



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ**  
**PRÓ-REITORIA DE PESQUISA E PÓS-GRADUAÇÃO**  
**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM DESENVOLVIMENTO E MEIO**  
**AMBIENTE**

**LARISSA PLUTARCO FREITAS**

**VAI DAR PRAIA! ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM PARA A**  
**SUSTENTABILIDADE COSTEIRA. ESTUDO DE CASO: CAPONGA DO PEIXE**

**FORTALEZA**

**2024**

LARISSA PLUTARCO FREITAS

VAI DAR PRAIA! ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM PARA A  
SUSTENTABILIDADE COSTEIRA. ESTUDO DE CASO: CAPONGA DO PEIXE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção de título de Doutora em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Jeovah Andrade de Meireles

FORTALEZA

2024

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Universidade Federal do Ceará  
Sistema de Bibliotecas

Gerada automaticamente pelo módulo Catalog, mediante os dados fornecidos pelo(a) autor(a)

---

- F936v Freitas, Larissa Plutarco.  
Vai dar praia! Análise integrada da paisagem para a sustentabilidade costeira. Estudo de caso :  
Caponga do peixe / Larissa Plutarco Freitas. – 2024.  
85 f. : il. color.
- Tese (doutorado) – Universidade Federal do Ceará, Centro de Ciências, Programa de Pós-Graduação em  
Desenvolvimento e Meio Ambiente, Fortaleza, 2024.  
Orientação: Prof. Dr. Antônio Jeovah de Andrade Meireles .
- I. Praias arenosas. 2. Serviços ecossistêmicos. 3. Gestão costeira. I. Título.

CDD 333.7

---

LARISSA PLUTARCO FREITAS

VAI DAR PRAIA! ANÁLISE INTEGRADA DA PAISAGEM PARA A  
SUSTENTABILIDADE COSTEIRA. ESTUDO DE CASO: CAPONGA DO PEIXE

Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção de título de Doutor em Desenvolvimento e Meio Ambiente.

Orientador: Prof. Dr. Antônio Jeovah de Andrade Meireles

Aprovada em: 28 / 05 / 2024

BANCA EXAMINADORA

---

Prof. Dr. Antônio Jeovah de Andrade Meireles (Orientador)  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Carlossandro Carvalho de Albuquerque  
Universidade do Estado do Amazonas (UEA)

---

Prof. Dr. Edson Vicente da Silva  
Universidade Federal do Ceará (UFC)

---

Prof. Dr. Eduardo Lacerda Barros  
Universidade Federal do Ceará (UECE)

---

Prof. Dr. Wallason Farias de Souza  
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

## AGRADECIMENTOS

À Deus, luz que transborda em meu coração e me guia.

Aos meus pais, minha irmã, cunhado e meu afilhado Ravi, sou imensamente grata pelo incentivo diário a alcançar meus objetivos e por me proporcionarem tantos momentos de felicidade genuína.

Ao meu filho Noah que, mesmo ainda pequeno me ensina tanto sobre resiliência e coragem; pilares fundamentais para que eu persista nos momentos mais desafiadores da vida. Noah é minha “bateria” e sua existência é meu “combustível”. O amor mais do que as palavras podem expressar. Ao meu esposo Wilson, sua parceria foi âncora que me manteve firme nos momentos de incerteza para que esse ciclo fosse enfim concluído. Seus gestos de amor, apoio e seu bom humor foram meu conforto nos momentos de desânimo.

Ao meu orientador, Jeovah Meireles, pela orientação sempre com palavras positivas, que tornaram o caminho mais suave especialmente nessa reta final. Agradeço também aos membros da banca examinadora por dedicarem seu tempo e expertise na avaliação deste trabalho. Suas contribuições e questionamentos são valiosos para o meu crescimento acadêmico.

Aos meus colegas de universidade, agradeço especialmente à Andreia Nikokavouras pela troca de ideias ao longo desses anos. Sempre uma alegria em compartilharmos cada etapa vencida. Ao Regimário, colega querido do LABOMAR, sou grata pelo apoio desde o mestrado. Agradeço também à Mariana Aquino, fundamental nessa reta final por compartilhar seu conhecimento comigo e por cada palavra de motivação. À todas as pessoas que contribuíram para a conclusão dessa jornada.

O presente trabalho foi realizado com apoio da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior – Brasil (CAPES)- Código de Financiamento 001.

## RESUMO

A sustentabilidade e conservação de praias é a principal motivação para o caráter investigativo desta pesquisa. As praias possuem diversos atrativos para o desenvolvimento das comunidades. São ecossistemas de interesse não somente por sua beleza cênica. Estruturado em três artigos, a tese adota uma perspectiva multidisciplinar para explorar tanto os benefícios providos pelas praias, que vão além de sua estética, englobando a promoção da biodiversidade, a proteção contra eventos climáticos adversos e a melhoria do bem-estar humano. A pesquisa destaca a urgência de políticas públicas e práticas de manejo costeiro que sejam não apenas eficazes, mas também sustentáveis. Ademais, ressalta-se a importância de avaliar as transformações e impactos ambientais como estratégia de mitigação e adaptação a mudanças adversas. Como núcleo empírico do trabalho, a Praia da Caponga do Peixe, situada no município de Cascavel, no litoral do Ceará, Brasil, é utilizada como um estudo de caso. A tese investiga sinais de vulnerabilidade costeira através de uma análise geossistêmica, fornecendo *insights* para o desenvolvimento de estratégias sustentáveis no âmbito municipal. Esse estudo possibilita a compreensão das perspectivas e dos desafios na implementação de práticas que integram a promoção da sustentabilidade na praia.

**Palavras-chave:** praias arenosas; serviços ecossistêmicos; gestão costeira.

## ABSTRACT

The sustainability and conservation of beaches is the main motivation for the investigative nature of this research. Beaches have several attractions for the development of communities. They are ecosystems of interest not only for their scenic beauty. Structured into three articles, the thesis adopts a multidisciplinary perspective to explore both the ecological and socioeconomic benefits provided by beaches, which go beyond their aesthetics, encompassing the promotion of biodiversity, protection against adverse weather events and improved well-being human. The research highlights the urgency of public policies and coastal management practices that are not only effective, but also sustainable. Furthermore, the importance of evaluating environmental transformations and impacts as a strategy for mitigating and adapting to adverse changes is highlighted. As the empirical nucleus of the work, Praia da Caponga, located on the coast of Ceará, Brazil, is used as a case study. This investigation of signs of vulnerability across borders through a geosystemic analysis provided insights for the development of sustainable strategies at the municipal level. This study makes it possible to understand the perspectives and challenges in implementing practices that integrate the promotion of sustainability on the beach.

**Keywords:** sandy beaches; ecosystem services; coastal management.

## LIS.TA DE FIGURAS

Figura 1	- Fluxograma da estrutura da tese.....	15
Figura 2	- Classificação dos serviços ecossistêmicos segundo a Avaliação do Milenium.....	22
Figura 3	- Níveis hierárquicos da CICES.....	22
Figura 4	- Balanço sedimentar natural de um sistema praial.....	24
Figura 5	- Objetivos do Desenvolvimento Sustentável.....	30
Figura 6	- Variáveis que influenciam o risco.....	33
Figura 7	- Estratégias de adaptação costeira.....	36
Figura 8	- Marcos da gestão costeira brasileira. ....	41
Figura 9	- Informações sobre o projeto CoastSnap. ....	47
Figura 10	- Fluxo de processamento para obtenção dos resultados das imagens capturadas pelo CoastSnap. ....	48
Figura 11	- Imagens de estruturas para conter a erosão na praia da Caponga. ....	63
Figura 12	- Imagens de práticas esportivas na praia da Caponga.....	64
Figura 13	- Mosaico de atividades presentes na 15ª edição do Festival da Sardinha..	65
Figura 14	- Imagens da representação dos serviços de regulação. ....	69
Figura 15	- Imagens da representação dos serviços de provisão.....	70
Figura 16	- Imagens da beleza cênica da praia da Caponga. ....	71

## LISTA DE GRÁFICOS

Gráfico 1	- Serviços ecossistêmicos de costas arenosas e não arenosas.....	26
-----------	--	----

## LISTA DE MAPAS

Mapa 1	- Localização geográfica da área de estudo.....	55
Mapa 2	- Unidades da paisagem da Caponga em 1984.....	59
Mapa 3	- Unidades da paisagem da Caponga em 2023.....	60

## LISTA DE QUADROS

Quadro 1	- Definições de serviços ecossistêmicos.....	19
Quadro 2	- Classificação dos Serviços Ecossistêmicos de acordo com as diferentes fontes.....	20
Quadro 3	- Quadro síntese das principais conquistas das COPs.....	29
Quadro 4	- Informações de geoprocessamento.....	58
Quadro 5	- Informações sobre as unidades da paisagem.....	67

## SUMÁRIO

<b>1</b>	<b>APRESENTAÇÃO.....</b>	<b>11</b>
<b>1.1</b>	<b>Objetivo geral.....</b>	<b>13</b>
<b>1.1.2</b>	<b><i>Objetivos específicos.....</i></b>	<b>13</b>
<b>1.2</b>	<b>Estrutura da tese.....</b>	<b>14</b>
<b>2</b>	<b>ALÉM DA BELEZA: UMA ANÁLISE ECOSSISTÊMICA DAS PRAIAS ARENOSAS.....</b>	<b>16</b>
<b>2.1</b>	<b>Contexto.....</b>	<b>17</b>
<b>2.2</b>	<b>Conceitos e classificações dos serviços ecossistêmicos.....</b>	<b>18</b>
<b>2.3</b>	<b>O papel vital das praias na prestação de serviços.....</b>	<b>23</b>
<b>2.4</b>	<b>Tendências de adaptação costeira com abordagem ecossistêmica em um contexto de mudanças climáticas.....</b>	<b>27</b>
<b>2.5</b>	<b>Conclusão.....</b>	<b>37</b>
<b>3</b>	<b>GESTÃO BASEADA EM ECOSSISTEMA: OS DESAFIOS E TENDÊNCIAS PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DE PRAIAS BRASILEIRAS.....</b>	<b>38</b>
<b>3.1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>39</b>
<b>3.2</b>	<b>Desenvolvimento da Gestão de praias no Brasil.....</b>	<b>40</b>
<b>3.3</b>	<b>Panorama da gestão baseada em ecossistemas.....</b>	<b>43</b>
<b>3.4</b>	<b>Ceará fora da caixa? .....</b>	<b>46</b>
<b>3.5</b>	<b>Conclusão.....</b>	<b>49</b>
<b>4</b>	<b>ANÁLISE DA PAISAGEM COSTEIRA COMO SUBSÍDEO PARA A GESTÃO BASEADA EM ECOSSISTEMAS. ESTUDO DE CASO: PRAIA DA CAPONGA.....</b>	<b>51</b>
<b>4.1</b>	<b>Introdução.....</b>	<b>52</b>
<b>4.2</b>	<b>Localização da área de estudo e suas características físicas.....</b>	<b>54</b>
<b>4.3</b>	<b>Metodologia.....</b>	<b>56</b>
<b>4.4</b>	<b>Resultado e discussão.....</b>	<b>58</b>
<b>4.5</b>	<b>Conclusão.....</b>	<b>74</b>
<b>5</b>	<b>SÍNTESE INTEGRADORA.....</b>	<b>74</b>
<b>6</b>	<b>CONCLUSÃO.....</b>	<b>75</b>
	<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>76</b>

## 1 APRESENTAÇÃO

O desequilíbrio entre as condições naturais e ações humanas faz parte da sociedade contemporânea e seus efeitos podem ser expressos através das pandemias, como a recente de COVID 19 no ano de 2020; dos desastres ambientais, como os graves incêndios florestais nas florestas boreais do Canadá em 2023 (Wang *et al.*, 2024), da contaminação da biota marinha por microplásticos (Lagunov; Abdurakhimov, 2021); das enchentes que devastaram o sul do Brasil em 2024 ; e dos processos erosivos muito intensos e frequentes na zona costeira como discutido por Muehe no livro “Panorama da Erosão Costeira no Brasil” (2018), dentre outras inúmeras situações críticas em escala local e regional.

O ambiente costeiro apresenta diversos atrativos para a população humana. É uma região dinâmica que é constantemente moldada através da interação entre agentes naturais e antrópicos. De acordo com o Censo 2022 do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) 111.277.361 pessoas moravam em setores censitários localizados a uma distância máxima de 150 quilômetros do litoral, o que corresponde a 54,8% da população do Brasil. A região nordeste, composta por 9 estados, corresponde a quase 45% da linha de costa nacional e 32% da sua população reside na zona costeira (MCTI, 2020).

A crescente pressão humana sobre o litoral, sobreposta às condições naturais de vulnerabilidade das áreas costeiras, tem levado a uma série de transformações significativas na paisagem. Essas mudanças não são somente de caráter visual. Fluxos ecológicos estão inseridos na paisagem (Chen *et al.*, 2022). Logo, qualquer alteração na paisagem costeira pode ter impactos nos ecossistemas locais, na biodiversidade marinha e terrestre, e nos serviços ecossistêmicos que essas áreas fornecem; e, conseqüentemente na qualidade de vida humana. Os serviços ecossistêmicos costeiros são cada vez mais prejudicados pelas atividades humanas, incluindo a pesca, aquicultura, transporte marítimo, extração de recursos naturais, desenvolvimento costeiro insustentável e poluição (ONU, 2021).

Além das conseqüências oriundas do rápido e mal planejado desenvolvimento urbano, os efeitos das mudanças climáticas cada vez mais intensos e mais frequentes amplificam a degradação aumentando as perdas ambientais e os prejuízos socioeconômicos. O IPCC (*Intergovernmental Panel on Climate Change*) em seu Quinto Relatório (AR5) apresenta projeções considerando cenários que combinam ações de adaptação e mitigação, de forma que se possa avaliar como as ações atuais podem alterar as condições climáticas futuras.

Apesar de essas ações amenizarem as projeções para alguns cenários, estima-se que a temperatura atmosférica média do globo ainda assim aumente em 2100, o que levaria, dentre

outras alterações, ao aumento da temperatura atmosférica e oceânica (IPCC, 2013). Dessa forma, efeitos como derretimento das calotas polares, acidificação dos oceanos e aumento do nível médio do mar, que têm consequências diretas nas zonas costeiras de todo o globo, serão cada vez maiores caso ações de mitigação e políticas climáticas não alcancem suas metas (IPCC, 2022).

A maior parte das áreas costeiras do mundo são de praias arenosas; compreendidas por uma faixa litorânea que se estende desde a linha da costa até o limite extremo de correntes originadas pela ação das ondas e são consideradas áreas importantes de crescimento para várias espécies (Mclachlan *et al.*, 1981).

As praias são ecossistemas dinâmicos e altamente produtivos que desempenham um papel crucial na sustentabilidade e resiliência dos ambientes costeiros. Nesse contexto, o equilíbrio desses sistemas são primordiais para o desenvolvimento das comunidades. Os serviços ecossistêmicos das praias abrangem a proteção da costa contra a erosão, a regulação do clima local, a sustentação da biodiversidade, a provisão de recursos naturais e a promoção do bem-estar humano (Cices, 2010). A capacidade das praias de fornecer esses serviços está diretamente relacionada à sua saúde e integridade ecológica.

Para alcançar a gestão costeira sustentável, é fundamental implementar políticas e práticas que promovam a conservação e a restauração desses ecossistemas, como: a proteção das áreas costeiras contra a erosão, a regulação do uso da terra para evitar a retirada excessiva de areia e a proteção da vegetação das dunas, que desempenha um papel crucial na estabilização das praias. É necessário também incluir os efeitos da emergência climática, como o aumento do nível do mar e a intensificação de tempestades, que podem acelerar os processos de erosão costeira, tão comum no litoral brasileiro.

