



# Gestão Baseada em Ecossistemas (GBE): uma perspectiva necessária para a sustentabilidade de praias frente às mudanças climáticas

Larissa Plutarco Freitas<sup>1</sup>

Recebido em: 19-02-2024

Aceito em: 22-08-2024

## Resumo

A zona costeira, apesar de todo o dinamismo e resiliência inerente ao ecossistema, possui uma vulnerabilidade natural que a torna uma região potencialmente impactada seja pelo uso e ocupação desordenados do ambiente ou pelos efeitos adversos e extremos da emergência climática, como: variação nos padrões de chuva, intrusão salina, acidificação dos oceanos, inundações e erosão costeira. Ao compreender a relevância social, cultural, ambiental e econômica dessa região para a população humana, é imprescindível um eficiente planejamento e elaboração de estratégias que visem a conservação desses ecossistemas. Esse artigo é constituído por uma revisão literária com o objetivo de apresentar um panorama da gestão baseada em ecossistemas em sistemas de praias. Nas últimas décadas, principalmente após uma série de relatórios científicos e acordos internacionais, a gestão costeira tem apresentado uma nova perspectiva voltada para uma visão integrada do ecossistema. Apesar dos avanços, são grandes os desafios provenientes possivelmente ainda das barreiras institucionais e falha na integração de dados entre cientistas/pesquisadores e agentes gestores.

**Palavras-chave:** Gestão Baseada em Ecossistemas; GBE; praias, emergência climática.

## *Ecosystem-Based Management (EBM): a necessary perspective for beach sustainability in the face of climate change*

### Abstract

*The coastal zone, despite all the dynamism and inherent resilience of the ecosystem, has a natural vulnerability that makes it a region potentially impacted by either the disorderly use and occupation of the environment or the adverse and extreme effects of the climate emergency, such as: changes in rainfall patterns, saline intrusion, ocean acidification, flooding, and coastal erosion. Understanding the social, cultural, environmental, and economic relevance of this region to the human population, efficient planning and development of strategies aimed at conserving these ecosystems are essential. This article consists of a literature review aiming to present an overview of ecosystem-based management in beach systems. In recent decades, especially after a series of scientific reports and international agreements, coastal management has presented a new perspective focused on an integrated ecosystem approach. Despite advances, there are major challenges, possibly still with institutional barriers and failures in data integration between scientists/researchers and management agents.*

**Keywords:** Ecosystem-Based Management; EBM; beaches, climate emergency

## 1 Introdução

A zona costeira é uma região bastante atrativa por seu dinamismo, biodiversidade, riqueza de recursos naturais, beleza paisagística, potencial energético, dentre outras inúmeras características. Com uma extensão de aproximadamente 8.500 quilômetros, a costa brasileira

---

<sup>1</sup> Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente (UFC).

abrange uma diversidade de ecossistemas, tais como praias arenosas, manguezais, costões rochosos, estuários, recifes e dunas, conforme destacado por Duarte (2019).

O patrimônio natural contido na zona costeira do Brasil pode ser qualificado como de grande valor ambiental, apresentando recursos altamente valiosos, tanto do ponto de vista ecológico quanto socioeconômico (OLIVEIRA & NICOLDI, 2012). A região do litoral composta por praias é de extrema importância para o desenvolvimento das populações, seja por sua beleza cênica, promoção do bem-estar, ou por seu valioso potencial econômico relacionado ao turismo, ao transporte, fontes de energia e exploração de recursos minerais e animais.

As praias estão localizadas na interface dinâmica entre o continente e oceano; e, apesar da sua resiliência natural, são vulneráveis devido aos diferentes agentes que moldam a geomorfologia do litoral. Essa vulnerabilidade torna-se ainda mais acentuada quando são considerados os níveis de ocupação e uso desordenado dos recursos naturais desses ambientes. Processos erosivos em linhas de costas, mudanças ambientais e as formas de uso e ocupação do solo são algumas das variáveis de vulnerabilidade e riscos dos ambientes costeiros.

Com a crescente (e mal planejada) urbanização costeira, as praias correm o risco de desaparecer devido às alterações climáticas (CHECON *et al.*, 2022). Os efeitos do aquecimento global afetam diretamente a vulnerabilidade desses ecossistemas (GERMANI *et al.*, 2015), como a maior incidência de processos erosivos, inundações, intrusão salina e acidificação dos oceanos.

