de eventos climáticos, como inundações ou ondas de calor, e ajudar a identificar áreas críticas que necessitam de intervenções urgentes.

5.4 Co-design da solução

O co-design da solução envolve a colaboração ativa entre a comunidade local e as partes interessadas no processo de criação das SbN. Esse processo participativo garante que as soluções sejam moldadas de acordo com as necessidades, prioridades e valores da população local, ao mesmo tempo em que considera o conhecimento técnico de especialistas e gestores. A participação de diferentes grupos – moradores, autoridades locais, organizações não-governamentais, acadêmicos e o setor privado – promove uma abordagem inclusiva e adaptada às especificidades sociais e ambientais do território. Além de aumentar a aceitação social, o co-design ajuda a antecipar e resolver possíveis conflitos de interesse, assegurando que as

soluções sejam sustentáveis e gerem benefícios a longo prazo, como a melhoria da qualidade de vida, a resiliência climática e a proteção dos ecossistemas locais. Existem diversas metodologias de construção participativa, que envolvem oficinas e espaços de diálogo orientados à busca de consenso. Essas práticas permitem um processo inclusivo, em que todas as contribuições são ouvidas e valorizadas igualmente, independentemente do setor da sociedade, gênero, idade ou classe social. Ao adotar essa abordagem colaborativa, assegura-se um processo feito por todos e para todos, minimizando potenciais vieses de poder e promovendo uma participação equilibrada e justa.

Informe-se, conecte-se, acompanhe, e participe

Informe-se sobre adaptações às mudanças climáticas e **conecte-se** com pessoas e organizações atuantes na área por meio da plataforma **AdaptaCLIMA**, criada para promover a gestão do conhecimento em adaptação climática para a sociedade. **Acompanhe** as iniciativas de Soluções baseadas na Natureza que estão em andamento no Brasil por meio do **Observatório de Inovação para Cidades Sustentáveis**. Essa plataforma é dedicada ao mapeamento e à divulgação de soluções urbanas inovadoras, adaptadas às particularidades das cidades brasileiras. **Participe** ativamente das discussões e contribua para a tomada de decisões cadastrando-se na **Rede de Desenvolvimento Urbano Sustentável (ReDUS)**, uma plataforma colaborativa criada no âmbito do Projeto ANDUS (Apoio à Agenda Nacional de Desenvolvimento Urbano Sustentável). A ReDUS integra diversos atores de diferentes níveis governamentais, promovendo o intercâmbio de boas práticas, capacitações e instrumentos de planejamento, facilitando a implementação de políticas urbanas sustentáveis. Por meio de uma abordagem que leva em conta as diversas tipologias de cidades e regiões, essas plataformas oferecem uma visão abrangente de iniciativas sustentáveis, facilitando o intercâmbio de conhecimento e incentivando a implementação de boas práticas no território nacional.



5.5 Leis e governança

Para que as SbN sejam incorporadas em cidades brasileiras na escala adequada e necessária para aumento de resiliência urbana em tempos de crise climática, é necessário avaliar e ajustar a legislação urbana, incluindo planos diretores e leis de uso e ocupação do solo, para garantir que as iniciativas de SbN sejam incentivadas e continuadas. A participação de diferentes esferas governamentais — federal, estadual e municipal — é crucial para alinhar políticas ambientais e urbanas com os princípios de SbN. Governos locais precisam garantir que as SbN sejam consideradas em todas as etapas de planejamento urbano e que haja incentivos para sua adoção por parte de empresas privadas e comunidades locais. Por fim, as leis e as estruturas de governança devem promover uma abordagem participativa, permitindo que as comunidades desempenhem um papel ativo na gestão e manutenção das SbN implementadas, assegurando que as soluções se adaptem às necessidades e realidades locais.

Um dos marcos fundamentais para estabelecer iniciativas estratégicas em prol da sustentabilidade dos ecossistemas naturais costeiros no Brasil foi o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), instituído pela Lei 7.661 de 1988 e regulamentado pelo Decreto 5.300 de 2004. O PNGC definiu diretrizes para o ordenamento sustentável das zonas costeiras, promovendo a integração entre diferentes níveis de governo e a sociedade na gestão desses territórios. Essa abordagem descentralizada e participativa tem fomentado a conservação de ecossistemas e fortalecido a governança costeira, contribuindo para aumentar a resiliência das cidades litorâneas brasileiras frente aos desafios ambientais.