Ao considerar que a gestão costeira sustentável requer uma abordagem holística que considere as interações complexas entre os diferentes elementos que envolvem sociedade-natureza, torna-se claro a importância da preservação de paisagens naturais, que além de contribuir para a proteção da biodiversidade, possuem uma gama de benefícios que sustentam a sobrevivência e qualidade de vida das comunidades.

Dessa forma, o cenário atual mostra a urgência de uma abordagem integrada para uma compreensão mais profunda das potencialidades e limitações de cada área para identificar as oportunidades de fortalecimento e de resiliência.

Diante da relevância temática para um país populoso como o Brasil e que apresenta uma dimensão continental, os desafios são ainda maiores se considerarmos a desigualdade

socioeconômica, falta de acesso a serviços básicos, falta de integração de informações entre as regiões, dentre outras questões.

O Estado do Ceará vem apresentando grandes avanços em práticas e políticas públicas direcionadas à proteção do litoral. Porém ainda se faz necessário abordagens municipais que evidenciem de forma efetiva a importância da preservação do ambiente costeiro para o desenvolvimento sustentável eficaz.

A pesquisa traz, em formatos de artigos, um arcabouço teórico sobre serviços ecossistêmicos, um levantamento de marcos e tendências na gestão costeira do Brasil e um estudo de caso que destaca a vulnerabilidade no município de Cascavel, litoral leste do Ceará, especificamente o trecho costeiro que corresponde a praia da Caponga do Peixe. Essa tese parte da premissa que essa região passou por um crescente desenvolvimento urbano nas últimas décadas; e a degradação costeira representa um desafio para a praia, trazendo não apenas danos imediatos à paisagem com perdas de áreas naturais pela ocupação urbana, mas também um potencial de reduzir os serviços ecossistêmicos, agindo como um obstáculo à sustentabilidade local. Para entender melhor as transformações ambientais da área, através de um rico levantamento bibliográfico, uso de dados oficiais, tecnologias de geoprocessamento e observações de campo, foi possível aportar reflexões sobre as transformações que ocorreram na região nas últimas décadas e identificar as possibilidades de práticas que fomentem a sustentabilidade da praia da Caponga do Peixe.

## **1.1 Objetivo geral**

Elaborar uma análise sobre a importância de conservação do ecossistema praias como uma estratégia efetiva na gestão costeira com um estudo de caso na praia da Caponga.

### **1.1.2 Objetivos específicos**

- Elaborar um levantamento conceitual sobre serviços ecossistêmicos e apresentar um panorama das tendências sobre a temática.
- Apresentar uma análise do desenvolvimento das políticas ambientais com foco no ambiente costeiro e identificar os possíveis *gaps* de uma gestão baseada em ecossistemas.

- Investigar o processo evolutivo de uso e ocupação da praia da Caponga por meio da análise de transformações nas unidades da paisagem e identificar os serviços ecossistêmicos presentes na praia.

## 1.2 Estrutura da tese

Esta tese é estruturada em uma tríade de artigos, cada qual fundamentado e voltado para o escopo de fornecer embasamentos relativos à sustentabilidade costeira. Embora os artigos se apresentem como entidades distintas em termos de conteúdo e enfoque, eles se entrelaçam sinergicamente, contribuindo para uma visão integrada da gestão sustentável das zonas costeiras. A interdependência temática reflete a complexidade dos sistemas praias e a necessidade de abordagens multifacetadas para entender e abordar as questões inerentes à conservação costeira.

O primeiro artigo explora os fundamentos conceituais e as principais abordagens existentes sobre serviços ecossistêmicos em praias arenosas, com o objetivo de reforçar a importância funcional do ambiente costeiro, destacando sua relevância para a biodiversidade, a proteção do litoral, a economia e a qualidade de vida das comunidades locais. Essa pesquisa inicial pode ser considerada um arcabouço teórico impulsionador da preservação de praias arenosas.

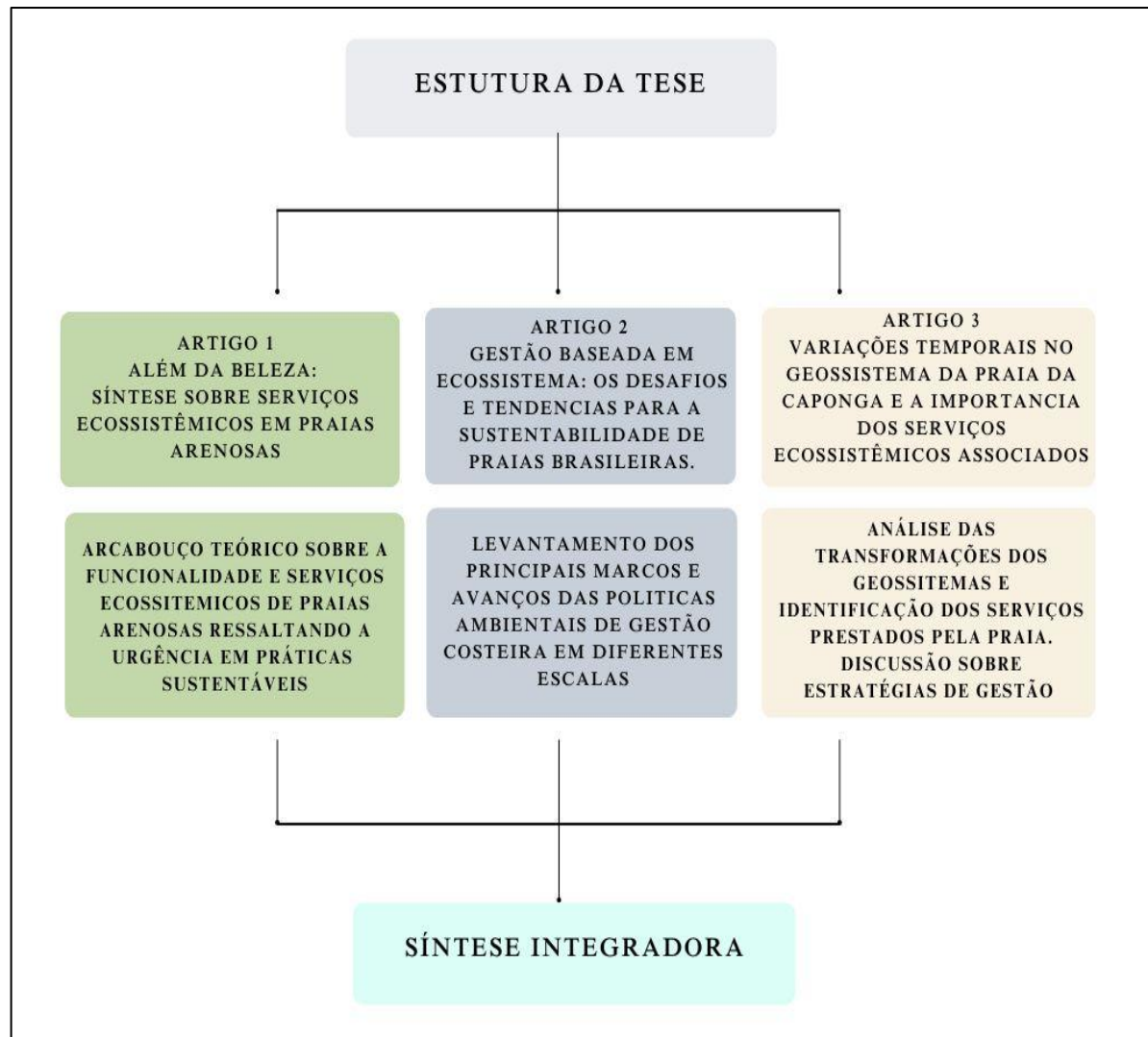
O segundo artigo aborda um levantamento sobre políticas ambientais e o processo de evolução para o desenvolvimento da nova abordagem ecossistêmica nas práticas de gestão. O artigo destaca os avanços e as oportunidades para aprimorar a integração dos serviços ecossistêmicos nas políticas ambientais.

O terceiro artigo propõe uma análise evolutiva do município de Cascavel referente ao trecho da praia da Caponga. Nesse artigo, através de uma análise temporal, são destacadas as transformações das unidades da paisagem e é elaborada uma correlação com os serviços ecossistêmicos identificados prestados por estes ambientes. Embasados nos artigos anteriores, são propostas medidas práticas para a conservação e gestão sustentável da praia da Caponga, visando garantir sua integridade e funcionalidade a longo prazo.

Por fim, é feita uma síntese integradora entre os artigos.

O fluxograma abaixo ilustra a estrutura e a progressão lógica da tese, destacando a interconexão entre os diferentes artigos.

Figura 1- Fluxograma da estrutura da tese



Fonte: Elaborado pela autora.

## 2 ALÉM DA BELEZA: UMA ANÁLISE ECOSISTÊMICA DAS PRAIAS ARENOSAS.

### 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. A compreensão da relevância social, cultural, ambiental e econômica dessa região para a população humana é imprescindível para um eficiente planejamento e elaboração de estratégias que visem a conservação desses ecossistemas. Esse artigo é constituído por uma revisão literária sobre serviços ecossistêmicos com o objetivo de apresentar conceitos relacionados à funcionalidade de praias arenosas e levantar *insights* sobre uma nova perspectiva ecossistêmica e sustentável das praias. Dessa forma, possibilita a compreensão das praias quanto o seu papel crítico na manutenção da saúde ambiental e no fornecimento de recursos e benefícios para as comunidades humanas. Como resultado, é destacado a tendência de usos das feições do próprio ambiente praias como estratégias sustentáveis de gestão.

**Palavras-chave:** Praias arenosas; serviços ecossistêmicos, gestão costeira

### Abstract

The coastal zone, despite all the dynamism and resilience of the ecosystem, has a natural vulnerability that makes it a potentially impacted region, whether due to the disordered use and occupation of the environment or the adverse and extreme effects of the climate emergency. Understanding the social, cultural, environmental and economic relevances of this region for humanity is necessary for efficient planning and development of strategies aimed at conserving these ecosystems. This article consists of a literary review on ecosystem services with the aim of presenting concepts related to the functionality of sandy beaches and raising insights into a new vision of long-term sustainable ecosystem management. In this way, it allows the understanding of these ecosystems regarding their critical role in maintaining environmental health and providing resources and benefits for human communities. As a result, the tendency to use features of the beach environment as sustainable management strategies stands out.

**Keywords:** Sandy beaches; ecosystem services, coastal management.

## 2.1 Contexto

A zona costeira é repleta de atrativos e particularidades que a torna única; seja por seu dinamismo natural, biodiversidade, riqueza de recursos naturais, beleza paisagística, posição estratégica ou potencial energético. É constituída por diferentes ecossistemas; e dentre eles, a praia é o ambiente mais utilizado pela população humana, sendo considerada a “porta de entrada” para o mar (Schlacher *et al.*, 2007).

As praias arenosas, localizadas na interface dinâmica entre o continente e oceano, são conhecidas por suas paisagens deslumbrantes, tornando-se pontos de atração mundial devido ao trio encantador: sol, mar e areia (Defeo *et al.*, 2021). Existem muitas definições de praias baseadas nas feições físicas e na geomorfologia do ambiente (Wright; Short, 1984; Short, 1999). Contudo, as praias também podem ser compreendidas como sistemas socioecológicos que desempenham um papel fundamental nos ambientes costeiros, uma vez que apresentam múltiplas funções, como proteção costeira, lazer, identidade, economia e cultura (Sardá *et al.*, 2015; Botero *et al.*, 2018). De acordo com Harris; Defeo (2022), a pouca conscientização das praias arenosas enquanto ecossistemas implica em uma falha de conexão entre os serviços ecossistêmicos, seus bens e benefícios, e os elementos da cadeia ecológica subjacente.

Para Constanza (*et al.*, 2017), a compreensão sobre serviços ecossistêmicos resulta no reconhecimento de que o bem-estar e a sobrevivência dos seres humanos estão interligados com a natureza e que o *Homo sapiens* é uma parte intrínseca da biosfera atual. Portanto, compreender os serviços ecossistêmicos das praias além de ser uma questão ambiental, envolve também vetores econômicos, sociais e culturais. A gestão do ambiente costeiro requer uma abordagem transdisciplinar. E a combinação desses esforços é crucial para assegurar que as praias continuem a fornecer seus múltiplos benefícios para todas as formas de vida e para as futuras gerações. Segundo Schlacher *et al.* (2007), a gestão costeira deve gradualmente incluir os aspectos ecológicos das praias como forma de conservação de sua biodiversidade única e suas características.

As praias são naturalmente vulneráveis devido aos diferentes agentes que moldam a geomorfologia do litoral. Um exemplo dessas pressões é a exposição às forças do mar que provocam alterações que podem desestabilizar ou erodir a costa ao longo do tempo, levando à necessidade de adaptação contínua do ambiente costeiro (Jordan; Fröhle, 2022). Apesar da resiliência inerente à zona costeira, sua integridade está sob intensa pressão há décadas, oriunda das transformações causadas pelo desenvolvimento urbano.

Estima-se que a população mundial ultrapassou a marca de 8 bilhões de pessoas, o que induz a crescente demanda por recursos naturais. A rápida expansão das populações humanas tem causado enormes impactos nos ecossistemas globais, resultando na destruição acelerada de habitats e no consumo rápido de recursos naturais (Defeo *et al.*, 2009).

Defeo *et al.* (2021) destacam o desafio predominante da redução das praias, que é causada pela combinação de fatores como elevação do nível do mar, erosão e desenvolvimento costeiro. Além disso, os autores apontam para ameaças emergentes, incluindo proliferação de algas, poluição e distúrbios climáticos, que podem conduzir a situações de armadilhas e colapsos socioecológicos.

Apesar dos avanços de pesquisas sobre a função dos ecossistemas, a aplicação desse conhecimento para a gestão sustentável dos recursos ainda está em passos iniciais. Assim, esse artigo propõe uma revisão literária sobre serviços ecossistêmicos, buscando integrar uma perspectiva natureza-sociedade através de uma detalhada revisão bibliográfica, com o objetivo de fornecer *insights* que possam ser úteis em estudos de monitoramento, manejo, adaptação e gestão com foco na promoção da sustentabilidade das praias arenosas.

## **2.2 Conceitos e classificações dos serviços ecossistêmicos**

As primeiras percepções sobre os benefícios dos elementos da natureza surgiram na década de 70; contudo, foi no final da década de 90 que conceitos relacionados aos serviços ecossistêmicos (SEs) foram amplamente divulgados no campo da economia ecológica com a valorização das funções, bens e serviços dos ecossistemas (De Groot *et al.*, 2002).

As funções ecossistêmicas podem ser compreendidas como processos interativos entre os elementos estruturais, bióticos e abióticos, capazes de gerar serviços explicitamente definidos (Daily; Farley, 2004). A interação dessas diversas funções fornece benefícios direta ou indiretamente para o bem-estar humano (Costanza *et al.*, 1997). Daily (1997) sugere que os SEs são condições necessárias para a sustentação da vida humana através dos ecossistemas e das espécies que os compõe. Diversas outras definições surgiram na literatura ao longo das últimas décadas, conforme o quadro 1.