A primeira seção do Sexto Relatório do IPCC (2021), deixa absolutamente claro o papel da atividade humana no aumento da temperatura do planeta. De acordo com esse relatório algumas ações são extremamente urgentes com o objetivo de mitigar as mudanças climáticas, dentre elas: a descarbonização em elementos de transporte e em sistemas de produção, o incentivo às energias limpas e suas variáveis, combater o desmatamento e aprimorar as práticas agrícolas.

O relatório também destaca que, a menos que ocorra uma redução imediata nas emissões de CO<sup>2</sup> e outros gases de efeito estufa, é altamente provável que o aquecimento global ultrapasse o limite de 1,5°C a 2°C ainda neste século. Isso resulta em uma série de impactos como o aumento na frequência de eventos climáticos extremos, como chuvas intensas, secas e ondas de calor. As mudanças climáticas impactam os organismos e a maneira como se relacionam entre si e seus ambientes, alterando além da estrutura e do funcionamento dos ecossistemas, os benefícios e serviços que os sistemas naturais oferecem à sociedade (Díaz *et al.*, 2019).

Assim, compreende-se a urgência de integração entre estudos técnicos e científicos das zonas de praia e as políticas públicas de gestão. Dessa forma, esse artigo propõe apresentar, após um processo de revisão literária, um panorama sobre a temática com o propósito de levantar

*insights* que auxiliem em estudos de monitoramento, manejo, adaptação e gestão de praias visando a sustentabilidade.

## 2 Serviços ecossistêmicos na zona costeira

De acordo o *Millenium Ecosystem Assessment* – MEA (2005), compreende-se por serviços ecossistêmicos os benefícios diretos ou indiretos ofertados pelas funções dos ecossistemas à qualidade de vida humana. Segundo o MEA (2005) esses serviços são categorizados em quatro grupo: provisão, regulação, cultural e de suporte, os quais se caracterizam na capacidade dos ecossistemas fornecerem recursos naturais que possibilitam a manutenção dos seres vivos. Rabelo (2014) com base na Classificação Internacional Comum de Serviços Ecossistêmicos (CICES), sintetizou os benefícios em:

- **Regulação e Manutenção:** abrangem todas as formas de regulação e alteração dos ecossistemas que impactam o bem-estar humano. Essas funções estão relacionadas à capacidade dos ecossistemas de regular processos essenciais para a vida, incluindo ciclos biogeoquímicos e outros processos da biosfera.
- **Provisão:** engloba todas as saídas nutricionais, materiais e energéticas dos ecossistemas, como alimentos, fibras, madeira para combustível e outros materiais utilizados como fonte de energia, recursos genéticos, produtos bioquímicos, medicinais e farmacêuticos, bem como recursos ornamentais e hídricos.
- **Cultural:** inclui todas as saídas não materiais dos ecossistemas, caracterizadas por seu valor simbólico, cultural ou intelectual, as quais influenciam o estado físico e mental das pessoas.

As regiões costeiras oferecem uma variedade de Serviços Ecossistêmicos (SE) relacionados à oferta de alimentos; regulação biológica; regulação atmosférica e climática; controle de doenças; proteção contra inundações e estabilização da costa; reciclagem de nutrientes e purificação da água (DEFEO *et al.*, 2009). As praias arenosas oferecem uma infinidade de serviços ecossistêmicos em grande parte subestimados além da recreação (HARRIS *et al.*, 2022). Uma costa arenosa natural pode ser considerada uma estrutura adaptativa que demonstra resiliência e capacidade de resposta às variações na energia das forças ambientais, com o objetivo de maximizar sua persistência e minimizar os impactos de eventos hidrodinâmicos intensos (HANLEY *et al.*, 2014).

De acordo com Mclachlan & Defeo (2023), o aspecto mais crucial é a proteção costeira: as praias absorvem as ondas das tempestades, sacrificando sua areia para ampliar a zona de arrebentação; e as dunas frontais também desempenham um papel durante tempestades extremas, liberando seu reservatório de areia para ampliar ainda mais as ondas e, assim, ampliar a zona de dissipação. Essa perda de areia é gradualmente reabastecida durante períodos de calmaria, repetindo o ciclo contínuo de armazenamento e troca de areia entre os três componentes interconectados da costa arenosa: dunas, praia e arrebentação. A proteção costeira é fundamental para a costa arenosa, e só é viável quando seus elementos estão intactos e interativos (MCLACHLAN & DEFEO, 2023).