O Brasil tem ampliado seus esforços com iniciativas específicas para enfrentar as mudanças climáticas, destacando-se a recente Lei 14.904/24, sancionada em junho de 2024. A nova legislação estabelece diretrizes claras para que os estados e municípios desenvolvam planos de adaptação, com foco na redução da vulnerabilidade socioeconômica e ambiental, na integração entre mitigação e adaptação climática. A lei especificamente estabelece a adoção de SbN como parte das estratégias de adaptação, e que os planos devem ser fundamentados em evidências científicas, utilizando modelagens e previsões baseadas nos relatórios do IPCC, assegurando uma abordagem robusta e eficaz. Além da legislação, há iniciativas no Executivo que oferecem uma estrutura legal e de planejamento, visando aumentar a resiliência frente aos desafios climáticos. Entre essas iniciativas, destacam-se o Plano Nacional sobre Mudança do Clima (que guiará a política climática brasileira até 2035), o Programa Cidades Verdes e Resilientes (instituído pelo Governo Federal por meio do Decreto nº 12.041, de 05 de junho de 2024) e o programa AdaptaCidades, que juntos formam a base para uma adaptação climática abrangente e integrada para as cidades brasileiras.

Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (Plano Clima)

Este plano, coordenado pelo Ministério do Meio Ambiente, busca reduzir a vulnerabilidade de setores sociais e econômicos às mudanças climáticas. Este plano é o principal guia da política climática brasileira, com diretrizes atualizadas para um horizonte até 2035. Ele inclui medidas específicas para setores críticos, como agricultura, cidades, saúde e recursos hídricos. A nova versão do plano enfatiza a necessidade de colaboração entre diferentes níveis de governo e a participação ativa da sociedade civil, além de promover o uso de SbN para fortalecer a resiliência das cidades e zonas costeiras.

Programa Cidades Verdes Resilientes

Este programa é voltado para a promoção de espaços verdes urbanos e infraestrutura sustentável. Ele reforça a importância de integrar vegetação nas áreas urbanas, como parques lineares e telhados verdes, visando aumentar a resiliência urbana e mitigar os impactos do clima. Cidades participantes podem usar esse programa como referência para garantir que SbN sejam priorizadas no desenvolvimento urbano.

Além de iniciativas de planejamento urbano, para a região costeira o Brasil tem avançado com o Planejamento Espacial Marinho (PEM), um instrumento público essencial, integrativo e multissetorial, voltado para a gestão do território azul do país. O PEM visa organizar o uso sustentável dos recursos marinhos, equilibrando a conservação e proteção dos ecossistemas costeiros com as demandas de atividades econômicas. Essa abordagem busca promover o uso racional dos recursos, garantindo que ecossistemas como manguezais, recifes de corais e bancos de ostras sejam preservados, beneficiando não apenas o meio ambiente, mas também setores econômicos cruciais, como pesca, turismo e extração de recursos naturais.

Programa Adapta Cidades

Focado em fornecer suporte técnico e financeiro para municípios brasileiros desenvolverem e implementarem planos de adaptação, o AdaptaCidades oferece ferramentas para integrar SbN como parte das estratégias de adaptação climática. Ele também promove capacitação de gestores públicos para incluir essas soluções em planos diretores e outros instrumentos de governança.



5.6 Plano de ação

O plano de ação é o documento estratégico que detalha os passos necessários para implementar a SbN, assegurando que todos os aspectos do projeto estejam claramente definidos. Ele deve incluir um cronograma com marcos importantes e prazos, identificando os recursos financeiros, humanos e materiais necessários para cada fase. O plano deve designar responsabilidades para os diferentes atores envolvidos, garantindo que todos conheçam suas funções no processo. Um elemento crucial é a definição de indicadores e métricas claras para medir o progresso e avaliar a eficácia das soluções implementadas. A elaboração dessas métricas deve contar com

a consulta e participação de especialistas e cientistas, assegurando a validade técnica. Esses indicadores serão utilizados para o monitoramento contínuo e para garantir que a solução esteja cumprindo seus objetivos principais. Além disso, o plano de ação deve ser flexível, permitindo ajustes que acomodem imprevistos climáticos, sociais ou econômicos, sem comprometer os objetivos centrais do projeto. Essa adaptabilidade aumenta as chances de sucesso a longo prazo e garante que as SbN permaneçam eficientes e funcionais, mesmo diante de cenários dinâmicos.