Quadro 1- Definições de serviços ecossistêmicos

Definições de Serviços Ecossistêmicos	Citação
"...os benefícios que as populações humanas obtêm, direta ou indiretamente, das funções ecossistêmicas."	Constanza <i>et al.</i> (1997)
"...as condições e processos através dos quais os ecossistemas naturais e as espécies que os compõem <u>sustentam e beneficiam a vida humana</u>	Daily (1997)
"... A capacidade de processos naturais e componentes fornecerem bens e serviços que satisfazem as <u>necessidades humanas, direta ou indiretamente.</u> "	de Groot <i>et al.</i> (2002)
"..o conjunto de funções ecossistêmicas que são úteis para os humanos."	Kremen (2005)
"...os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas."	MEA (2005)
"... componentes da natureza, diretamente desfrutados, consumidos ou usados para produzir o bem-estar humano	Boyd e Banzhaf (2007)
"...os aspectos dos ecossistemas utilizados (ativamente ou passivamente) para produzir o bem-estar humano.	Fisher <i>et al.</i> (2009)
"...uma gama de bens e serviços gerados por ecossistemas que são importantes para o bem-estar humano."	Nelson <i>et al.</i> (2009)
"...benefícios que os humanos reconhecem como obtidos de ecossistemas que suportam, direta ou indiretamente <u>sua sobrevivência.</u> "	Harrington <i>et al.</i> (2010)
"...um termo coletivo para os bens e serviços produzidos pelos ecossistemas que beneficiam a humanidade."	Jenkins <i>et al.</i> (2010)

Fonte: Traduzido e adaptado de Nahlik *et al.* (2012).

De Groot *et al.* (2002) ressaltam que é importante reconhecer que a relação entre processos ecossistêmicos e os serviços que eles proporcionam nem sempre é direta, pois um único serviço ecossistêmico pode resultar da interação de múltiplos processos; e um processo específico pode contribuir para vários serviços diferentes. Berry *et al.* (2016) descrevem essa multifuncionalidade dos ecossistemas como sua capacidade inerente de realizar várias funções ao mesmo tempo, que podem produzir tanto um serviço ecossistêmico único e específico quanto uma variedade de serviços combinados, conhecidos como "*bundles*". Um exemplo disso é que nas costas arenosas as praias fornecem habitat para uma variedade de organismos, como aves e crustáceos contribuindo para a biodiversidade local e desempenham um papel crucial na proteção da costa contra a erosão causada pelas ondas do mar, contribuindo na regulação da dinâmica costeira.

Constanza *et al.* (1993) afirmam que o comportamento do sistema possui uma dinâmica não linear nos processos, o que indica que mesmo com uma boa capacidade e resiliência, se torna sensível às mudanças. Além disso, segundo Perschke (2022), os serviços ecossistêmicos derivam da infraestrutura ecológica subjacente, que são definidas como sistemas naturais ecológicos ou redes de sistemas ecológicos que oferecem diversos serviços aos seres humanos e promovem a persistência da biodiversidade. Fisher *et al.* (2009) destacam a importância de compreender e relacionar os comportamentos e as características dos sistemas ecológicos, uma vez que a partir da identificação de algumas dessas características, juntamente com o contexto de decisão ou as motivações para a mobilização dos serviços ecossistêmicos, será possível desenvolver um sistema de classificação adequado para sua utilização.

Os conceitos mais amplamente difundidos de serviços ecossistêmicos forneciam ainda assim interpretações vagas. Tornou-se necessário a criação de uma categorização que facilitasse a compreensão e valorização desses serviços.

De acordo com um estudo divulgado pelo PNUMA (Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente), identificam-se três sistemas internacionais para categorizar serviços ecossistêmicos conforme o Quadro 2: a *Millenium Ecosystem Assessment* – MEA; o *The Economics of Ecosystems and Biodiversity* – TEEB e o *Common International Classification of Ecosystem Services* – CICES.

Quadro 2 - Classificação dos Serviços Ecossistêmicos de acordo com as diferentes fontes.

Classificação	Fonte		
	MEA	TEEB	CICES
Categorias	Provisão	Provisão	Provisão
	Regulação	Regulação	Regulação e manutenção
	Culturais	Culturais e amenidades	Culturais
	Suporte	Habitats	-

Fonte: Elaboração própria.

Entre 2001 e 2005, com o apoio das Nações Unidas, foi elaborada o MEA, o primeiro programa global de pesquisas com o intuito de avaliar as mudanças nos ecossistemas sobre o bem-estar humano, e estabelecer uma base científica que fundamentasse as ações necessárias para assegurar a conservação e uso sustentável dos ecossistemas. Segundo MEA (2005), esses serviços são categorizados em quatro grupos, conforme a figura 2, que se

caracterizam na capacidade dos ecossistemas fornecerem recursos naturais que possibilitam a manutenção dos seres vivos.

TEEB opta por não incluir os serviços de suporte encontrados na classificação do MEA e introduz a categoria de serviços de habitat, enfatizando o papel vital dos ecossistemas em fornecer lares para diversas espécies e na conservação da diversidade genética. Esse sistema analisa também tanto os benefícios econômicos da biodiversidade, quanto os custos advindos da sua perda e degradação.

Em 2009 foi elaborado o CICES, um sistema de classificação internacional para os SE, através da Agência Ambiental Europeia (EEA), que propôs estabelecer um sistema padronizado de classificação de serviços ecossistêmicos, o que torna os métodos e avaliações reproduzíveis e comparáveis. A classificação CICES tomou como ponto de partida a tipologia sugerida pela Avaliação Ecosistêmica do Milênio de 2005 da qual, com a exceção da categoria serviços de suporte, considerou, em seus níveis mais elevados, as outras três categorias de serviços: provisão, regulação e cultural.

A estrutura metodológica da CICES, através de níveis hierárquicos (Figura 2), possibilita a identificação do SE em diferentes escalas, dividir os serviços que são em benefício do homem daqueles que são reguladores do próprio ecossistema.

Figura 2 - Classificação dos serviços ecossistêmicos segundo a Avaliação do Milênio

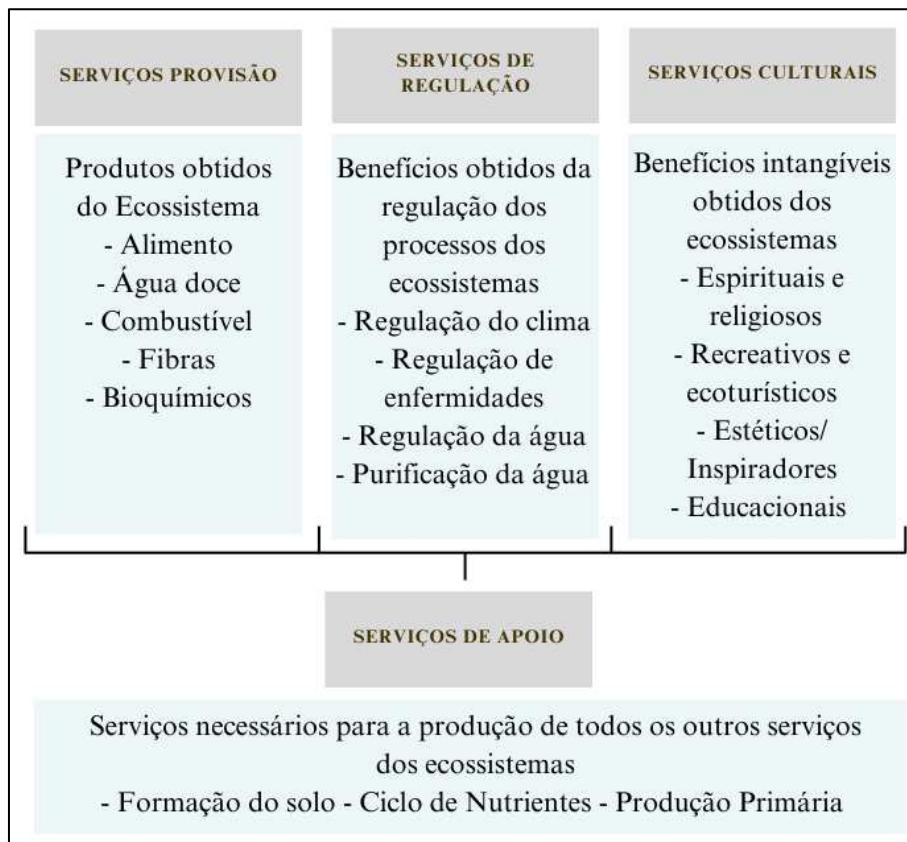
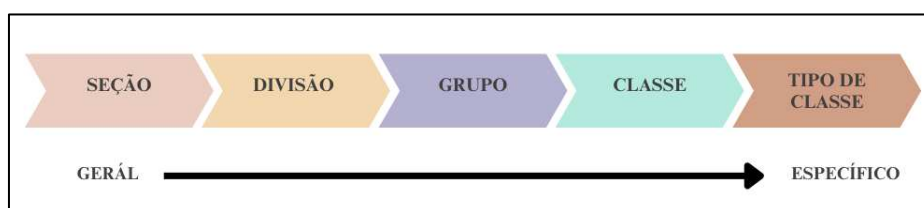


Figura 3 - Níveis hierárquicos da CICES



Fonte: Adaptado de Haines-Young, Potschin (2013).

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.

Com relação à valoração dos serviços ecossistêmicos, o *World Resources Institute* - WRI, propôs metodologias e iniciativas em conjunto com o setor privado, tratando dos riscos e oportunidades atrelados aos serviços ecossistêmicos (WRI, 2012). Foram publicados dois guias de metodologias de análises dos serviços ecossistêmicos, o primeiro direcionado aos tomadores de decisão (WRI, 2008) e o segundo para inclusão dos serviços ecossistêmicos nas avaliações de impacto (WRI, 2011; WRI, 2013).

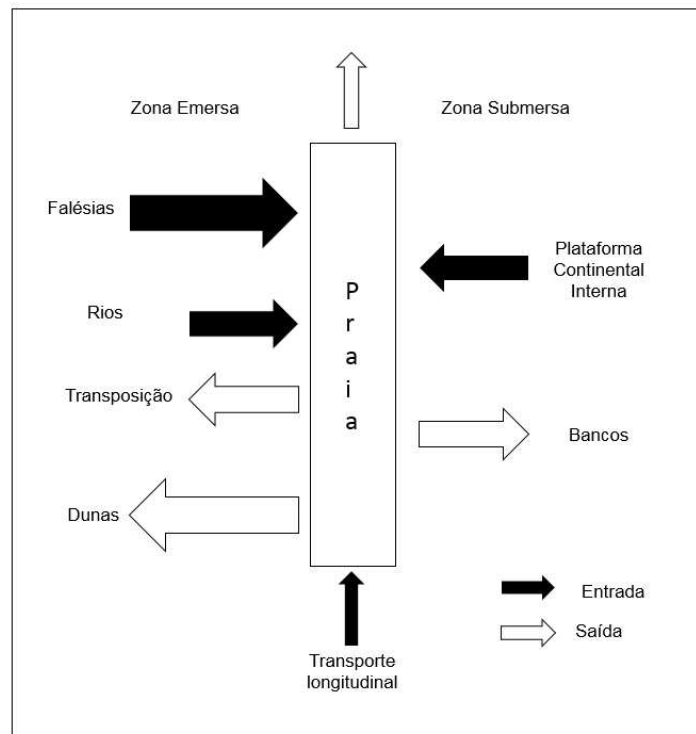
No Brasil, existe a “Plataforma Brasileira de Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos – (BPBES, sigla em inglês). De acordo com o grupo, mais recentemente o conceito “Contribuições da Natureza para as Pessoas” passou a substituir o termo “Serviço Ecossistêmico”, por se considerado mais inclusivo; o que reflete um enriquecimento conceitual e avanço no pensamento interdisciplinar, incorporando significativamente as perspectivas das ciências sociais e os saberes indígenas e tradicionais. A adoção do conceito de Contribuições da Natureza para as Pessoas pela IPBES, um organismo da ONU dedicado à Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, marca um passo significativo para a integração multidisciplinar nas avaliações ambientais.

### **2.3 O papel vital das praias na prestação de serviços**

As costas arenosas são formadas por uma sequência de três ecossistemas interligados: dunas frontais (que consistem em elevações e areias que são dinamicamente moldadas pela ação do vento, estendendo-se da vegetação até a base das dunas; a praia (caracterizada como a área desprovida de vegetação que se localiza entre a base da duna e o limite da maré alta); e a zona de arrebentação (definida pelo ponto onde as ondas quebram e dissipam energia) (Defeo; Harris, 2022).

O sistema praial e seus sistemas subjacentes apresentam entradas e saídas de energia e matéria que são controladas por diferentes agentes ambientais como o vento, ação das ondas e marés e correntes litorâneas (Figura 4)

Figura 4 - Balanço sedimentar natural de um sistema praiial



Fonte: Muehe (2013)

Caso esses fluxos sejam interferidos, potencialmente são desencadeadas consequências em cadeia, com possíveis impactos nos ecossistemas, como por exemplo: assoreamento de rios, erosão costeira, fixação ou mobilização de dunas, entre outros, afetando significativamente a qualidade de vida das comunidades locais, cujos hábitos e subsistência estão intrinsecamente ligados a esses ambientes, conforme destacado por Meireles em 2012. As praias passaram por alterações massivas devido ao desenvolvimento costeiro, poluição, erosão, tempestades, alteração na hidrologia da água doce, mineração de areia, uso de águas subterrâneas e colheita de organismos (Brown; Mclachlan, 2002).

Compreender a dinâmica do sistema costeiro é ponto fundamental pois a forma como os sedimentos são transportados, depositados e redistribuídos ao longo da costa, afetam a estabilidade da linha costeira e a formação de habitats naturais e todos os serviços fornecidos. Van derBiest *et al.* (2017) ressaltam que qual qualquer evento que modifique os sedimentos, a morfologia, a permeabilidade do substrato ou a abundância da biota da praia pode acarretar efeitos diretos e indiretos nos serviços ecossistêmicos de toda a linha costeira arenosa, uma vez que é grande a conexão entre as praias, os campos de dunas e zonas de arrebentação.