Muitas economias costeiras dependem diretamente da existência de suas praias. Estas não só fazem parte da cultura e estilo de vida moderno, sendo procuradas como locais de relaxamento, serenidade, recreação e diversão, mas também são exploradas para obtenção de sustento e materiais (MCLACHLAN & DEFEO, 2023). Dessa forma, qualquer alteração ambiental proveniente de ações antrópicas ou naturais trazem graves prejuízos sociais, materiais e econômicos, ainda mais quando associadas a altas taxas de urbanização e de uso desordenado e ocupação inadequada do solo.

A capacidade das praias de fornecer serviços ecossistêmicos, está sendo desafiada por vários fatores de estresse induzidos pelo homem, resultando em pressões significativas sobre as praias arenosas em todo o mundo (MCLACHLAN & DEFEO, 2023). Os modelos de desenvolvimento da zona costeira, particularmente ao longo da costa, devem resultar da integração das dimensões econômica, social e ambiental, considerando os diversos interesses e necessidades dos grupos sociais que habitam essa região (OLIVEIRA & NICOLDI, 2012).

A última parte (*Synthesis Report*) do mais recente relatório do IPCC (2023) afirma, com alta confiança, que a manutenção da resiliência da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos depende da conservação eficaz e equitativa de cerca de 30% a 50% das áreas terrestres, da água doce e dos oceanos da Terra, incluindo os ecossistemas atualmente próximos da natureza. Isso possibilitaria a redução da vulnerabilidade da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos às alterações climáticas, a redução da erosão costeira e as inundações (IPCC, 2023).

As praias formam sistemas socioecológicos nos quais ocorre a interação entre elementos biofísicos, sociais e de gestão (CABIOCH & ROBERT, 2022). O aproveitamento de serviços ecossistêmicos é uma estratégia de adaptação que integra a gestão de recursos naturais e a infraestrutura de serviços públicos, mediante ações de conservação, manejo e restauração de ecossistemas naturais com atuação sobre o clima ou seus efeitos (IACOB *et al.*, 2014).

Burchart *et al.* (2015) ressaltam a importância de aproveitar ao máximo as propriedades de defesa natural dos habitats costeiros. Os autores exemplificam como ambientes naturais como manguezais, recifes biogênicos e pradarias de ervas marinhas podem ser usados para reduzir a força das ondas, enquanto as dunas de areia desempenham um papel crucial na prevenção da erosão e das inundações costeiras.

A compreensão do papel dos sistemas biológicos é essencial para a gestão costeira moderna na preservação da integridade e da função do habitat (HANLEY *et al.*, 2014). O futuro dos ecossistemas é amplamente influenciado pelas decisões tomadas pelos governos locais (MEYERS *et al.*, 2019). Segundo os autores, para planejar adequadamente em um cenário de mudanças climáticas, é crucial que as mudanças nos ecossistemas sejam consideradas parte da responsabilidade dos governos locais, juntamente com os impactos nos ambientes físicos construídos e naturais.

Foi através do desenvolvimento da percepção de que a preservação das condições naturais é um fato determinante para a resiliência do ecossistema aos desafios naturais e antrópicos que surgiu um novo método de práticas de gerenciamento da costa, a Gestão Baseada em Ecossistemas (GBE).

### **3 Panorama da Gestão Baseada em Ecossistemas (GBE)**

Um sistema de gestão consiste em políticas, procedimentos e práticas organizadas e implementadas para assegurar que uma organização consiga cumprir as atividades requeridas para alcançar seus objetivos (SARDÁ *et al.*, 2015). A Constituição Federal de 1988 reconheceu o meio ambiente como um bem de uso comum e declarou a Zona Costeira como patrimônio nacional.

A Gestão Costeira no Brasil é amparada pelo Plano Nacional de Gestão Costeira (PNGC) que foi instituído pela Lei No 7.661, de 16 de maio de 1988 com base nas Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e na Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM). O PNGC (que já teve duas versões desde a sua criação) tem como um dos objetivos principais o ordenamento dos usos na zona costeira com o objetivo base de conservar e proteger os recursos costeiros e marinhos, lançando as diretrizes para a formulação de políticas, planos e programas estaduais e municipais.