5.7 Financiamento

A implementação de projetos de SbN depende de financiamentos, que podem ser obtidos via diversas fontes. No Brasil existem várias opções, incluindo fundos públicos como os recursos alocados pelo Ministério do Meio Ambiente e o Fundo Nacional sobre Mudança do Clima (Fundo Clima). A recente **Lei 14.904/24** fortalece esse cenário ao permitir que estados, municípios e distritos acessem recursos do Fundo Clima para elaborar seus planos de adaptação. Além disso, instituições financeiras nacionais e regionais desempenham um papel relevante. O FUNBIO (Fundo Brasileiro para a Biodiversidade) atua em parceria com governos estaduais e municipais, apoiando projetos que envolvem a conservação de ecossistemas naturais e a promoção de infraestrutura verde. Bancos Regionais de Desenvolvimento, como o BRDE, por meio de programas como o Fundo Verde e o Programa Sul Resiliente, são exemplos de iniciativas voltadas para o financiamento de projetos sustentáveis e de resiliência climática. O Banco Nacional de Desenvolvimento Econômico e Social (BNDES) também oferece linhas de crédito específicas

para projetos de sustentabilidade e infraestrutura verde, sendo uma fonte importante de apoio. Além dos fundos públicos, o setor privado, por meio de investidores comprometidos com a responsabilidade socioambiental, também tem um papel crucial, especialmente por meio de parcerias público-privadas voltadas para soluções urbanas sustentáveis. Como alternativa ou complementação dessas fontes, destacam-se os financiamentos internacionais, com recursos oferecidos por organizações como o Banco Mundial, Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e o Fundo Verde para o Clima (GCF). Essas organizações frequentemente oferecem subsídios e financiamentos para projetos de adaptação climática e restauração ecológica, áreas nas quais as SbN se enquadram perfeitamente. Além do suporte financeiro, essas instituições costumam oferecer suporte técnico e capacitação para garantir que os projetos sejam implementados de maneira eficaz e sustentável.

5.8 Implementação

O processo de implementação das SbN envolve a concretização do plano de ação, garantindo que as intervenções sejam realizadas conforme o cronograma e os objetivos estabelecidos. Nesta fase, é crucial que a infraestrutura natural, como áreas verdes, biovaletas ou parques urbanos, seja construída ou restaurada de maneira técnica adequada, respeitando as condições ambientais locais. A supervisão técnica é essencial para assegurar que as soluções estejam funcionando conforme proje-

tado, e que o impacto positivo no ambiente e na comunidade seja mensurável. Além disso, o envolvimento contínuo da comunidade é fundamental, não apenas para garantir a aceitação social, mas também para promover a apropriação e o cuidado a longo prazo com as intervenções. As comunidades locais podem desempenhar papéis na manutenção e monitoramento, promovendo a sustentabilidade e o sucesso das SbN a longo prazo.

5.9 Monitoramento e manejo adaptativo

Após a implementação, é essencial monitorar regularmente os resultados, utilizando indicadores específicos para avaliar se os objetivos ambientais, sociais e econômicos estão sendo atingidos, como, por exemplo, a redução de alagamentos, a melhoria da qualidade do ar ou o aumento de empregos locais. Caso os resultados esperados não sejam alcançados, o manejo adaptativo entra em ação, permitindo ajustes nas estratégias de forma contínua, como, por exemplo, a modificação de práticas de manutenção, reposição de vegetação ou reconfiguração de áreas de drenagem. Esse processo garante a flexibilidade e a resiliência das SbN, possibilitando que as soluções se adaptem às mudanças nas condições climáticas, no ambiente urbano ou nas necessidades da comunidade, assegurando a eficácia e a sustentabilidade a longo prazo.

Essa etapa oferece um importante espaço de aprendizagem e comunicação. As ações de monitoramento podem ser realizadas junto com a comunidade local, por meio de programas de ciência cidadã e com o apoio de universidades regionais, fortalecendo a conexão entre a

ciência e as práticas sociais. O monitoramento participativo e a ciência cidadã podem engajar cidadãos, jornalistas e escolas, garantindo uma ampla disseminação das informações e reforçando a relevância das SbN no médio e longo prazo. No Brasil, o **Programa Escola Azul** é um exemplo inspirador de como as escolas podem atuar como centros locais de ciência cidadã, integrando a realidade comunitária às políticas públicas em diversos níveis — municipal, nacional e intergovernamental. Nas Escolas Azuis, os estudantes assumem o protagonismo em projetos que identificam e abordam as demandas locais, engajando a comunidade escolar (familiares, amigos e moradores) nas discussões. Além disso, as Escolas Azuis podem contribuir para o monitoramento das SbN em diferentes bairros, funcionando como centros de registro de dados e formando novos profissionais comprometidos com a cidadania. Assim, alinham a ação local com debates globais e disseminam conhecimento dentro das comunidades, ampliando o impacto dessas ações.