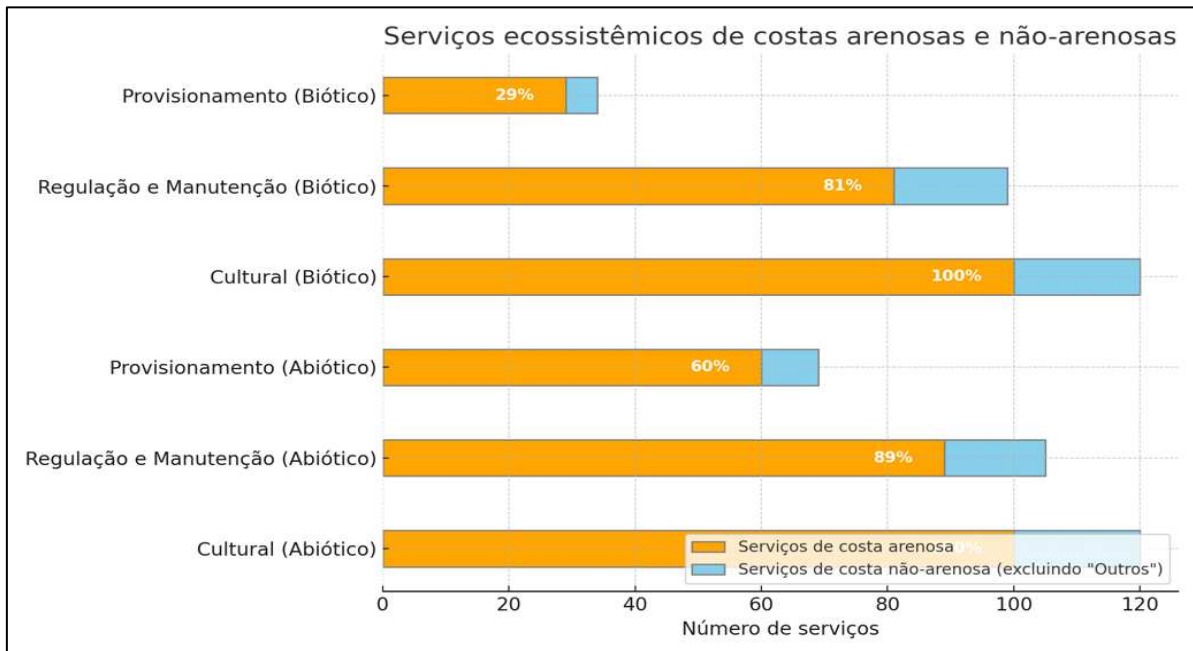
De acordo com Andrade e Romeiro (2009), é necessário o entendimento sobre a dinâmica dos ecossistemas para identificar soluções que promovam o equilíbrio desses sistemas

como um todo, uma vez que as funções ecossistêmicas estão intrinsecamente ligadas à capacidade do ecossistema de fornecer benefícios tangíveis e intangíveis. Para garantir a provisão contínua desses serviços, é necessário também entender como as atividades humanas e as mudanças ambientais podem afetar a dinâmica costeira e, conseqüentemente, a capacidade do sistema praial de fornecer esses serviços. Embora ocorram naturalmente e mantenham uma relação próxima com as sociedades humanas, as praias arenosas são os ecossistemas costeiros menos explorados em termos de estudos (Checon *et al.*, 2021).

As regiões costeiras oferecem recursos vitais para a fauna, além de contribuírem para o desenvolvimento e bem-estar humano, tanto de forma direta quanto indireta. Defeo *et al.* (2009) listaram alguns dos principais serviços ecossistêmicos fornecidos por praias arenosas, como: a retenção e transporte de sedimentos; proteção contra eventos extremos, a decomposição de materiais orgânicos e poluentes; a filtragem e purificação da água; a mineralização e reciclagem de nutrientes; o armazenamento de água em aquíferos dunares e a liberação de águas subterrâneas através das praias; a manutenção da biodiversidade e dos recursos genéticos; áreas de reprodução e locais de nidificação para muitas espécies, recursos alimentares para aves marinhas e vida selvagem terrestre; paisagens panorâmicas e oportunidades recreativas; alimento e conexões funcionais entre ambientes terrestres e marinhos na zona costeira. Sem esses serviços não seria possível a existência de vida na Terra.

No estudo de Harrys e Defeo (2022) foram identificados 56 serviços ecossistêmicos fornecidos por costas arenosas, o que representa 67% dos 84 serviços ecossistêmicos no CICES, conforme o Gráfico 1.

Gráfico 1 - Serviços ecossistêmicos de costas arenosas e não arenosas.



Fonte: Adaptada e traduzida de Harris; Defeo (2022)

Através de uma matriz de semelhança de Jaccard, os autores definiram 11 *clusters* de serviços ecossistêmicos fornecidos pelas costas arenosas e os considerou “universais” ou “genéricos”, e ressaltaram que podem diferir quando avaliados a escalas mais locais e em diferentes contextos. Os clusters seguiram a “classificação”: serviços de luz solar, materiais e usos da água do mar, materiais minerais e não minerais, água potável, animais para alimentação e materiais, reciclagem biogeoquímica, viveiros e dispersão, plantas com propósito, proteção costeira, legado e bem-estar, valor espiritual e cultural.

As praias são cruciais para a conservação da biodiversidade, oferecendo locais para o estabelecimento e alimentação, bem como áreas para a desova de várias espécies, incluindo aves e tartarugas marinhas (Amaral *et al.*, 2016). Os sedimentos de praias servem como habitat para diversos organismos, incluindo a macrofauna bêntica de organismos de Crustacea, Polychaeta e Bivalvia (McLachlan; Brown, 2006). Ainda sobre os sedimentos, a areia torna-se uma matéria-prima extraída para múltiplos usos, como a obtenção de minerais como sílica e feldspato, essenciais para a produção de vidro e cerâmica; além de ser empregada como preenchimento em desenvolvimentos urbanos, emendas para a agricultura e material de base para produtos de construção (Barbier *et al.*, 2011).

As dunas atuam como barreira resiliente à força destrutiva de ondas e ventos, absorvendo o impacto de tempestades e prevenindo ou atrasando a intrusão da água do mar em

áreas continentais (Gómez-Pina *et al.*, 2002), liberando seu reservatório e ampliando a zona de dissipação. Essa proteção da costa é fator essencial na diminuição de risco de desastres em eventos extremos. Além disso, a granulometria dos sedimentos das dunas permite o rápido reabastecimento do reservatório enquanto a água da chuva infiltrada é naturalmente purificada no seu curso através da areia (Van Derbiest *et al.* 2017).

Defeo *et al.* (2009) exemplificam a riqueza da fauna da praia baixa que muitas vezes se estende mar adentro até as turbulentas zonas de arrebentação, que servem de berçário e local de alimentação para peixes e onde zooplâncton e diversos crustáceos podem ser encontrados em grande quantidade. Esses organismos tornam-se fonte de alimento para a comunidade local e produto do mercado pesqueiro.

Anteriormente destinadas primordialmente à pesca e a práticas econômicas marítimas, as praias passaram por um processo de revalorização, onde começaram a ser vistas como locais para recreação, convívio social e, inclusive, moradia, transformando-se assim em polos dinâmicos de atividades e interações humanas.

A prática de esportes aquáticos como stand-up paddle e kitsurf, dentre outros, tem se tornado cada vez mais comum. Problemas como obras costeiras, dragagem, qualidade da água, erosão, poluição, construções imobiliárias, acesso à praia, trazem impactos diretos e indiretos na qualidade das ondas, o que podem comprometer o valor geral de um pico de surfe (Silva, 2016).

No contexto do turismo, as praias arenosas são amplamente reconhecidas pelos serviços recreativos que oferecem, os quais resultam em diversas formas de investimento que beneficiam as economias costeiras (Klein *et al.*, 2004). As costas do Brasil são fontes cruciais de benefícios socioeconômicos para as comunidades, especialmente no que diz respeito à atividade pesqueira e à indústria turística, conforme apontado pelo Projeto Orla em 2002, incluindo a venda itinerante na orla, estabelecimentos como quiosques, e atividades de lazer.

#### **2.4 Tendências de adaptação costeira com abordagem ecossistêmica em um contexto de mudanças climáticas.**

A partir da 1ª Revolução Industrial a humanidade passou a contribuir de forma muito direta para mudanças de temperatura do planeta e todos os impactos intrínsecos aos processos envolvidos. Foi com expansão da Revolução Industrial que a acumulação de gases de efeito estufa na atmosfera começou a tomar grandes proporções, o que por sua vez contribuiu para o fenômeno mais significativo das mudanças climáticas.

Ao longo dos anos, as políticas sobre mudanças climáticas foram evoluindo. Em 1988 o Painel Intergovernamental sobre Mudanças do Clima (IPCC) foi criado; órgão constituído pela Organização Meteorológica Mundial e pelo Programa Ambiental das Nações Unidas. O grupo vasto de pesquisadores de diferentes nacionalidades vinculados à Organização das Nações Unidas (ONU) discutem através dele as mudanças climáticas globais. O IPCC também é responsável pela Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudanças Climáticas (CQNUMC) definida na ECO-92, no Rio de Janeiro (RJ), que tem como objetivo reunir os 192 países (atualmente) na tentativa de reduzir as emissões de gases de efeito estufa na atmosfera (Iniciativa Verde, 2015).

Desde sua criação o IPCC lança Relatórios de Avaliação (Sigla em inglês AR) abrangentes acerca tanto do estado científico, técnico e socioeconômico das mudanças climáticas, como de seus impactos e riscos em diferentes temas como o solo, o oceano e criosfera, fenômenos extremos, desastres e energias renováveis. O primeiro (AR1) foi publicado em 1990 e o último (AR6), que assim como os outros teve sua publicação dividida em volumes, iniciou com a primeira parte em 9 de agosto de 2021 e sua última parte publicada em março de 2023.

A Conferência das Partes (COP – *Conference of the Parties*) é o órgão supremo da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima, adotada em 1992. E desde sua criação regularmente estabelece reuniões anuais com a proposta de avaliar a situação das mudanças climáticas no planeta e propor mecanismos com o objetivo de garantir a eficiência da convenção. Já foram realizadas um total de 27 reuniões desde sua criação. No quadro X pode-se observar as COPs que apresentaram conquistas mais significativas. Nos últimos anos, alguns acordos globais foram propostos, dentre eles dois muito importantes que são: o Acordo de Paris, na COP21, e a criação do mercado global de carbono, na COP26.

Quadro 3 - Quadro síntese das principais conquistas das COPs

<b>COP</b>	<b>ANO</b>	<b>LUGAR</b>	<b>CONQUISTA</b>	<b>OBJETIVO</b>
COP 3	1997	Kyoto - Japão	Protocolo de Kyoto	Metas de redução das emissões dos gases de efeito estufa em 5,2% para os países ricos.
COP13	2007	Bali - Indonésia	Mapa do Caminho de Bali.	Apoiar os países pobres nas questões climáticas
COP 15	2009	Copenhagen - Dinamarca		Países industrializados se comprometeram a providenciar um auxílio de US\$ 10 bilhões ao ano, de 2010 a 2020, e com US\$ 100 bilhões ao ano a partir de 2020, para os países mais vulneráveis mitigarem os efeitos das alterações climáticas.
COP20	2014	Lima - Peru	NDCs	Contribuições Nacionalmente Determinadas de cada país nos esforços para combater as mudanças climáticas. Base para o Acordo de Paris.
COP21	2015	Paris -França	Acordo de Paris.	Manter o aumento da temperatura do planeta abaixo de 2°C incentivar os países ricos a dar suporte financeiro às nações subdesenvolvidas.
COP24	2018	Katowice - Polónia	Greta Thunberg	Apelo à ação coletiva urgente no combate às alterações climáticas, reafirmando a importância de uma transição energética que não seja mais a base de combustíveis fósseis, mas sim de energias renováveis.
COP 26	2021	Glasgow - Reino Unido	Criação do Mercado de Carbono Global	Regulamentação de mecanismos de financiamento de países desenvolvidos e instituições financeiras para soluções baseadas em práticas sustentáveis para a transição para a economia de baixo carbono. Garantir a emissão líquida zero no mundo até o meio do século XXI e manter o aumento médio de temperatura global em até 1.5°C.
COP 27	2022	Sharm El Sheikh - Egito	Fundo de Perdas e Danos	Ajudar financeiramente países mais vulneráveis a se recuperarem dos efeitos causados por desastres climáticos.

Fonte: Elaborado pelo autor.

Organização das Nações Unidas (ONU) em 2015 lançou Agenda 2030. É um plano mundial para a elaboração e implementação de políticas públicas que visam guiar a humanidade até 2030 em práticas sustentáveis para o futuro do planeta. A Agenda 2030 definiu 17 Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), representados na figura 5, e 169 metas universais construídas após intensa consulta pública mundial.

Figura 5 -Objetivos do Desenvolvimento Sustentável



Fonte: Nações Unidas Brasil (Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>)

Considera-se que todos os 17 ODS propostos apresentam de alguma forma uma relação com o litoral; contudo, o 11, 13, 14 e 15 estabelecem metas cujos objetivos podem agir diretamente na preservação da zona costeira.

O Objetivo 13 dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) visa combater a mudança climática e seus impactos. Para isso, de acordo com as Nações Unidas do Brasil, busca fortalecer a resiliência global e a capacidade de adaptação a riscos climáticos e catástrofes naturais. Além disso é destacado a implementação do compromisso dos países desenvolvidos de mobilizar US\$ 100 bilhões anualmente a partir de 2020 para atender às necessidades dos países em desenvolvimento, com foco em ações de mitigação e transparência.

De acordo com o IPCC (2022) cerca de 40% da humanidade já vive em áreas altamente vulneráveis às alterações do clima (Birkmann *et al.* 2022). Além disso, neste relatório é afirmado que nem todas as opções de adaptação aos impactos globais são soluções de adaptação a longo prazo.

O Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) reúne 193 Estados-Membros num esforço para encontrar soluções para as alterações climáticas, a perda de natureza e de biodiversidade, e a poluição e os resíduos, conhecidas coletivamente como a tripla crise planetária através de estudos científicos, apoio político, coordenação intergovernamental e defesa pública, em linha com a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável.

A série de Relatórios sobre Lacunas de Adaptação (AGR) do PNUMA fornece uma avaliação anual baseada na ciência do progresso global no planejamento, financiamento e implementação da adaptação. Também explora opções para melhorar e avançar nos esforços de adaptação nacionais e globais e fornece uma análise aprofundada de questões de interesse selecionadas.

O mais recente relatório de adaptação “*Underfinanced. Underprepared. Inadequate investment and planning on climate adaptation leaves world exposed*” (2023) afirma que atualmente, 85% dos países possuem pelo menos um instrumento de planejamento da adaptação a nível nacional (por exemplo, uma política, estratégia ou plano).

Este relatório levanta três ideias base para ações estratégicas frente às mudanças climáticas:

- Adequação e eficácia: Conceitos que suscitam inquietações acerca da nossa habilidade para prever e administrar riscos climáticos que se tornam progressivamente mais complexos (PNUMA, 2023)
- O fundo de perdas e danos e os acordos de financiamento: Tendo em vista a possível redução da capacidade adaptativa local, torna-se necessário uma maior cooperação entre as instituições que considere os impactos para além do potencial de adaptação de um determinado sistema (PNUMA, 2023)
- O balanço global e o objetivo global de adaptação: No contexto científico surgem indagações como em relação ao limite a considerada a a complexidade do risco climático e como isso afeta o progresso (PNUMA, 2023).