Nas últimas décadas a gestão da zona costeira no Brasil evoluiu muito. Foi estabelecido, também no PNGC, a criação do Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO),

criado com a proposta de articular as Ações Federais na Zona Costeira. Compreende-se, portanto, a gama de sistemas/programas e projetos que de forma integrada visam a conservação da zona costeira brasileira, como por exemplo: Plano de Ação Federal da Zona Costeira (PAF), Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro (PEGC) e Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro (PMGC), Sistema de Monitoramento Ambiental da Zona Costeira (SMA), Relatório de qualidade Ambiental da Zona Costeira (RQA-ZC) e Zoneamento Ecológico – Econômico Costeiro.

As estratégias de gestão ambiental frequentemente deixam de contemplar a ampla variedade de vantagens derivadas dos recursos naturais, bem como os diversos usuários que dependem dessas vantagens (FERNANDINO *et al.*, 2018). As regulamentações locais geralmente não oferecem uma proteção adequada aos ecossistemas de praia, e sua importância ecológica raramente são levadas em consideração no planejamento da adaptação climática (MEYERS *et al.*, 2019).

Especialmente em praias, a gestão costeira acontecia de forma imediatista e durante muitos anos focou na adoção de medidas que visavam conter os desastres a curto e médio prazo, sem uma visão integrada; prejudicando a capacidade de resiliência do ambiente, como por exemplo a construção de estruturas rígidas de engenharia para a contenção do avanço do mar. Dependendo das condições locais, tais soluções podem ser eficazes, mas muitas vezes têm efeitos secundários imprevistos, tais como a transferência da erosão para linhas costeiras a jusante (MENTASCHI *et al.*, 2018). Nesse método de gestão tradicional ocorre uma alteração nas funções e nos serviços importantes das praias, o que pode comprometer outras funções relevantes dentro de alguns anos (XAVIER *et al.*, 2020).

Segundo Germani *et al.*, (2015), foi a partir dos anos 90 que houve um aumento do interesse dos cientistas, da mídia e do público em geral nas possíveis mudanças na linha costeira e seus efeitos na erosão costeira, devido ao aumento do nível médio do mar. Alguns dos principais indicadores dessas elevações incluem o recuo da linha costeira, a erosão costeira, o desaparecimento de ilhas, a destruição de ecossistemas costeiros e áreas urbanizadas, entre outros.

Desde então, vários esforços têm sido feitos para prever esse comportamento ao longo dos próximos séculos. Além disso, novas estratégias adaptativas foram desenvolvidas. Ao contrário dos quebra-mares fixos convencionais que se estendem paralelamente à costa, as estruturas flutuantes próximas à costa têm como objetivo reduzir a altura das ondas que chegam sem causar o fenômeno de ruptura (BURCHART *et al.*, 2015). Com uma nova perspectiva, a Gestão Baseada em Ecossistemas (GBE) é um método de gestão centrada em ecossistemas, nas

dinâmicas de mudança nos sistemas vivos e na preservação dos benefícios e serviços proporcionados por ecossistemas saudáveis empregando os princípios do método científico na condução dos processos de gestão (UNEP, 2006).

De acordo com NOAA, a Gestão Baseada em Ecossistema (em inglês *Ecosystem based management* – EBM) é uma abordagem integrada que incorpora todo o ecossistema, incluindo os seres humanos, nas decisões de gestão de recursos e é orientada por uma abordagem de gestão adaptativa. Assim, tem como propósito manter um ecossistema saudável, produtivo e resiliente para fornecer os serviços desejados e necessários pelos humanos (COMPASS, 2005). É importante considerar que os benefícios econômicos líquidos da adaptação costeira dependem dos benefícios e custos relacionados com mudanças na conservação ou proteção dos ativos costeiros, e mudanças noutros serviços ecossistêmicos afetados direta ou indiretamente (JOHNSTON *et al.*, 2018). Essa compreensão aprofundada é importante para direcionar políticas e estratégias de adaptação eficazes, que visem não apenas proteger os ativos costeiros, mas também promover a resiliência e a sustentabilidade dos ecossistemas costeiros como um todo.