6. 8 AÇÕES PRIORITÁRIAS PARA IMPLEMENTAR SbN EM CIDADES COSTEIRAS



I. Governos (Federal, Estadual e Municipal):

1 Integrar as SbN em Políticas Públicas:

- Incorporar as SbN nos planos de desenvolvimento urbano, ordenamento territorial, gestão costeira, mudanças climáticas, infraestrutura e meio ambiente.
- Criar incentivos fiscais e financeiros para a implementação de SbN por municípios, empresas e proprietários de terras.
- Regulamentar e incentivar a aplicação de instrumentos econômicos, como pagamentos por serviços ambientais, para estimular a conservação e restauração de ecossistemas costeiros.

2 Fortalecer a Governança e a Gestão Costeira Integrada:

- Criar e fortalecer conselhos e comitês de gestão costeira com participação social, garantindo a representatividade de diferentes setores e atores.
- Implementar mecanismos eficientes de coordenação entre os diferentes níveis de governo (federal, estadual e municipal) e setores (meio ambiente, planejamento urbano, recursos hídricos).
- Incluir SbN e a lente climática nos instrumentos de ordenamento territorial vigentes ou naqueles a serem criados.

3 Investir em Ciência, Tecnologia e Capacitação:

- Fomentar pesquisas científicas e tecnológicas para o desenvolvimento de soluções inovadoras baseadas na natureza e adaptadas à realidade local.
- Disponibilizar informações para a sociedade e para os tomadores de decisão a respeito dos impactos da mudança do clima e potenciais soluções, associando SbN sempre que possível.
- Capacitar técnicos de órgãos governamentais, profissionais do setor privado e membros da sociedade civil para a implementação e gestão de SbN.

4 Sensibilizar e Educar:

- Desenvolver campanhas de comunicação e educação ambiental para sensibilizar a população sobre a importância das SbN para a resiliência climática, os benefícios dos serviços ecossistêmicos e a necessidade de conservar os ecossistemas costeiros.

II. Empresas e Setor Privado:

Incorporar as SbN em suas Operações e Negócios:

5

- Adotar práticas de responsabilidade socio-ambiental que promovam a conservação e restauração de ecossistemas costeiros.
- Investir em SbN em seus terrenos e áreas de influência, como forma de compensação ambiental e geração de valor compartilhado.
- Desenvolver produtos e serviços inovadores baseados em SbN para o mercado da construção civil, gestão de recursos hídricos e turismo sustentável, fortalecendo a cadeia de valor das SbN.

Participar de Parcerias Público-Privadas:

6

- Buscar oportunidades de colaboração com o poder público e organizações da sociedade civil em projetos de implementação de SbN.
- Investir em pesquisa e desenvolvimento de tecnologias inovadoras em parceria com universidades e centros de pesquisa.

III. Sociedade Civil (ONGs, Comunidades Locais, Cidadãos):

7

Engajar-se na Gestão Participativa e Controle Social:

- Participar ativamente de conselhos e fóruns de gestão costeira, contribuindo para a formulação e implementação de políticas públicas.
- Monitorar e fiscalizar as ações governamentais e empresariais que impactam os ecossistemas costeiros.
- Cobrar dos gestores públicos soluções eficazes, com múltiplos benefícios, para o aumento da resiliência urbana e da capacidade adaptativa.

Desenvolver Ações Locais e Mobilizar a Comunidade:

8

- Criar e fortalecer organizações comunitárias para a gestão de recursos naturais e implementação de projetos de SbN.
- Participar de mutirões de limpeza de praias, plantio de espécies nativas e outras atividades práticas de conservação ambiental.
- Disseminar informações sobre a importância das SbN e incentivar a adoção de práticas sustentáveis no dia a dia.
- Agir com responsabilidade diante de ecossistemas naturais:
 - Siga as orientações dos gestores ao visitar uma Unidade de Conservação ou realizar uma trilha.
 - Evite o descarte irregular de lixo ou efluentes, e previna incêndios que possam ser causados por chamas ou faíscas.
 - Preserve áreas de restinga e manguezais evitando pisoteio ao visitar praias, e cuide para não danificar os corais e outros organismos marinhos durante o turismo de observação.