Existem duas abordagens complementares que, embora apresentem desafios diferentes, possuem o objetivo comum de minimizar os efeitos adversos sobre a vida humana. Na abordagem de mitigação o objetivo é combater as causas das alterações climáticas com origem humana e, por essa via, minimizá-las. Já no segundo tipo de abordagem, a da adaptação, o objetivo consiste em reduzir as consequências negativas das alterações climáticas e até aproveitar oportunidades que as mesmas possam originar (PNUMA, 2023)

Segundo a metodologia proposta pela COI (2009), são necessárias cinco etapas para a elaboração de planos nacionais e regionais de adaptação a mudanças climáticas:

- 1) Identificação e quantificação de riscos;
- 2) Mensuração da vulnerabilidade;
- 3) Avaliação de riscos;
- 4) Sensibilização da sociedade;
- 5) Mitigação

A última parte (*Synthesis Report*) do mais recente relatório do IPCC (AR6 – Climate Change 2023) indica que houve uma progressão nas medidas de planejamento e de implementação da adaptação em todos os setores e regiões, com benefícios documentados e eficácia variável. Apesar disso, é imperativo afirmar que as lacunas de adaptação existem e continuarão a crescer conforme as taxas de implementação forem acontecendo. Outro grande fator evidenciado pelo relatório é a preocupação com relação aos fluxos financeiros globais para medidas de adaptação, considerados insuficientes, o que restringe a implementação de ações, especialmente em países em desenvolvimento (IPCC, 2023)

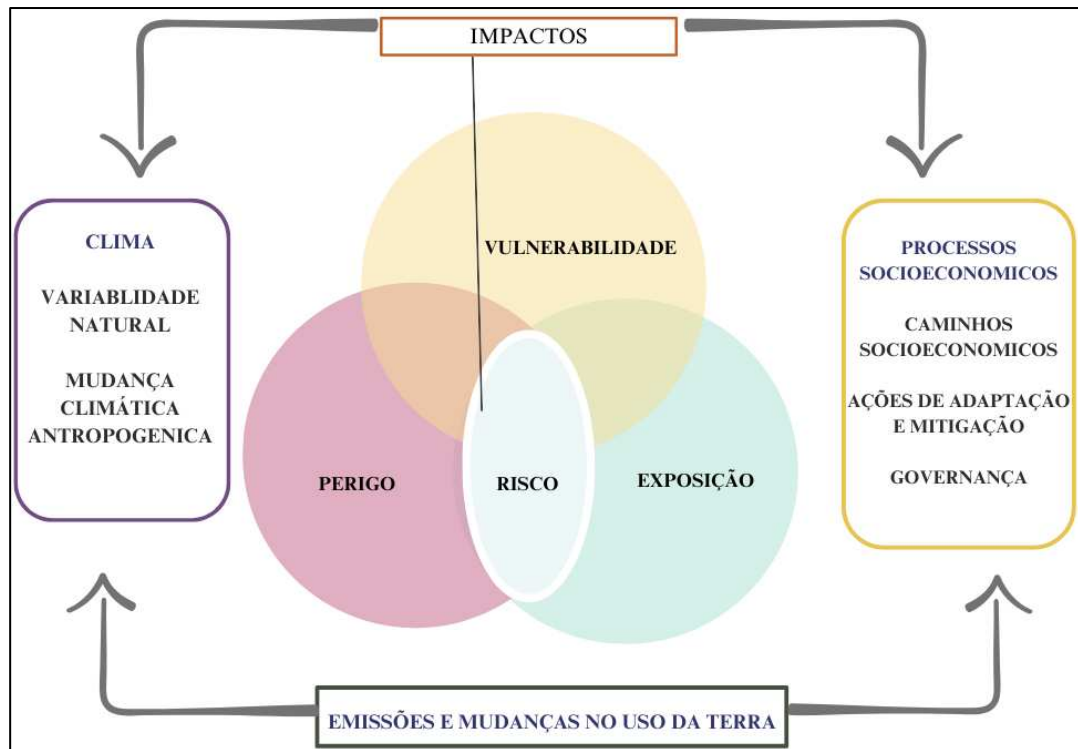
A compreensão de que mitigação não pode ser tratada separadamente da adaptação está se consolidando. É fundamental realizar ações de manejo, tais como o mapeamento de áreas propensas à erosão, a proteção da vegetação costeira e a regulamentação do desenvolvimento costeiro (SOARES *et al*, 2021).

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), o que significa que podem reduzir a produtividade e os resultados dos serviços e influenciar a vulnerabilidade ambiental.

A última parte (*Synthesis Report*) do mais recente relatório do IPCC (AR6 – Climate Change 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, de água doce e oceânicas da Terra. A conservação dos ecossistemas possibilita a redução da vulnerabilidade da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos às alterações climáticas, reduz a erosão costeira e as inundações (IPCC, 2023).

No contexto de impactos costeiros, especialmente de mudanças climáticas, alguns termos têm se tornado recorrentes na literatura conforme a figura 6

Figura 6 - Variáveis que influenciam o risco



Fonte: Traduzido e adaptado de IPCC, 2014.

A *Intergovernmental Oceanographic Commission* é um órgão vinculado a UNESCO, e em 2009 definiu o termo vulnerabilidade costeira como o estado que as comunidades costeiras sejam mais ou menos afetadas por eventos extremos. Segundo o IPCC (2014), o termo vulnerabilidade abrange uma variedade de conceitos, e pode ser considerada a predisposição a ser afetado negativamente, incluindo sensibilidade ou susceptibilidade a danos e falta de capacidade para enfrentar e adaptar-se.

De acordo com a Estratégia Internacional das Nações Unidas para Redução de Desastres, conceito de “risco” está associado à compreensão de probabilidade e de incerteza, entendido como a probabilidade de um evento e suas consequências negativas, resultantes da interação entre perigos naturais ou induzidos pela ação humana e as condições de vulnerabilidade (UNISDR, 2009). O IPCC define risco como o potencial para consequências quando algo de valor está em jogo e onde o resultado é incerto, reconhecendo a diversidade de valores. O risco é frequentemente representado como a probabilidade de ocorrência de eventos ou tendências perigosas multiplicada pelos impactos se esses eventos ou tendências ocorrem.

Segundo o IPCC, 2014, entende-se por resiliência a capacidade de um sistema e de seus componentes de antecipar, absorver, acomodar ou se recuperar dos impactos de um perigo

de forma eficiente e oportuna incluindo a garantia da preservação, restauração ou melhoria de suas estruturas e funções básicas.

A relação entre vulnerabilidade, risco e resiliência em contexto de impactos costeiros oriundos das mudanças climáticas é evidente. A vulnerabilidade aumenta o risco. Mudanças no padrão e extensão da erosão costeira e das inundações são ainda mais preocupantes porque uma porção significativa da população mundial reside na zona costeira (Small; Nicholls, 2003). Para avaliar o risco potencial de eventos naturais ao longo a costa, é importante identificar e avaliar os elementos que contribuem para isso. Dessa forma, compreende-se que uma comunidade costeira que já é naturalmente vulnerável e não possui medidas precoces ou um plano de adaptação tende a possuir um risco maior de impactos de elevação do nível do mar em comparação com uma região que tenha investido em medidas de adaptação de forma precoce. Assim, fica claro a direta relação que planejamento de estratégias é um fator crucial para reduzir a vulnerabilidade e, portanto, o risco associado a eventos climáticos extremos.

As praias sofrem erosão durante as tempestades e recuperam sob condições de ondas mais calmas e a capacidade de uma praia recuperar da erosão das tempestades é claramente uma expressão de resiliência (Brooks *et al.*, 2017). Ou seja, em um cenário onde os impactos de fato irão acontecer, ter resiliência é fundamental para o desenvolvimento sistemas adaptados. 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.

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).

Soares *et al.* (2021) estabelece uma proposta metodológica na qual uma pergunta chave é dividida em sub perguntas que se alinham com os principais impactos ambientais identificados em um sistema; o que é uma importante ferramenta para auxiliar a prever os efeitos das alterações ambientais na sustentabilidade dos bens e serviços ecossistêmicos.

O estudo de Osorio-Cano *et al.* (2019) sugere um modelo metodológico para entender melhor a influência de variados habitats naturais na alteração dos processos ao longo das costas, como a redução da força de ondas e correntes. Esse tipo de análise ajuda a diminuir a erosão e enchentes das praias em períodos de tempestades, além de contribuir em como a

gestão das áreas costeiras pode ser aprimorada para reforçar os benefícios dos serviços ecossistêmicos.

No final dos anos 2000 surgiram as “Soluções Baseadas na Natureza” (SbN), que constituem uma abordagem emergente e vital para a gestão ambiental e adaptação às mudanças climáticas. Apesar de existirem diferentes definições, o relatório da União Europeia sugere que o conceito de SbN é fundamentado e construído a partir de outras definições muito similares, em especial os conceitos de “abordagem ecossistêmica; serviços ecossistêmicos; adaptação/mitigação baseada no ecossistema; e infraestrutura verde e azul” (EC, 2015).

A Convenção sobre Diversidade Biológica (CDB) e acordos sob a Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC) incentivam a adoção de SbN para aumentar a resiliência ecológica e humana às mudanças climáticas. Elas se apoiam no princípio de utilizar os sistemas e processos naturais para enfrentar desafios ambientais, sociais e econômicos de maneira integrada. De acordo com IUCN as SbN usam o poder dos ecossistemas funcionais como infraestrutura para fornecer serviços naturais em benefício da sociedade e do meio ambiente.

Apesar de ser uma abordagem recente, muitas pesquisas e projetos vêm investigando o potencial que as soluções baseadas na natureza têm para impulsionar a transição para a sustentabilidade (Frantzeskaki, 2019). A implementação eficiente das SbN requer uma compreensão profunda dos ecossistemas locais, uma governança sólida e o envolvimento ativo das comunidades locais na gestão e decisões relativas ao uso da terra e dos recursos naturais para o desenvolvimento sustentável, envolvendo projetos de gerenciamento dos recursos naturais baseados em comunidades, oferecendo benefícios socioeconômicos, projetos de adaptação à mudança do clima, e projetos de conservação da biodiversidade e do ecossistema

Eggermont *et. al* (2015), baseado nas transformações de um ecossistema e na quantidade de serviços ecossistêmicos prestados, categorizou as SbN em três tipos:

1. Implementação com intervenções mínimas ou sem intervenção nos ecossistemas, visando manter ou melhorar a prestação de serviços ecossistêmicos. Por exemplo: áreas marinhas protegidas para conservar a biodiversidade.

2. Intervenções que intensificam as múltiplas funções e serviços prestados pelos ecossistemas ou paisagens.

3. Criação de e novos ecossistemas onde a natureza já não está mais presente, sendo muitas vezes associados às infraestruturas verdes e azuis

Paul (2018) destaca como potencial solução o uso das ervas marinhas, que além dos serviços diretos de proteção costeira, retardam a erosão por apoiar a nutrição da costa reduzindo os custos associados.

Berry *et al.* (2013) revisou e agrupou algumas práticas mais utilizadas de estratégias em zonas costeiras em resposta à subida do nível médio do mar. Essas estratégias estão sintetizadas na figura 7. A capacidade de cada estratégia de adaptação para manter a resiliência ecológica à subida do nível do mar diminui conforme o tipo de abordagem da conservação dos ecossistemas para a proteção costeira.

Figura 7 - Estratégias de adaptação costeira

ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO COSTEIRA E OPÇÕES TERRESTRES							
ESTRATÉGIAS	ADAPTAÇÃO COSTEIRA NÃO FIXA				ADAPTAÇÃO COSTEIRA FIXA		
	CONSERVAÇÃO DO ECOSSISTEMA	RETIRADA CONTROLADA	INTERVENÇÃO LIMITADA	FAZER NADA	ACOMODAR	PROTEÇÃO COSTEIRA	
EXEMPLOS	-GESTÃO DE ÁREAS PROTEGIDAS -RESTRICÇÃO DE CONSTRUÇÃO - LINHA DE RECUO -ECOSSISTEMA E ENGENHARIA ECOLÓGICA	-REALOCAR CONSTRUÇÕES -ABANDONAR TERRA -TROCA E AQUISIÇÃO DE TERRAS - LINHA DE RECUO	-BARREIRAS DE VEGETAÇÃO -HABITAT EX: ZONAS HÚMIDAS E CRIAÇÃO DE DUNAS	-ESPERE E VEJA -SEM DEFESAS - ABANDONO DE TERRA E CONSTRUÇÕES AO MAR	PROJETOS DE CONSTRUÇÕES SÃO: -MÓVEIS -FLUTUANTES -ALTEADOS -DURÁVEIS	ENGENHARIA SUAVE: - ALIMENTAÇÃO DE PRAIA - REVEGETAÇÃO - DESIDRATAÇÃO DE PRAIA	ENGENHARIA PESADA: -PAREDÃO -REVESTIMENTO -GABIÃO -QUEBRA-MAR -QUEBRA-ONDA
A CAPACIDADE DE MANTER A RESILIÊNCIA ECOLÓGICA DIMINUI 							

Fonte: Adaptado e traduzido de Berry (2013)

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.*, 2019). É fundamental a integração da resiliência dos ecossistemas na concepção e implementação de estratégias de gestão costeira que facilitem a preservação de habitats. 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.*, 2019).

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 consequente 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.

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). Existe um crescente reconhecimento de que as "soluções baseadas na natureza" têm o potencial de nos proteger contra os efeitos das mudanças climáticas, além de contribuir para desacelerar o aquecimento global, promover a biodiversidade e preservar os serviços ecossistêmicos (Seddon *et al.*, 2020). Contudo, no Brasil, existe ainda uma resistência em usar medidas de SbN, e medidas baseadas em infraestrutura cinza ainda são uma prioridade (Devecchi *et al.*, 2020).

## 2.5 Conclusão

As praias arenosas oferecem uma infinidade de serviços ecossistêmicos em grande parte subestimados além da recreação (Harris *et al.*, 2022). Apesar da diversidade de definições, a ideia principal aborda os benefícios que o ecossistema fornece para a comunidade humana. 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).

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). 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.

Com o cenário de efeitos das mudanças climáticas, 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).

O declínio dos serviços ecossistêmicos está atrelado também nas disfunções de instituições políticas e lacunas no conhecimento científico (Carpenter *et al.*, 2009). Políticas ambientais e estratégias alternativas voltadas para a sustentabilidade são fundamentais para assegurar a conservação das praias arenosas a longo prazo. As Soluções Baseadas na Natureza são uma alternativa que possibilitam o fornecimento de seus benefícios essenciais, ao mesmo tempo que se adaptam às mudanças climáticas e reduzem os impactos das atividades humanas.

Reconhecer a complexidade dos desafios enfrentados pelos ecossistemas costeiros e a necessidade de que cientistas de diversas áreas colaborem para compreender em diferentes perspectivas o problema é crucial para uma sustentabilidade eficaz e para facilitar a decisão dos gestores.

### **3 GESTÃO BASEADA EM ECOSSISTEMA: OS DESAFIOS E TENDÊNCIAS PARA A GESTÃO SUSTENTÁVEL DE PRAIAS BRASILEIRAS.**

#### **Resumo**

Nas últimas décadas, tem se tornado cada vez mais evidente a intensificação do uso desordenado das praias arenosas, agravado pelos impactos das mudanças climáticas sobre os ecossistemas costeiros. A divulgação de relatórios científicos e acordos internacionais tem ressaltado a importância crucial da gestão costeira integrada e sustentável. Este artigo apresenta uma análise dos marcos de gestão costeira e as tendências de Gestão Baseada em Ecossistemas no Brasil, com foco especial no estado do Ceará. Inicialmente, são discutidos os principais marcos legais e institucionais relacionados às diretrizes para a gestão do litoral. Em seguida, são abordadas as tendências atuais em Gestão Baseada em Ecossistemas (GBE), que enfatizam a importância de considerar os serviços ecossistêmicos na tomada de decisões relacionadas à gestão costeira através da integração de políticas setoriais, do fortalecimento da participação pública e o desenvolvimento de instrumentos de gestão que considerem a resiliência dos ecossistemas costeiros. Apesar dos avanços, são grandes os desafios provenientes possivelmente ainda das barreiras institucionais, falha na integração de dados entre cientistas/pesquisadores e agentes gestores e a grande disparidade socioeconômica brasileira.

**Palavras-chave:** Zona costeira, sustentabilidade, gestão baseada em ecossistemas

#### **Abstract**

In recent decades, the intensification of the disordered use of sandy beaches has become increasingly evident, aggravated by the impacts of climate change on coastal ecosystems. The dissemination of scientific reports and international agreements has highlighted the crucial importance of integrated and sustainable coastal management. This article presents an analysis of coastal management frameworks and ecosystem-based management trends in Brazil, with a special focus on the state of Ceará. Initially, the main legal and institutional frameworks related

to guidelines for coastal management are discussed. Next, current trends in Ecosystem-Based Management (GBE) are addressed, which emphasize the importance of considering ecosystem services in decision-making related to coastal management through the integration of sectoral policies, strengthening public participation and the development of management instruments that consider the resilience of coastal ecosystems. Despite the advances, there are major challenges, possibly still arising from institutional barriers and failure to integrate data between scientists/researchers and management agents.