Na Gestão Baseada em Ecossistemas (GBE) é crucial planejar a conservação dos ecossistemas no longo prazo, levando em consideração a forma como as atividades humanas afetam a estrutura, funcionamento e os processos ecológicos desses ecossistemas. E, ao mesmo tempo, como esses fatores influenciam o bem-estar humano (LONG *et al.*, 2017). Dessa forma, a GBE é um tipo de gestão que busca através do próprio ecossistema e dos serviços que ele fornece a base para medidas de adaptação sustentáveis, especialmente em um contexto atual de emergência climática.

Durante as últimas décadas foi criada uma gama de projetos direcionando seus esforços para ações relacionadas à adaptação às mudanças climáticas tanto em escala nacional quanto regional. Manifestação desse comprometimento no Brasil, que busca otimizar o ordenamento e as atividades nos espaços costeiros, foi a oficialização do Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) em 2016. Este traça estratégias de minimização da vulnerabilidade do país diante das transformações climáticas, ao mesmo tempo em que estabelece abordagens para o gerenciamento dos riscos associados a esse fenômeno.

Outros exemplos são o Projeto Orla e o PROCOSTA, que foram criados com o propósito de conservar a zona costeira brasileira visando uma gestão mais participativa, integrada e sustentável ambientalmente. Essa nova metodologia de gestão considera que as comunidades locais podem desempenhar um papel crucial, devido ao seu forte vínculo e identidade cultural com a costa (MCLACHLAN & DEFEO, 2023).

Mais recentemente, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu o período de 2021 a 2030 como a Década do Oceano. Esta proposta tem como objetivo conectar pessoas e oceano, construir uma base científica e incentivar a preservação do ecossistema marinho e a gestão dos recursos naturais de zonas costeiras. A ideia de que a adaptação às mudanças climáticas não é mais uma questão a ser abordada e executada no futuro, mas sim no tempo mais breve possível, reflete uma compreensão cada vez mais madura e urgente sobre os desafios que precisam ser enfrentados e as estratégias eficientes a serem estabelecidas.

No estado do Ceará, o programa de meio ambiente do projeto Cientista-Chefe é uma das ações estratégicas recentes que apresenta um grande potencial pois une o conhecimento científico de especialistas associado a universidade e gestores para promover o desenvolvimento sustentável também da zona costeira em combate às consequências das alterações no clima. A compreensão de que a adaptação não pode ser tratada separadamente da mitigação está se consolidando.

Então, é fundamental realizar ações de manejo, tais como o mapeamento de áreas propensas à erosão, a proteção da vegetação costeira e a regulamentação do desenvolvimento costeiro (SOARES *et al.*, 2021). Especialmente para as cidades cuja economia também depende do turismo de sol e mar, pois esse tipo de turismo valoriza as condições naturais e, por isso, depende do bom estado da praia para se desenvolver (MERLOTO *et al.*, 2019).

Enquanto os esforços para reduzir as emissões de gases de efeito estufa continuam sendo urgentes, a GBE torna-se parte integrante da abordagem global para enfrentar as mudanças climáticas a fim de conservar a zona costeira de forma sustentável e assegurar o potencial de seus serviços ecossistêmicos. De acordo com Harris *et al.* (2022), a interação complexa entre fatores sociais, econômicos, ambientais e institucionais em diferentes escalas de tempo e espaço ressalta a importância crítica da governança em ecossistemas costeiros altamente utilizados. O autor afirma que países com instituições estáveis e fortes tendem a apresentar ecossistemas mais sustentáveis, enquanto em países com instituições e estruturas de gestão frágeis, os serviços ecossistêmicos podem ser objeto de disputa, distribuídos de forma desigual entre os membros da sociedade ou até mesmo ausentes.

A análise dos serviços ecossistêmicos está se tornando cada vez mais importante para planejar melhor a resiliência socioecológica e tomar decisões mais fundamentadas (POWELL *et al.*, 2018). Estratégias de gestão costeira que integram infraestruturas naturais e abordagens combinadas oferecem oportunidades para reduzir riscos e coordenar recursos em torno de metas socioeconômicas e ecológicas (POWELL *et al.*, 2018).