7. HORA DE AGIR: JUNTOS POR CIDADES RESILIENTES



O futuro das nossas cidades e comunidades depende das escolhas que fazemos hoje. Este documento apresenta uma série de Soluções baseadas na Natureza que podem ser implementadas na sua cidade e traz exemplos de casos bem-sucedidos para inspirar e motivar. As soluções apresentadas são apenas o ponto de partida para iniciar um processo transformador em sua localidade. Diante de desafios climáticos cada vez mais frequentes, é hora de agir de forma colaborativa e estratégica.

O momento é agora!

Precisamos unir forças — do local ao global — para criar novos modelos de projetos e ações com SbN, capazes de minimizar os impactos ambientais e fortalecer nossas comunidades. Cada ação conta e, juntos, podemos construir um futuro mais resiliente e sustentável.

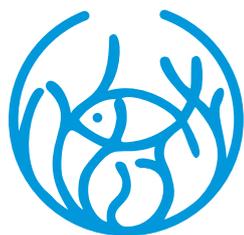
A **Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica** está pronta para colaborar com governos, empresas e outros espaços de governança interessados em conhecer melhor as SbN e dar início a projetos locais. Nossa missão é promover resiliência climática em municípios costeiros, alinhando nossas ações ao Plano Clima e às diretrizes internacionais da **Década do Oceano**.

Combinamos conhecimento científico e coprodução para integrar esforços e conectar ações locais a agendas globais, transformando ideias em soluções concretas.

Entre em contato conosco
para colaborar:
maredeciencia@gmail.com



7.1 Quem somos



ALIANÇA BRASILEIRA PELA
**CULTURA
OCEÂNICA**

Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica

É uma rede de Municípios, Estados, instituições privadas e sociedade civil organizada, engajada e mobilizada na implementação de ações locais alinhadas às metas nacionais e globais da Década do Oceano, com foco na promoção da Cultura Oceânica para o desenvolvimento sustentável, em um processo crescente para a construção de Cidades Azuis.

[Acesse o site](#)



Maré de Ciência UNIFESP

Responsável pela secretaria executiva da Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica, o Maré de Ciência é um programa de extensão da Universidade Federal de São Paulo (UNIFESP, Campus da Baixada Santista) dedicado a trabalhar a difusão científica e o engajamento para fortalecer a interface entre ciência, políticas públicas e sociedade.

[Acesse o site](#)

MINISTÉRIO DA
**CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÕES**



Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação

O Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI) é o ponto focal nacional para a Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável das Nações Unidas e coordena o Comitê de Assessoramento para a Década do Oceano, instituído pela Portaria nº 4.534 de março de 2021. As ações para implementação da Década da Ciência Oceânica para o Desenvolvimento Sustentável e do Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) relacionado ao mar estão previstas no Plano de Implementação Nacional da Década do Oceano no Brasil.

[Acesse o site da
Década do Oceano](#)



UNESCO Brasil

A Representação da UNESCO no Brasil tem como objetivo apoiar a formulação e implementação de políticas públicas que estejam em consonância com as estratégias definidas pelos Estados-membros nas Conferências Gerais da UNESCO. A Organização promove essa atuação por meio de projetos de cooperação técnica, realizados em parceria com instâncias governamentais e setores da sociedade civil, sempre que esses projetos contribuam para políticas públicas focadas no desenvolvimento sustentável nas áreas de expertise da UNESCO.

[Acesse o site](#)

Fundação GrupoBoticário

Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza

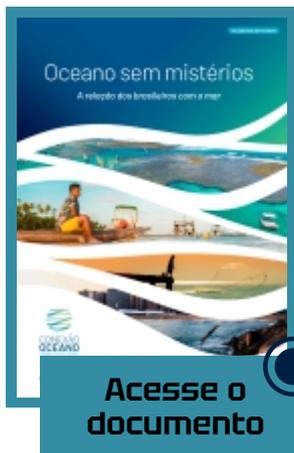
Com mais de 30 anos de história, é uma das principais fundações empresariais do Brasil que atuam para conservar o patrimônio natural brasileiro. Com foco na adaptação da sociedade às mudanças climáticas, especialmente em relação à segurança hídrica e à proteção costeira, a instituição atua para que a conservação da biodiversidade seja priorizada em todos os setores. Alinhada aos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável da ONU, considera que a natureza é a base para o desenvolvimento social e econômico do país. Sem fins lucrativos e mantida pelo Grupo Boticário, a Fundação Grupo Boticário contribui para que diferentes atores estejam mobilizados em busca de soluções para os principais desafios ambientais, sociais e econômicos. A instituição é fruto da inspiração de Miguel Kringsner, fundador e presidente do Conselho do Grupo Boticário, criada em 1990, dois anos antes da Rio-92 ou Cúpula da Terra, evento que foi um marco para a conservação ambiental mundial. | www.fundacaogrupoboticario.org.br | [@fundacaogrupoboticario](#) (Instagram, Facebook, LinkedIn, Youtube, TikTok).