**Keywords:** Coastal zone, sustainability, ecosystem-based management

### 3.1 Introdução

Existem muitas definições de zona costeira na literatura com abordagens sociais, demográficas, política ou ecológica. Sousa (2007) define o termo como um ambiente de acumulação de origem recente na escala geológica, dominado pela morfogênese, onde os componentes geoambientais são elementos deliberativos na configuração espacial dessa região.

O Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), instituído pela Lei Federal de nº 7.661, de 16 de maio de 1988, define a zona costeira no seu Art.2º parágrafo único como “espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre”. O Decreto Nº 5.300/2004 no seu Art. 3º estabelece os limites de cada faixa:

I - Faixa marítima: compreende o mar territorial, a partir da linha de base até 12 milhas náuticas.

II - Faixa terrestre: compreende a região dos limites dos Municípios que são influenciados diretamente pelos fenômenos ocorrentes na zona costeira.

Com uma extensão de aproximadamente 8.500 quilômetros, a costa brasileira, seguindo o padrão mundial, tem uma relação histórica com os desenvolvimento da sociedade. A colonização do Brasil teve início através dos núcleos ao longo da costa, avançando progressivamente em direção ao interior, conforme os interesses da metrópole. Lima Júnior (2003) aponta que a trajetória de ocupação e uso do solo no Brasil, desde os primórdios da colonização até a era do desenvolvimento contemporâneo, foi marcada por práticas predatórias. O autor destaca a falta de uma estrutura social adequada que pudesse estabelecer restrições ao uso dos recursos naturais e à exploração ambiental.

As praias no Brasil, tradicionalmente dominadas por pescadores, começaram a adquirir novos valores sociais e culturais no final do século XIX, especificamente em 1896, quando

começaram a passar por mudanças significativas, particularmente observadas nas habitações com fachadas voltadas para o mar (Christoffoli, 2022).

E com o desenvolvimento da sociedade as praias tornaram-se cada vez mais atrativas, seja por seu potencial econômico, tecnológico, social, recreativo, turístico, dentre outros.

Os múltiplos usos e ocupações dessa região intensificaram os conflitos, tornando extremamente necessário o papel do planejamento costeiro (Moraes, 2007).

Nas últimas décadas, os problemas ambientais passaram a ser tratados com mais atenção. Grandes acordos internacionais, como o tratado de Paris, fomentaram a necessidade de práticas e políticas ambientais que conservem os ecossistemas de forma mais eficaz, com uma análise integrada e não fragmentada. Inclusive, mais recentemente, nos relatórios que abordam os efeitos adversos das mudanças climáticas a própria funcionalidade do ecossistema foi ressaltada como parte importante de uma solução estratégica de adaptação sustentável. Há um consenso que a gestão costeira tradicional não é capaz de garantir a sustentabilidade dos ecossistemas costeiros. Nesse contexto, surgiu o conceito de Gestão Baseada em Ecossistemas (GBE), que enfatiza a importância de considerar os ecossistemas como um todo.

O Brasil é um país de imensa dimensão territorial. De acordo com a Portaria MMA Nº 34, de 2 de fevereiro de 2021, o território brasileiro possui 443 municípios costeiros. O que implica no grande desafio da gestão costeira nacional, especialmente ao se considerar a grande variedade de ecossistemas, as disparidades socioeconômicas de cada região e integração de informações.

Esse artigo constitui-se como uma linha do tempo sobre os principais marcos e tendências relacionados ao desenvolvimento da gestão costeira com foco nas praias brasileiras e com destaque para uma análise dos esforços do estado do Ceará para alcançar o desenvolvimento sustentável. A metodologia utilizada desenvolveu-se por meio da análise qualitativa e bibliográfica de artigos científicos e documentos oficiais relacionados à gestão de praias no Brasil. O intuito é apresentar o atual estágio da gestão de praias e os desafios para alcançar os objetivos propostos pela Década da Ciência Oceânica e a implementação da Agenda 2030.

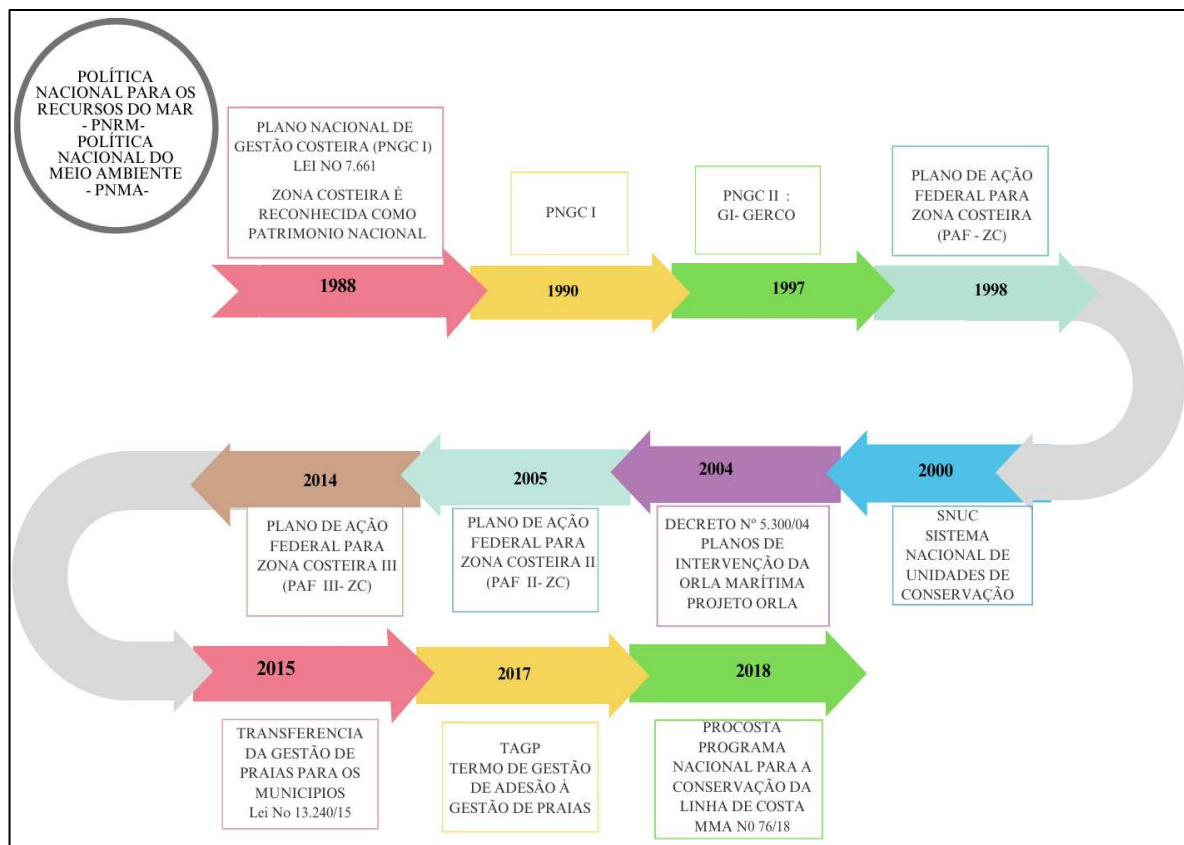
### **3.2 Desenvolvimento da Gestão de praias no Brasil**

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). No Brasil, o âmbito político-administrativo da

gestão costeira foi evidenciado pelo Plano Nacional de Gestão Costeira (PNGC), a nível Federal, Estadual e Municipal, 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 para conservar e proteger os recursos costeiros e marinhos, lançando as diretrizes para a formulação de políticas, planos e programas estaduais e municipais (Brasil, 1988). A figura 8, destaca os principais marcos nas últimas décadas da gestão da zona costeira brasileira.

Figura 8 - Marcos da gestão costeira brasileira.



Fonte: Elaboração própria

Foi estabelecido em 1997 no PNGC II, a criação do Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO), sob competência do Ministério do Meio Ambiente, atuante na coordenação e na implantação do gerenciamento costeiro. Uma nova visão foi apresentada com a necessidade da parceria entre o poder público municipal, estadual e federal e a sociedade civil organizada; demonstrando, assim, uma política que valorizasse a integração.

Destaca-se, como resultado dessa nova abordagem estratégica, o Projeto Orla, que estabelece o Plano de Gestão Integrada (PGI). O PGI é composto por três etapas, sendo a

primeira a oficina 1, a segunda a consolidação da etapa 1 e a terceira a oficina 2. Esse plano é um dos instrumentos de uma ação governamental transversal com o intuito de compatibilizar as políticas econômica, urbana, patrimonial e ambiental, por meio da gestão costeira integrada no âmbito municipal.

A centralização da gestão torna-se um grande desafio em países de grande extensão territorial como o Brasil, levando a uma maior burocratização, maiores custos na execução de serviços públicos e constantes atrasos nas tomadas de decisões (Wever *et al.*, 2012). Por isso, a descentralização e o fortalecimento da autonomia local através da transferência de gestão de praias vieram complementar o arcabouço normativo e técnico da gestão costeira brasileira (Scherer *et al.*, 2020).

As praias, bens de Patrimônio da União, que antes eram submetidas a Secretaria de Coordenação e Governança do Patrimônio da União (SCGPU), podem ter sua gestão pleiteada em âmbito municipal. Dessa forma foi estabelecido o Termo de Adesão de Gestão de Praias (TAGP) pela Portaria SPU nº 113, de 2017, que regulamentou o art. 14 da Lei 13.240, de 2015. Esse termo em um primeiro momento abrangia apenas as praias urbanas, porém, em 2019, a Portaria 44 incluiu a possibilidade de transferência também das praias marítimas não urbanas.

A assinatura do TAGP transfere aos municípios a gestão da orla e estabelece prazos para a elaboração do PGI de forma participativa, envolvendo os diversos atores sociais que atuam nas áreas costeiras. Segundo Scherer *et al.* (2020) é um acordo facultativo, flexível e reversível, que possibilita uma maior autonomia financeira e administrativa aos gestores locais, e que promove benefícios a níveis institucional, social, ambiental e econômico.

De acordo com Nicoldi (2022), a abordagem municipal da zona costeira pode se considerada um ponto favorável para elaboração dos diagnósticos e estudos necessários à gestão. Contudo, algumas dificuldades surgem quando há um desequilíbrio entre as diferentes áreas de atuação dos setores, gerando conflitos e inclusive inviabilizando o cumprimento de normas essenciais de planos relacionados à preservação ambiental (ANDRÉS *et al.*, 2018; GERHARDINGER *et al.*, 2019). Nesses casos, ressalta-se que o grande dinamismo do ambiente costeiro exige tomadas de decisão rápidas e estratégicas; ou seja, qualquer atraso na integração de informações por exemplo afeta diretamente a preservação da praia.

É importante ressaltar que a implementação do Projeto Orla no município pode ter início sem que haja, necessariamente, a assinatura do TAGP. Por exemplo no estado do Ceará, de acordo com a última atualização de dezembro de 2023 no site do Ministério da Economia, Acaraú, Aracati, Beberibe, Caucaia, Fortaleza, Jijoca de Jericoacoara são municípios que solicitaram o TAGP e estão com a situação “deferida”. Contudo, segundo o site da SEMA, os

municípios cearenses Beberibe, Cascavel, Caucaia, Cruz, Fortaleza, Icapuí e Itapipoca já apresentam Plano de Gestão Integrada. Ou seja, Cascavel, Cruz, Icapuí, Itapipoca apresentaram um PGI antes de possuírem o TAGP. Segundo a última atualização de 2023, Cascavel e Cruz estão ainda em análise técnica para a situação de solicitação do TAGP.

### **3.3 Panorama da gestão baseada em ecossistemas**

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. Como resultado, 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).

Compreender de maneira holística o estado atual das zonas costeiras é de suma importância. Isso envolve o estudo detalhado dos processos naturais que ocorrem nessas áreas e como as ocupações e usos inconsequentes da zona costeira, além dos efeitos das mudanças climáticas estão afetando esses processos. Conforme destacado por Correa *et al.* (2020), poluição, excesso de construções na orla, turismo descontrolado e destruição de habitats naturais são alguns dos impactos humanos que afetam negativamente esses ecossistemas. Essas intervenções podem alterar significativamente os processos ecológicos essenciais, como a renovação de nutrientes, a reprodução de espécies e a proteção contra eventos climáticos extremos, além de impactar as comunidades que dependem dessas áreas para lazer e subsistência.

Além disso, analisar e desenvolver planos de mitigação e adaptação são cruciais para enfrentar os desafios impostos pelas mudanças climáticas nas zonas costeiras. Isso pode incluir a implementação de estratégias de gestão costeira sustentável, a promoção de práticas de construção mais resistentes, a restauração de ecossistemas costeiros e a conscientização da comunidade sobre os riscos e as medidas de preparação. A preservação das zonas costeiras e a proteção de suas comunidades requerem um esforço conjunto que envolve governos, cientistas, planejadores urbanos e a sociedade como um todo.

Nesse contexto, aborda-se a Gestão Baseada em Ecossistemas (GBE) como uma forma de guiar a seleção de parâmetros sistêmicos e ajustes dos processos de gestão, adaptando-os a cada contexto específico. 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.

Com uma nova perspectiva, a 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). Assim, tem como propósito manter um ecossistema saudável, produtivo e resiliente para fornecer os serviços desejados e necessários pelos humanos (Compass, 2005). Além disso, a GBE desempenha um papel crucial no fortalecimento da interação entre ciência e gestão, assim como na promoção da gestão participativa das praias (Correa *et al.*, 2021).

Essencial para a gestão costeira moderna é a compreensão do papel dos sistemas biológicos na preservação da integridade e 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. É através do desenvolvimento da percepção de que a preservação das condições naturais é 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).

Enquanto os esforços para reduzir as emissões de gases do efeito estufa são 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.

Na GBE, é crucial planejar a conservação dos ecossistemas a longo prazo, levando em consideração como as atividades humanas afetam a estrutura, funcionamento e 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. As Soluções Baseadas na Natureza (SbN) apresentam alternativas viáveis para harmonizar interesses variados e manter-se flexível diante de mudanças (Jordan; Fröhle, 2022).

Desde então, vários esforços têm sido feitos para prever a degradação ambiental 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).

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 que 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).

Atualmente existem sistemas/programas e projetos que de forma integrada visam a conservação da zona costeira brasileira, como por exemplo: Sistema de Monitoramento Ambiental da Zona Costeira (SMA), Relatório de qualidade Ambiental da Zona Costeira (RQA-ZC) e Zoneamento Ecológico – Econômico Costeiro; Projeto Áreas Marinhas e Costeiras Protegidas – GEF Mar, Projeto Lixo Marinho, SMS Marinho, Projeto Proteção e Gestão Integrada da Biodiversidade Marinha e Costeira – Projeto TerraMar (Brasil, Ministério Do Meio Ambiente).

Mais recentemente, a Organização das Nações Unidas (ONU) estabeleceu o período de 2021 a 2030 como a Década do Oceano que 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 e sim o 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.