Um estudo recente de Soares *et al.* (2021) tem destaque pela proposta metodológica de estabelecer uma pergunta chave que é dividida em sub perguntas que se alinham com os principais impactos ambientais identificados; o que é uma importante ferramenta para auxiliar a prever os efeitos das alterações ambientais na sustentabilidade dos bens e serviços ecossistêmicos. Esse artigo ressalta a necessidade urgente de compreender e abordar os impactos ambientais que afetam os ecossistemas semiáridos costeiros no Brasil. Isso é fundamental para a tomada de medidas preventivas e corretivas a fim de minimizar os efeitos negativos.

A chamada para abordagens interdisciplinares é crucial. Isso significa que o artigo reconhece a complexidade dos desafios enfrentados pelos ecossistemas semiáridos costeiros e a necessidade de que cientistas de diversas áreas colaborem para compreender em diferentes perspectivas o problema. As cinco questões propostas podem orientar estudos e políticas públicas baseadas na ciência destinadas a alcançar os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) em diferentes regiões. De acordo com os autores (Soares *et al.*, 2021) essa proposta de metodologia fornece uma estrutura lógica e direcionada para a pesquisa subsequente, tornando o trabalho mais acessível para cientistas e tomadores de decisão.

A valorização e conhecimento da função ecossistêmica e de seus serviços aliados ao conhecimento técnico-científico apresentam um potencial estratégico de possibilitar a sustentabilidade e conseqüente sobrevivência e desenvolvimento da população em meio aos desafios naturais e antrópicos. Existe a necessidade da integração dessas informações com os profissionais tomadores de decisão na gestão costeira.

A gestão costeira no Brasil enfrenta desafios significativos devido à natureza fragmentada das informações disponíveis (SCHERER & ASMUS, 2016). Em geral, essas informações são segmentadas por setores específicos, o que dificulta a integração e a compreensão holística dos ecossistemas costeiros. Essa falta de integração pode limitar a eficácia das medidas de gestão, uma vez que não considera os ecossistemas como sistemas interligados e interdependentes.

#### **4 Considerações finais**

Nas últimas décadas o uso e ocupação desordenada, ou não bem planejado, do litoral acarretaram vários processos erosivos, de contaminação do solo e dos recursos hídricos, perda da biodiversidade, dentre outros desastres. Além desses efeitos a curto e médio prazo, os crescentes impactos das mudanças climáticas em escala global e local são evidentes. Existe,

portanto, uma necessidade emergente de estudos, porém, não somente de diagnósticos, mas, também, que abordem estratégias de mitigação e adaptação da zona costeira frente a esses desafios.

As zonas costeiras apresentam uma dualidade marcante. Por um lado, são naturalmente vulneráveis aos riscos climáticos, mas por outro, possuem ecossistemas costeiros que demonstram grande resiliência e oferecem oportunidades para promover o desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, é crucial compreender e abordar de maneira holística os impactos das mudanças climáticas nas zonas costeiras. Essa compreensão é essencial para mitigar os danos e garantir a resiliência dessas áreas diante dos desafios climáticos em constante evolução.

Para alcançar esse objetivo, é fundamental planejar a adaptação de forma a permitir uma transição para o desenvolvimento sustentável, integrando a conservação dos ecossistemas costeiros e a promoção do bem-estar humano. O desenvolvimento da Gestão Baseada em Ecossistemas (GBE) poderá representar uma nova perspectiva de gestão das zonas costeiras brasileiras.

A prática da GBE engloba uma compreensão transversal dos atuais problemas e desafios da sustentabilidade de forma integral para melhorar a qualidade de vida e até mesmo garantir a sobrevivência humana. Por isso, é essencial identificar propostas respaldadas pela ciência através de estudos integrados do ecossistema local. Estes devem considerar os aspectos sociais e econômicos, que possibilitem utilizar o próprio ecossistema de uma maneira interdisciplinar para capacitar os tomadores de decisão no aprimoramento da formulação de políticas, estratégias de adaptação e mitigação para o enfrentamento dos desafios que afetam o litoral brasileiro, amplificados pelas mudanças no clima.

## Referências

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. **Plano Nacional de Adaptação às Mudanças do Clima (PNA)**. 2016.

BURCHART, H. F.; *et al.* *Innovative engineering solutions and best practices to mitigate coastal risk. Coastal risk management in a changing climate*. Butterworth-Heinemann, 2015. p. 55-170.