[Acesse o site](#)

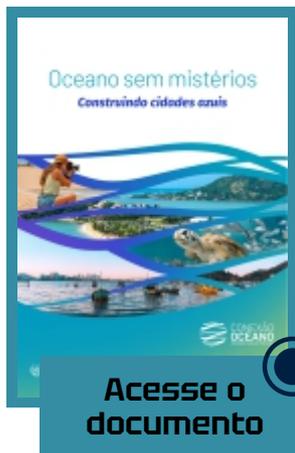
7.2 Conheça nossas outras iniciativas

Explore também outras iniciativas da Aliança Brasileira pela Cultura Oceânica e da Fundação Grupo Boticário que podem apoiar essa jornada:

Oceano sem Mistérios



[Acesse o documento](#)



[Acesse o documento](#)

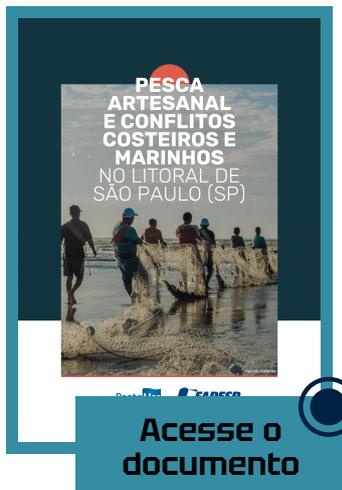


[Acesse o documento](#)



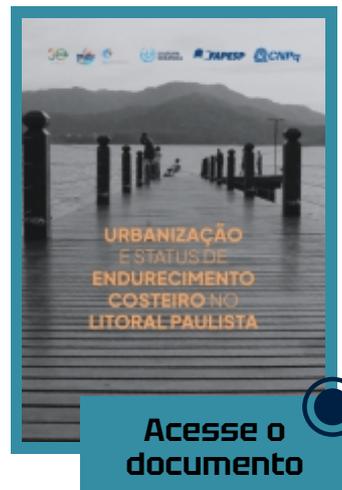
[Acesse o documento](#)

Pesca Artesanal e Conflitos Costeiros Marinhos no Litoral de São Paulo (SP)



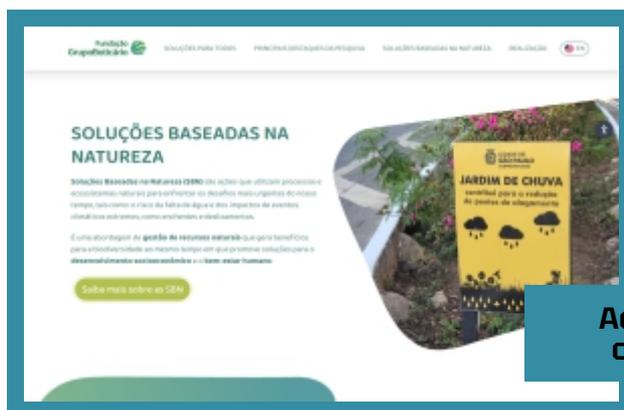
[Acesse o documento](#)

Urbanização e Status de Endurecimento Costeiro no Litoral Paulista



[Acesse o documento](#)

Cidades do Futuro - Portfólio sobre Soluções baseadas na Natureza da Fundação Grupo Boticário



[Acesse o site](#)