### **3.4 Ceará fora da caixa?**

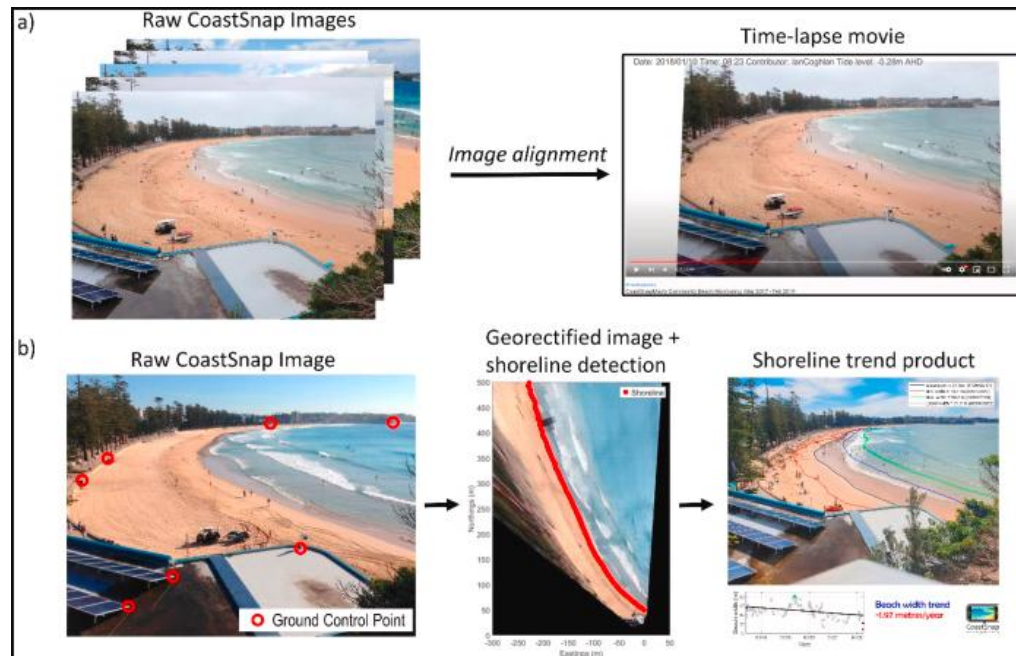
O litoral cearense sofre com impactos de origem natural e de decorrência da falta de planejamento e efetividade de ações ambientais a muito tempo. Contudo, é importante destacar que na última década, vários projetos foram criados a fim de garantir subsídios para a gestão costeira cearense de uma forma mais integrada e participativa.

O programa Cientista- Chefe é uma das potentes ações estratégicas recentes, pois une o conhecimento científico de especialistas associado a universidade e gestores para promover o desenvolvimento sustentável da zona costeira. Esse projeto faz parte dos esforços para analisar como as políticas públicas podem impulsionar o desenvolvimento da ciência, tecnologia e inovação na gestão governamental, facilitando a colaboração entre o setor público e as instituições acadêmicas.

Um projeto oriundo da Austrália, mas já ativo nas parcerias do Programa Cientista-Chefe Meio Ambiente (Funcap/Sema/Semace), com a Universidade Estadual do Ceará (UECE), a Universidade Federal do Ceará (UFC) e o Water Research Laboratory, da University of New South Wales (UNSW) de Sydney, é o “CoastSnap” (Ceará, 2021). Este é um projeto de monitoramento comunitário de praias que envolve a aquisição de imagens por parte dos usuários. A iniciativa aproveita o fluxo de pessoas, tanto residentes quanto turistas, que frequentam áreas específicas da costa. Durante suas visitas a pontos predeterminados as pessoas têm a oportunidade de fazer registros do litoral em estruturas específicas, conhecidas como pontos de precisão. Posteriormente, esses usuários compartilham essas imagens em redes sociais, utilizando as *hashtags* específicas do projeto.



Figura 10 -Fluxo de processamento para obtenção dos resultados das imagens capturadas pelo CoastSnap.



Fonte: Mitchell D. et al. (2022).

Outro projeto é Observatório Costeiro e Marinho, implementado em 2022, que tem como sede o LABOMAR um dos centros da Universidade Federal do Ceará. A iniciativa é pioneira no Nordeste brasileiro e reúne uma rede de profissionais e pesquisadores atuantes no campo da conservação e manutenção do ambiente costeiro e marinho do estado. Com quatro eixos principais de linhas de pesquisas, o primeiro é “mudanças climáticas e impactos costeiros”, que tem como objetivo acompanhar as mudanças, desenvolvimento e usos diversos nesses locais facilitando, assim, a tomada de decisão e gerenciamento (Ceará, 2022).

E em 2022 uma iniciativa também do Programa Cientista-Chefe e parceiros foi a criação da Plataforma Estadual de Dados Ambientais do Ceará (PEDEA) que reúne dados socioeconômicos, ambientais, uso da zona costeira, riscos costeiros e marinhos, dentre outras informações (Ceará, 2022). Essa abordagem contribui significativamente para a democratização do conhecimento científico ao tornar a pesquisa mais acessível e compreensível para o público em geral. Ao desmistificar a complexidade muitas vezes associada à ciência, ela busca tornar a informação mais tangível e acessível, transcendendo as barreiras tradicionais entre especialistas e a comunidade em geral.

Ao analisar o histórico de medidas que envolvem a zona costeira, é evidente a evolução positiva que o Estado do Ceará vem apresentando nos últimos anos; apesar disso, a responsabilidade do órgão fiscalizador também varia de acordo com o município (Brasil, 1967).

No Brasil, foi apenas em 2009 que foi criada a Política Nacional sobre Mudança do Clima, pela Lei Federal nº 12.187/2009. No Ceará, em 2020, a Prefeitura de Fortaleza publicou o Plano Local de Mudanças Climáticas da Cidade de Fortaleza. O PLAC foi construído com base nos Cinco Caminhos propostos pelo ICLEI (Governos Locais para a Sustentabilidade) que é uma organização não governamental internacional que promove o desenvolvimento sustentável que impulsionam a ação local para o desenvolvimento de baixo carbono, baseado na natureza, equitativo, resiliente e circular com o objetivo de demonstrar como a cidade se planeja estrategicamente para reduzir as emissões de GEE e se adaptar às consequências da mudança climática.

Outro resultado das inovações no estado do Ceará é a Plataforma Estadual de Danos Espaciais Ambientais (PEDEA) lançada no final de 2022. Essa plataforma propõe demonstrar de forma interativa informações sobre biodiversidade, energia e telecomunicações, educação ambiental, fiscalização ambiental, hidrografia, instrumento e projetos territoriais.

A compreensão de que a adaptação não pode ser tratada separadamente da mitigação está se consolidando. 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).

### **3.5 Conclusão**

Nas últimas décadas o uso e ocupação desordenados 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.

A primeira seção do Sexto Relatório do IPCC (WG1-AR6), publicado em 2021, deixa absolutamente claro o papel da atividade humana no aumento da temperatura do planeta. 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. Esses efeitos já são vivenciados por sociedades de todo o planeta.

Estas pressões podem levar à erosão da praia, à perda de habitats críticos e à diminuição da resiliência ecológica, o que exige uma governança ambiental mais eficaz e estratégias de conservação adaptativas para garantir a preservação desses preciosos sistemas sociais e ecológicos para as gerações futuras.

Avançar nessa agenda é urgente. A gestão ativa das ameaças é fator determinante para conservação e mitigação das costas arenosas (Schlacher *et al.*, 2008). Existe portanto, uma necessidade emergente de estudos; não somente de diagnósticos, mas também que abordem estratégias de mitigação e adaptação da zona costeira frente a esses desafios.

É um grande desafio para a gestão municipal, onde as ações e impactos se dão diretamente sobre os meios físico e natural, afetando também o socioeconômico. Essa situação é preocupante, pois a degradação ambiental e do bem-estar humano ocorrem localmente (SCHERER *et al.*, 2018).

O desenvolvimento da Gestão baseada em Ecossistemas retrata uma nova perspectiva de gestão. É essencial identificar propostas respaldadas pela ciência através de estudos integrados do ecossistema local, que possibilitem utilizar o próprio ecossistema de uma maneira interdisciplinar para capacitar os tomadores de decisão a aprimorar a formulação de políticas, estratégias de adaptação e mitigação para o enfrentamento dos desafios que afetam o litoral brasileiro, amplificados pelas mudanças no clima.

A prática da GBE é uma alternativa que 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. A abordagem de preservação ambiental está alinhada com as tendências atuais na área de gestão integrada de praias, que advogam por um processo de gestão orientado por uma visão ecossistêmica, conforme descrito por Sardà *et al.* em 2015.

Para alcançar os objetivos da Década da Ciência Oceânica e da Agenda 2030, é essencial adotar uma abordagem integrada e sustentável para a gestão de praias. Isso inclui a implementação de políticas e planos de gestão costeira que levem em consideração a conservação dos ecossistemas costeiros, a mitigação dos impactos das mudanças climáticas e o desenvolvimento sustentável das comunidades costeiras. Também é importante promover a cooperação e a coordenação entre os diversos atores envolvidos na gestão costeira, incluindo governos, comunidades locais, setor privado e organizações da sociedade civil. Ideia essa corroborada no estudo de Nobre (2023) na qual o resultado da análise de um índice de gestão

municipal (IGCM) aponta a ausência de padronização na administração municipal. Scherer (2018) destaca o mesmo obstáculo em Santa Catarina. Dessa forma, será possível garantir a saúde e a sustentabilidade dos ecossistemas costeiros e o bem-estar das populações que deles dependem.

#### **4 ANÁLISE DA PAISAGEM COSTEIRA COMO SUBSÍDEO PARA A GESTÃO BASEADA EM ECOSSISTEMAS. ESTUDO DE CASO: PRAIA DA CAPONGA DO PEIXE.**

##### **Resumo**

A praia da Caponga, localizada no litoral leste do estado do Ceará, assim como outras praias do nordeste do Brasil, vem sofrendo uma significativa desconfiguração da paisagem natural devido a usos e ocupações mal planejadas. Ao considerar a importância da preservação dos sistemas costeiros, especialmente impulsionada pela Década da Ciência Oceânica e Agenda 2030, esse artigo tem como objetivo realizar uma análise temporal da paisagem, considerando as transformações das unidades ambientais ao longo do tempo e o processo de desenvolvimento da comunidade local. Além disso, busca estabelecer uma relação direta entre os ecossistemas naturais do trecho costeiro entre a praia da Caponga e de Água Belas e a provisão de serviços ecossistêmicos. A análise das mudanças ao longo do tempo é uma abordagem holística que influencia diretamente a qualidade da gestão pública e ambiental. A elaboração dos mapas temáticos para cada ano foi realizada utilizando o software de código aberto Quantum GIS (QGIS). Com base na integração dos dados e informações coletadas, observa-se uma progressiva redução dos espaços naturais, principalmente nas classes de Praias e Dunas e Manguezais, devido provavelmente ao avanço das ocupações urbanas. Apesar da escassez de estudos sobre os benefícios oferecidos pela praia da Caponga, as unidades ambientais presentes nela fornecem diversos serviços ecossistêmicos que requerem atenção por parte dos gestores, comunidade científica.

**Palavras-chave:** Zona costeira, geossistemas, serviços ecossistêmicos

##### **Abstract**

Caponga beach, located on the east coast of the state of Ceará, like other beaches in northeastern Brazil, suffers a significant disfigurement of the natural landscape due to poorly planned uses and occupations. When considering the importance of preserving coastal systems, especially driven by the Decade of Ocean Science and Agenda 2030, this article aims to carry out a

temporal analysis of the landscape, considering the transformations of environmental units over time and the process of community development local . Furthermore, it seeks to establish a direct relationship between the natural ecosystems of the coastal stretch between Caponga and Água Belas beaches and the provision of ecosystem services. Analyzing changes over time is a holistic approach that directly influences the quality of public and environmental management. The creation of thematic maps for each year was carried out using the open source software Quantum GIS (QGIS). Based on the integration of data and information collected, a progressive reduction in natural spaces is observed, mainly in the Beaches and Dunes and Mangroves classes, probably due to the advancement of urban occupations. Despite the lack of studies on the benefits offered by Caponga beach, the environmental units present provide several ecosystem services that require attention from managers and the scientific community.

**Keywords:** Coastal zone, geosystems, ecosystem services

#### 4.1 Introdução

A região costeira está sujeita a diversos elementos impulsionadores de crescimento em expansão significativa, tais como turismo, criação de organismos aquáticos e pesca, exploração de petróleo e mineração no mar, grandes estruturas industriais e portuárias, e a instalação de parques eólicos (Brasil, 1998). A linha de costa das praias arenosas, prevalentes no Nordeste brasileiro, é utilizada pelo homem para diversos propósitos, com destaque para os fins recreacionais e turísticos (Mazzer, 2007).

Quando a costa é impactada com a erosão costeira, o desempenho dessas atividades é prejudicado. Esse fenômeno é um desafio global, pois muitas regiões no mundo estão enfrentando o recuo de suas linhas costeiras, causando sérios danos às comunidades litorâneas (Muehe, 2006). Cerca de 40% da costa brasileira está sofrendo erosão e aproximadamente 80% da erosão é tem origem em ações humanas como a construção de infraestruturas urbanas muito próximas a faixa de praia, obras de proteção costeira e de abrigo e acesso aos terminais portuários (Muehe, 2018)

De acordo com Souza *et al.* (2009) e Souza (2009) uma série de consequências são acarretadas pela erosão costeira, como por exemplo, redução da faixa de praia, perda e desequilíbrio de habitats naturais, destruição de estruturas artificiais paralelas e transversais a linha de costa, perda do valor paisagístico da praia, dentre outras.

Os riscos vinculados as alterações climáticas acentuam a perda de espaço para os ecossistemas costeiros (Webster *et al.*, 2005). De acordo com o Sexto Relatório do IPCC (AR6, 2021), perdas de ecossistemas costeiros e de serviços ecossistêmicos, salinização das águas subterrâneas e inundações, alterações nos padrões de precipitação e danos para infraestruturas costeiras são fatores de riscos para: meios de subsistência, assentamentos, saúde, bem-estar, segurança alimentar e hídrica e valores culturais.

Apesar de sua natural vulnerabilidade, são nos ecossistemas costeiros que existe a grande resiliência e possibilidade de promover o desenvolvimento sustentável. A compreensão dessas relações dinâmicas e complexas entre as pessoas e o ambiente é de suma importância para o manejo dos recursos naturais e para a promoção eficaz do desenvolvimento econômico sustentável (Blaikie *et al.*, 2004). Para Christofletti (1979), conceber a paisagem como um sistema significa tecer uma percepção do todo, compreendendo as existências das inter-relações entre as partes do sistema. Diante dos desafios sem precedentes relacionados às mudanças climáticas globais, aumenta a urgência de tornar as praias mais sustentáveis, seguras e prósperas (Silva *et al.*, 2021).

Seguindo o padrão do litoral brasileiro, o município de Cascavel apresentou um crescimento populacional nos últimos anos com um aumento considerável de ocupações na zona costeira. Na praia da Caponga a erosão já provocou danos em estruturas existentes na área como barracas de praia, restaurantes e residências. O projeto Orla estabeleceu o Plano de Intervenção na Orla Marítima De Cascavel-Ce em 2018. Esse plano compartimentou a zona litorânea do município de Cascavel em quatro unidades de paisagem. Segundo as diretrizes do relatório de 2017, as praias de Caponga e Águas Belas apresentam uma situação crítica tanto do ponto de vista social quanto ambiental, decorrente dos impactos do avanço do mar e do desenvolvimento urbano desorganizado. Para o estado do Ceará, reconhecido pelo potencial turístico litorâneo devido às belezas cênicas das praias, às comunidades nativas, aos centros de lazer e às casas de veraneio (Coriolano, 2008), a erosão costeira reflete-se como um problema grave nos quesitos ambiental, econômico e social.