CABIOCH, B.; ROBERT, S. *Integrated beach management in large coastal cities. Ocean & Coastal Management*. v. 217, p. 01-11, fev. 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.106019>

CHECON, H. H.; ESMAEILI, Y. S.; CORTE, G. N.; MALINCONICO, N.; TURRA, A. *Locally developed models improve the accuracy of remotely assessed metrics as a rapid tool to classify sandy*

beach morphodynamics. *PeerJ*, p. 01-26, mai. 2022. Disponível em: <http://doi.org/10.7717/peerj.13413>

COMPASS. *Scientific Consensus Statement on Marine Ecosystem-based Management. Prepared by Scientist and Policy Experts to Provide Information about Coasts and Oceans to U.S. Policy-makers*. 21 March, 2005.

DEFEO, O.; et al. *Threats to sandy beach ecosystems: a review*. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 81, n. 1, p. 1-12, 2009. Doi: 10.1016/j.ecss.2008.09.022

DE MATOS, M. D. F. A.; AMARO, V. E.; SCUDELARI, A. C.; ROSADO, S. B. Estimativas das alterações de longo prazo na linha de praia do Litoral Oriental do Rio Grande do Norte, Nordeste do Brasil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 23, n.1, p. 1027-1053, 2022.

DÍAZ, S.; et al. *Summary for Policymakers of the Global Assessment Report on Biodiversity and Ecosystem Services of the Intergovernmental Science-policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services*. *Secretariat of the Intergovernmental Science-Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services, Bonn, Germany*, 2019.

DUARTE, T. R. O painel brasileiro de mudanças climáticas na interface entre ciência e políticas públicas: identidades, geopolítica e concepções epistemológicas. *Sociologias*, v. 21, p. 76-101, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/15174522-0215103>

FERNANDINO, G.; ELLIFF, C. I.; SILVA, I. R. *Ecosystem-based management of coastal zones in face of climate change impacts: Challenges and inequalities*. *Journal of environmental management*, v. 215, p. 32-39, 2018.

GERMANI, Y. F.; DE FIGUEIREDO, S. A.; CALLIARI, L. J.; TAGLIANI, C. R. A. Vulnerabilidade costeira e perda de ambientes devido à elevação do nível do mar no litoral sul do Rio Grande do Sul. *Revista de Gestão Costeira Integrada - Journal of Integrated Coastal Zone Management*, v. 15, n. 1, p. 121-131, 2015. Disponível em: <https://www.aprh.pt/rgci/rgci540.html>.

HANLEY, M. E.; et al. *Shifting sands? Coastal protection by sand banks, beaches and dunes*. *Coastal Engineering*, v. 87, p. 136-146, 2014.

HARRIS, L. R.; DEFEO, O. *Sandy shore ecosystem services, ecological infrastructure, and bundles: New insights and perspectives*. *Ecosystem Services*, v. 57, p. 1-12, 2022. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2212041622000730>

IACOB, O.; ROWAN, J. S.; BROWN, I.; ELLIS, C. *Evaluating wider benefits of natural flood management strategies: an ecosystem-based adaptation perspective*. *Hydrology Research*, v. 45, n. 6, p. 774-787, dez. 2014.

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. IPCC. *Climate Change 2021. The Physical Science Basis. Summary for Policymakers*. 2021. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_WGI\\_SPM\\_final.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/wg1/downloads/report/IPCC_AR6_WGI_SPM_final.pdf)

INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. IPCC. *Global Warming of 1.5°C. An IPCC special report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change, sustainable development, and efforts to eradicate poverty*. 2019. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2022/06/SR15\\_Full\\_Report\\_HR.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2022/06/SR15_Full_Report_HR.pdf)

IPCC. *Climate Change 2023. Synthesis Report*. 2023. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC\\_AR6\\_SYR\\_FullVolume.pdf](https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_FullVolume.pdf)