8. Referências Citadas

- [1] IBGE (2022) Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Censo Demográfico 2022. Disponível em <https://censo2022.ibge.gov.br/panorama/> (Acesso em setembro/2024).
- [2] Moreira M, Pinhoni M, Croquer G. Censo 2022: mais da metade da população brasileira vive a até 150 km do litoral. g1, São Paulo, 21 de março de 2024. Disponível em: <https://g1.globo.com/economia/censo/noticia/2024/03/21/censo-2022-ibge-setores-censitarios.ghtml>. (Acesso em outubro/2024).
- [3] Moraes, CAR (2007) Contribuição para a gestão da zona costeira do Brasil: Elementos para uma geografia do litoral brasileiro. São Paulo: Annablume.
- [4] PBMC (2016) Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas: Relatório Especial do Painel Brasileiro de Mudanças Climáticas. PBMC, COPPE-UFRJ. In: Marengo JA, Scarano FR (eds.), Rio de Janeiro, Brasil.
- [5] IPCC (2021) Intergovernmental Panel on Climate Change. Climate Change 2021 – The Physical Science Basis: Working Group I Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA: Cambridge University Press.
- [6] IOC-UNESCO (2024) State of the Ocean Report. Paris, IOC-UNESCO. (IOC Technical Series, 190). Disponível em: <https://doi.org/1025607/4wbg-d349>.
- [7] Rede AdaptaClima. Disponível em: <http://adaptaclima.mma.gov.br/>. (Acesso em setembro/2024).
- [8] MapBiomias. Área queimada no Brasil entre janeiro e setembro foi 150% maior que no ano passado. MapBiomias Brasil, 11 de outubro de 2024. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2024/10/11/area-queimada-no-brasil-entre-janeiro-e-setembro-foi-150-maior-que-no-ano-passado/>. (Acesso em novembro/2024).
- [9] IOC-UNESCO (2009) Hazard awareness and risk mitigation in integrated coastal area management. United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization (UNESCO), Manuals and Guides No 50, ICAM Dossier No 5, 141p., Paris, França. Disponível em: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000183253.locale=en>
- [10] Hanson S, et al. (2011) A global ranking of port cities with high exposure to climate extremes. Climatic Change 104: 89-111. <https://doi.org/10.1007/s10584-010-9977-4>
- [11] Hallegatte S, et al. (2013) Future flood losses in major coastal cities. Nature Climate Change 3: 802-806. <https://doi.org/10.1038/nclimate1979>
- [12] IPCC (2022) Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press.
- [13] Strauss BH, et al. (2021) Unprecedented threats to cities from multi-century sea level rise. Environmental Research Letters 16: 114015. <https://doi.org/10.1088/1748-9326/ac2e6b>
- [14] Pardal A, et al. (2024) Urbanisation on the coastline of the most populous and developed state of Brazil: the extent of coastal hardening and occupations in low-elevation zones. Anthropocene Coasts 7: 15. <https://doi.org/10.1007/s44218-024-00048-8>

- [15]Prado HA, et al. (2024) Designing nature to be a solution for climate change in cities: A meta-analytical review. *Science of The Total Environment* 954: 176735. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2024.176735>
- [16]Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza (2023a) Cidades baseadas na natureza: Infraestrutura natural para resiliência urbana. Disponível em: <https://solucoesbaseadasnanatureza.com.br/>
- [17]Cohen-Shacham E, et al. (2016) Nature-based solutions to address global societal challenges. IUCN: Gland, Switzerland; 97: 2016–2036.
- [18]Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza (2024) Oceano sem mistérios: Carbono azul dos manguezais. Disponível em: <https://www.fundacaogrupoboticario.org.br/pt/Biblioteca/Oceano%20sem%20Misterios%20Carbono%20Azul.pdf>
- [19]Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza (2023b) Oceano sem mistérios: Desvendando os recifes de corais. Disponível em: <https://www.fundacaogrupoboticario.org.br/pt/Biblioteca/Oceano%20sem%20mist%C3%A9rio%20-%20desvendando%20os%20corais.pdf>
- [20]Castilho-Westphal GG, et al. (2014) Comunidades ribeirinhas extrativistas e a exploração de bancos de ostras do mangue *Crassostrea* sp., na baía de Guaratuba-Paraná, litoral sul do Brasil. *Bioscience Journal* 30(suppl.2): 912–923. <https://seer.ufu.br/index.php/biosciencejournal/article/view/19562/15281>
- [21]Firth LB, et al. (2020) Greening of grey infrastructure should not be used as a Trojan horse to facilitate coastal development. *Journal of Applied Ecology* 57: 1762–1768. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.13683>

Outras fontes consultadas

Artigos científicos

- Cebrian E, et al. (2021) A Roadmap for the Restoration of Mediterranean Macroalgal Forests. *Frontiers in Marine Science*, 8: 709219. <https://doi.org/10.3389/fmars.2021.709219>
- de Souza DC, et al. (2024) Extreme rainfall and landslides as a response to human-induced climate change: a case study at Baixada Santista, Brazil, 2020. *Natural Hazards* 120, 10835–10860. <https://doi.org/10.1007/s11069-024-06621-1>
- Howie AH, Bishop MJ (2021) Contemporary Oyster Reef Restoration: Responding to a Changing World. *Frontiers in Ecology and Evolution* 9: 689915. <https://doi.org/10.3389/fevo.2021.689915>
- Marengo JA, et al. (2015) A seca e a crise hídrica de 2014–2015 em São Paulo. *Revista USP* 106: 1–44. <https://doi.org/10.11606/issn.2316-9036.v0i106p31-44>
- Marengo JA, et al. (2023) Heavy rainfall associated with floods in southeastern Brazil in November–December 2021. *Natural Hazards* 116: 3617–3644. <https://doi.org/10.1007/s11069-023-05827-z>
- Marengo JA, et al. (2024) Heavy rains and hydrogeological disasters on February 18th–19th, 2023, in the city of São Sebastião, São Paulo, Brazil: from meteorological causes to early warnings. *Natural*