- JOHNSTON, R. J.; MAKRIYANNIS, C.; WHELCHER, A. W. *Using ecosystem service values to evaluate tradeoffs in coastal hazard adaptation. Coastal Management*, v. 46, n. 4, p. 259-277, 2018.
- KLINGELHÖFER, D.; MÜLLER, R., BRAUN, M. *et al. Climate change: Does international research fulfill global demands and necessities? Environ Sci Eur*, v. 32, p.137, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s12302-020-00419-1>
- KULP, S.A.; STRAUSS, B.H. *New elevation data triple estimates of global vulnerability to sea-level rise and coastal flooding. Nat Commun* v. 10, p. 4844, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1038/s41467-019-12808-z>
- LONG, R. D.; CHARLES, A.; STEPHENSON, R. L. *Key principles of ecosystem-based management: the fishermen's perspective. Fish and Fisheries*, v.18, n. 2, p. 244-253, 2017.
- MCLACHLAN, A.; DEFEO, O. *Where will the children play? A personal perspective on sandy beaches. Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.108186>
- MENTASCHI, L.; *et al. Global long-term observations of coastal erosion and accretion. Scientific reports*, v. 8, n. 1, 2018.
- MERLOTTO, A.; VERÓN, E. M.; BÉRTOLA, G. R. *Servicios ecosistémicos de regulación en playas del partido de General Alvarado, Buenos Aires, Argentina. Revista de Geografía Norte Grande*, n. 73, p. 113-131, 2019.
- MYERS, M. R.; BARNARD, P. L.; BEIGHLEY, E.; CAYAN, D. R.; DUGAN, J. E.; FENG, D.; PAGE, H. M. *A multidisciplinary coastal vulnerability assessment for local government focused on ecosystems, Santa Barbara area, California. Ocean & Coastal Management*, 182, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104921>
- OLIVEIRA, M. R. L. D.; NICOLODI, J. L. *A Gestão Costeira no Brasil e os dez anos do Projeto Orla: Uma análise sob a ótica do poder público, Revista da Gestão Costeira Integrada*, 2012.
- POWELL, E. J.; *et al. A review of coastal management approaches to support the integration of ecological and human community planning for climate change. Journal of coastal conservation*, v. 23, n. 1, p. 1-18, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11852-018-0632-y>
- RABELO, M. S. **A cegueira do óbvio: a importância dos serviços ecossistêmicos na mensuração do bem-estar**. Tese (Doutorado). Universidade Federal do Ceará. Fortaleza, 2014.
- CORRÊA, M. R.; XAVIER, L. Y.; HOLZKÄMPER, E.; ANDRADE, M. M. D.; TURRA, A.; GLASER, M. *Shifting Shores and Shoring Shifts—How Can Beach Managers Lead Transformative Change? A Study on Challenges and Opportunities for Ecosystem-Based Management. Human Ecology Review*, 2021. Disponível em: [https://pressfiles.anu.edu.au/downloads/press/n8844/pdf/04\\_correa\\_et\\_al.pdf](https://pressfiles.anu.edu.au/downloads/press/n8844/pdf/04_correa_et_al.pdf).
- SARDÁ, R.; VALLS, J. F.; PINTÓ, J.; ARIZA, E.; LOZOYA, J. P.; FRAGUELL, R. M.; JIMENEZ, J. A. *Towards a new integrated beach management system: the ecosystem-based management system for beaches. Ocean & Coastal Management*, 118, 167-177, 2015.
- SOARES, M. O.; CAMPOS, C. C.; CARNEIRO, P. B. M.; BARROSO, H. S.; MARINS, R. V.; TEIXEIRA, C. E. P.; GARCIA, T. M. *Challenges and perspectives for the Brazilian semi-arid coast under global environmental changes. Perspectives in Ecology and Conservation*, v. 19, n. 3, p. 267-278, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.06.001>.

UNITED NATIONS ENVIRONMENT PROGRAMME. UNEP. ***Ecosystem-based management: Markers for assessing progress***, 2006. Disponível em:

[https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/12470/ecosystem based management.pdf?sequence=1&amp%3BisAllowed=](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/12470/ecosystem_based_management.pdf?sequence=1&amp%3BisAllowed=) .

XAVIER, L. Y.; *et al.* *Are we missing the bigger picture? an analysis of how science can contribute to an ecosystem-based approach for beach management on the São Paulo macrometropolis.* **Ambiente & Sociedade**, v. 23, 2020. Disponível em:

<https://www.scielo.br/j/asoc/a/TmgzWjzmNvVR9RPdnHZ4PCc/?lang=em>