Hazards 120: 7997–8024. <https://doi.org/10.1007/s11069-024-06558-5>

Markus-Michalczyk H, Michalczyk M (2023) Floodplain Forest Restoration as a Nature-Based Solution to Create Climate-Resilient Communities in European Lowland Estuaries. *Water* 15: 440.

<https://doi.org/10.3390/w15030440>

Soterroni AC, et al. (2023) Nature-based solutions are critical for putting Brazil on track towards net-zero emissions by 2050. *Global Change Biology* 29: 7085–7101. <https://doi.org/10.1111/gcb.16984>

Tan YM, et al. (2020) Seagrass Restoration Is Possible: Insights and Lessons From Australia and New Zealand. *Frontiers in Marine Science* 7: 00617. <https://doi.org/10.3389/fmars.2020.00617>

Ximenes DSS, Maglio IC (2022) Soluções Baseadas na Natureza e adaptação climática no Brasil: estudo de cidades costeiras vulneráveis. *Revista LABVERDE* 12: 183–206.

<https://doi.org/10.11606/issn.2179-2275.labverde.2022.188817>

Documentos técnicos

Bridges TS, et al. (2021) International Guidelines on Natural and Nature-Based Features for Flood Risk Management. U.S. Army Engineer Research Development Center, Vicksburg, MS.

Centro Nacional de Monitoramento e Alerta de Desastres Naturais (CEMADEN). Nota Técnica N° 529/2024/SEI-CEMADEN. Disponível em: <https://www.gov.br/cemaden/pt-br/assuntos/monitoramento/monitoramento-de-seca-para-o-brasil/monitoramento-de-secas-e-impactos-no-brasil-agosto-2024/NOTATECNICAN529202SEICEMADENSECAS.pdf>

Cidades do Futuro, As Soluções Baseadas na Natureza ajudando a enfrentar a emergência climática, Exemplos práticos de Soluções Baseadas na Natureza e guia de fontes com especialistas. Fundação Grupo Boticário/Bioconexão urbana. Disponível em:

https://www.fundacaogrupoboticario.org.br/pt/Biblioteca/Book%20de%20cases%20SBN%20e%20fontes_%20Cidades%20do%20futuro.pdf

Guia metodológico para implantação de infraestrutura verde. Instituto de Pesquisas Tecnológicas do Estado de São Paulo: Fundação de Apoio ao Instituto de Pesquisas Tecnológicas – FIPT, 2020, 79 pp.

World Bank (2021) A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience. Washington, D.C. World Bank Group, 121 pp. <http://hdl.handle.net/10986/36507>

Websites (não apresentados no texto)

<https://www.ecoshape.org/en/>

<https://www.projectseagrass.org/blogs/scientists-outline-10-golden-rules-for-seagrass-restoration/>

<https://climatetechwiki.org/managed-realignment/>

<https://reefresilience.org/coral-reef-restoration/>

<https://www.fisheries.noaa.gov/national/habitat-conservation/restoring-coral-reefs>

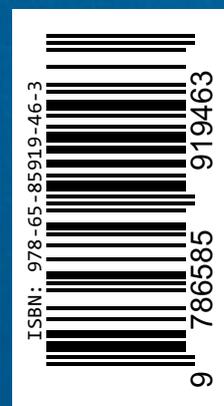
<https://www.unep.org/resources/report/coral-reef-restoration-guide-coral-restoration-method>

<https://nrcsolutions.org/restoring-floodplains/>

<https://www.unep.org/resources/emerging-issues/nature-based-solutions-urban-challenges>



ALIANÇA BRASILEIRA PELA
**CULTURA
OCEÂNICA**



MINISTÉRIO DA
CIÊNCIA, TECNOLOGIA
E INOVAÇÃO

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
UNIÃO E RECONSTRUÇÃO

Em cooperação



Fundação
GrupoBoticário