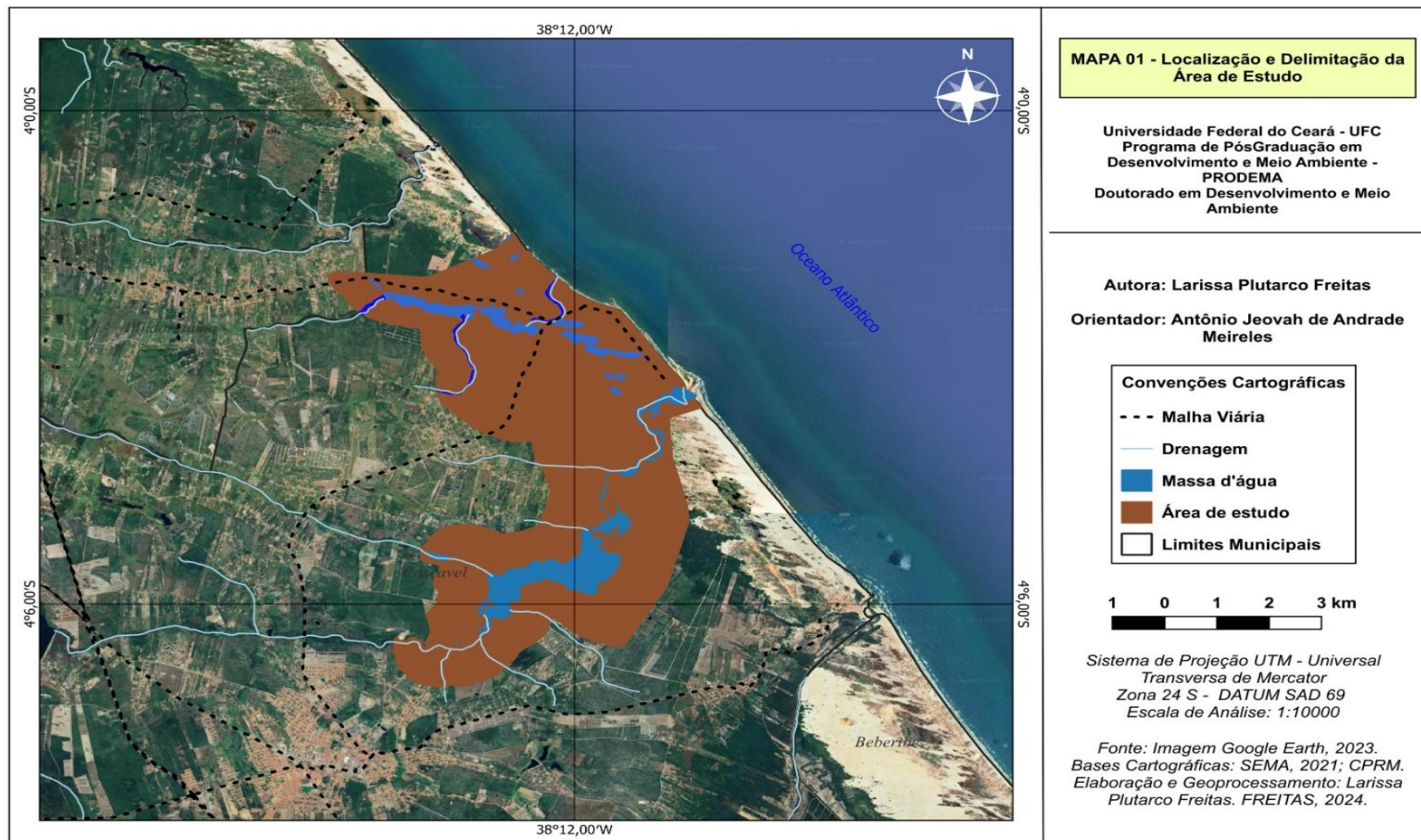
Esses usos ocorrem nos mesmos espaços ocupados pelos ecossistemas costeiros e, na ausência de planejamento e ordenamento, os colocam sob risco, na medida em que ameaçam sua estrutura e funções ecológicas.

O objetivo desse artigo é estabelecer uma análise temporal das transformações das unidades de paisagem da praia da Caponga, através da análise dos geossistemas. Em seguida, utilizando metodologias pré definidas, identificar os serviços ecossistêmicos presentes da faixa de praia da Caponga.

#### **4.2 Localização da área de estudo e suas características físicas.**

Cascavel situa-se na porção leste do Estado do Ceará e está a uma distância de 60km da capital Fortaleza. Ressalta-se que em 2017 foi inaugurada a via duplicada na CE-040 que é um dos principais corredores turísticos do Ceará e trecho de acesso para o município. Possui 837,97 km<sup>2</sup> de extensão territorial e é compartimentado em seis distritos. O seu litoral é composto por cinco praias nos seus 13 km de extensão: Balbino no limite com Aquiraz, Caponga, Águas Belas, Barra Velha e Barra Nova. Destaca-se que essa pesquisa abordará o trecho entre a barra do riacho Caponga- roseira, na praia da Caponga, e o limite com foz do Rio Malcozinhado, na praia de Águas Belas, conforme o mapa a seguir

Mapa 1- Localização da área de estudo.



Fonte: Elaborado pela auto

A área de estudo está situada em uma planície litorânea. Compreende-se por planície litorânea a faixa de terra emersa formada pelos campos de dunas móveis e fixas, terraços marinhos holocênicos, planícies lacustres, lagunar, fluvio-marinha e praias (Souza, 1998). No contato dos terraços marinhos com a Formação Barreiras ocorrem à formação de lagoas, exutórios das dunas edafizadas, onde parte do núcleo urbano de Caponga e Águas Belas estão também localizados (Muehe, 2006).

O clima da região é tropical semiárido quente (IPECE, 2017). A intensidade e frequência da estação chuvosa depende da posição da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT). A ZCIT migra em ciclos anuais trazendo a estação chuvosa para o Ceará entre março e maio. De Julho a Novembro a ZCIT move-se gradualmente para norte do equador, trazendo condições de seca, com aproximadamente 91% das chuvas concentradas no primeiro semestre do ano. O vento exerce um papel fundamental no litoral do Nordeste haja vista a acumulação de dunas e praias arenosas ao longo da costa do Ceará. Nos meses de março e abril, ápices do período chuvosos, predominam ventos de SE (120°-150°) ao longo do dia, passando a SSE-S (150°-180°+) durante a noite (Maia, 1998). No período entre setembro e dezembro tanto os ventos alísios quanto às brisas marinhas se intensificam, com direção predominante variando de E a SE, com predomínio dos ventos alísios de E. As ondas apresentam uma forte componente de E com direções variando entre os quadrantes E, E-NE e E-SE mantendo uma estreita relação com as direções predominantes dos ventos (Morais *et al.*, 2006).

No Ceará as marés são do tipo semi-diurna com características de ambientes de mesomaré, com amplitude média de aproximadamente 3,2 m (Morais, 1981; Maia 1998; Pinheiro *et al.*, 2016). No primeiro semestre a frequência de ondas *swell* é bem maior, devido a diminuição da influência dos alísios de SE e o aumento a turbulência no Atlântico Norte (Morais *et al.*, 2006).

### 4.3 Metodologia

A metodologia implementada nesta investigação seguiu procedimentos interconectados, de caráter exploratório, visando alcançar uma compreensão integrada das transformações do ambiente costeiro.

Para Rodriguez (1994), o conceito de paisagem com um “todo sistêmico” é a base para a análise sistêmica, que combina as inúmeras variáveis da natureza, da economia, da sociedade e da cultura, em um amplo contexto buscam representar a relação da natureza como um sistema e dela com o homem.

Análises empíricas sobre a presença de funções da paisagem ou oferta de serviços e propriedades da paisagem podem ser usadas como método de seleção e quantificação de indicadores espaciais (De Groot *et al.*, 2010).

De acordo com Bertrand (1971) a paisagem pode ser compreendida como certa porção do espaço, resultante da interação dinâmica e instável de atributos físicos, biológicos e antrópicos, que, reagindo dialeticamente uns sobre os outros, fazem dela um conjunto único e indissociável.

Tricart (1977) defende que, para uma abordagem mais holística em estudos ambientais, é necessário ir além das pesquisas puramente analíticas e incorporar princípios ecológicos que permitam uma compreensão ecodinâmica do meio ambiente. Ele argumenta que os geossistemas são caracterizados por sua funcionalidade nos processos de troca de matéria e energia, indicando um estado de equilíbrio dinâmico. Entretanto, o autor ressalta que essa estabilidade é desafiada quando as atividades antropogênicas impõem mudanças, frequentemente acarretando os geossistemas a um estado não equilibrado.

A abordagem foi delineada da seguinte forma:

- **Análise histórica:**

Esta fase envolveu a coleta e análise sistemática de registros históricos para traçar a evolução da área de estudo. Uma abrangente revisão bibliográfica foi conduzida, objetivando a aquisição de informações sobre o povoamento e ocupação humana e suas primeiras instâncias de impacto no ambiente. Fontes primárias e secundárias foram examinadas para elucidar as trajetórias de desenvolvimento geossistêmico e antropogênico.

- **Geoprocessamento**

A análise de imagens de satélite (ano de 1984 e ano de 2023) através de Sistema de Informações Geográficas (SIG) possibilitou a confecção de mapas das unidades ambientais. O *software* utilizado para o tratamento dos dados vetoriais e matriciais foi o Quantum GIS 2.14, que possibilitou todo o tratamento dos dados permitindo a criação de um banco de dados georreferenciados, com as configurações apresentadas no quadro 4, sendo todos os arquivos submetidos à projeção cartográfica Universal Transversal de Mercator (UTM), utilizando-se o Datum Sistema de Referência Geocêntrico para SAD69.

Quadro 4 -Informações de geoprocessamento.

Data	Ano 1984	Ano 2023
Fonte da Imagem	Landsat 8	Landsat 8
Resolução	30 m	30m
Base Cartográfica	IBGE, 2000	CPRM, 2023
Escala de Análise	1:10000	1:10000
Unidades do Relevo	Autora	Sema, 2021

Fonte: Elaboração própria

- Pesquisa de campo:

Esta etapa consistiu em expedições de campo para observação e coleta de dados em tempo real, referentes a fenômenos geossistêmicos atuais. Observações *in situ* possibilitaram a análise detalhada dos componentes e a validação do processo de vetorização. As visitas que ocorreram entre os anos de 2021 e 2023 possibilitaram também a observação real das transformações da paisagem bem como a identificação dos serviços ecossistêmicos. Elaborou-se uma avaliação qualitativa dos serviços ecossistêmicos com base na metodologia aplicada pela classificação CICES adaptada por Rabelo (2014).

- Análise integrada:

A etapa final, constituiu-se de uma integração das informações obtidas que embasou a análise sobre as transformações do ambiente costeiro da praia da Caponga, refletindo uma abordagem holística e transdisciplinar para a sustentabilidade da praia.

#### 4.4 Resultado e discussão

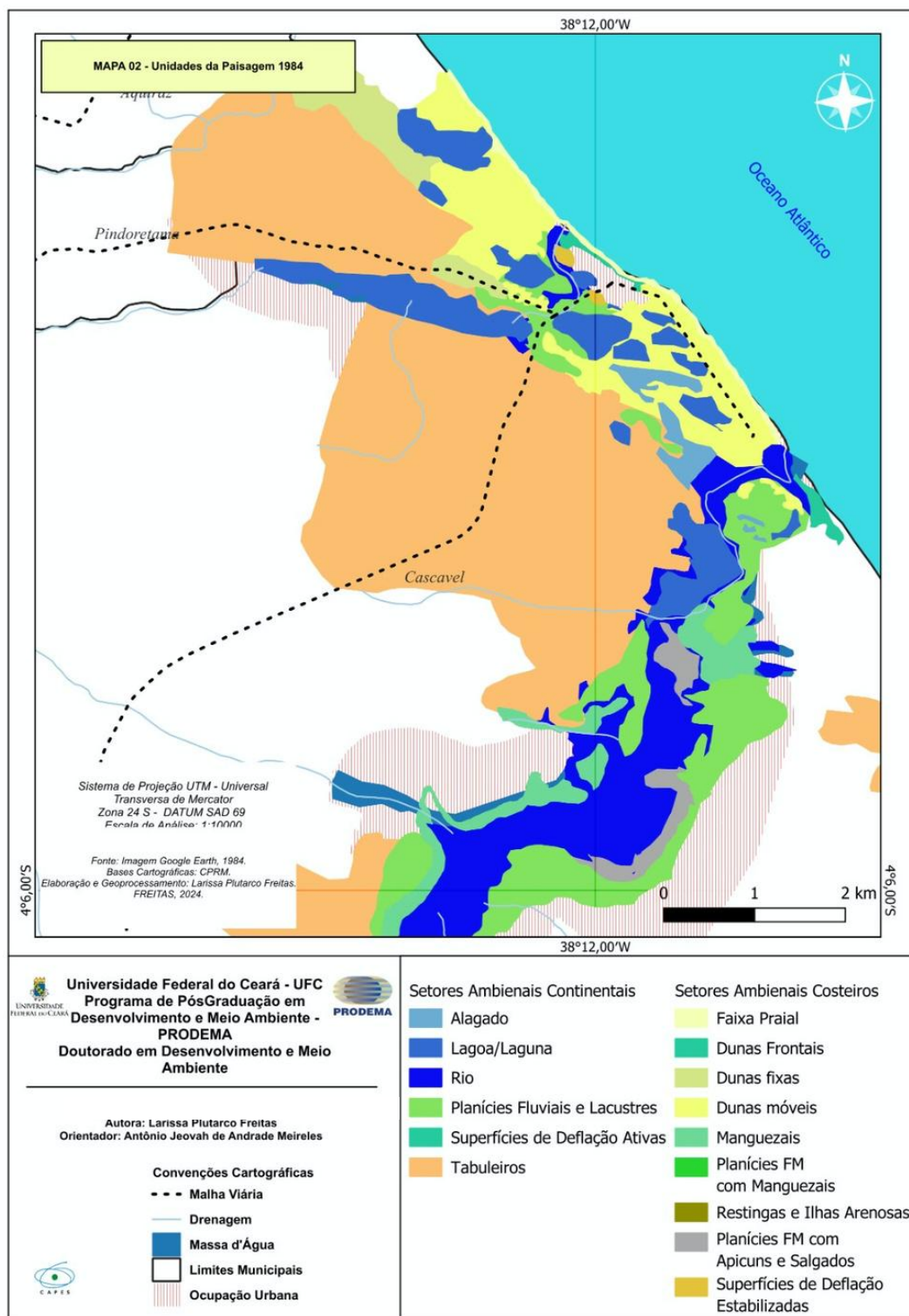
As paisagens são manifestações das mudanças nas características naturais, impulsionadas pela ocupação humana e pelos processos de transformação dos ambientes. As atividades humanas, econômicas e sociais, alteram as feições naturais da paisagem.

Assim, estabelecer uma visão sistêmica para compreensão das dinâmicas decorrentes na paisagem é essencial, pois cada componente isolado do sistema não apresenta propriedades integradoras, se desenvolvendo apenas quando estuda a paisagem em um sistema total (Rodríguez; Silva; Cavalcanti, 2017). A análise sistêmica abrange os elementos relacionados a economia, política, saúde e bem-estar da população, cultura e meio ambiente.

Como resultado da identificação das unidades da paisagem, os Mapas 2 e 3 a seguir

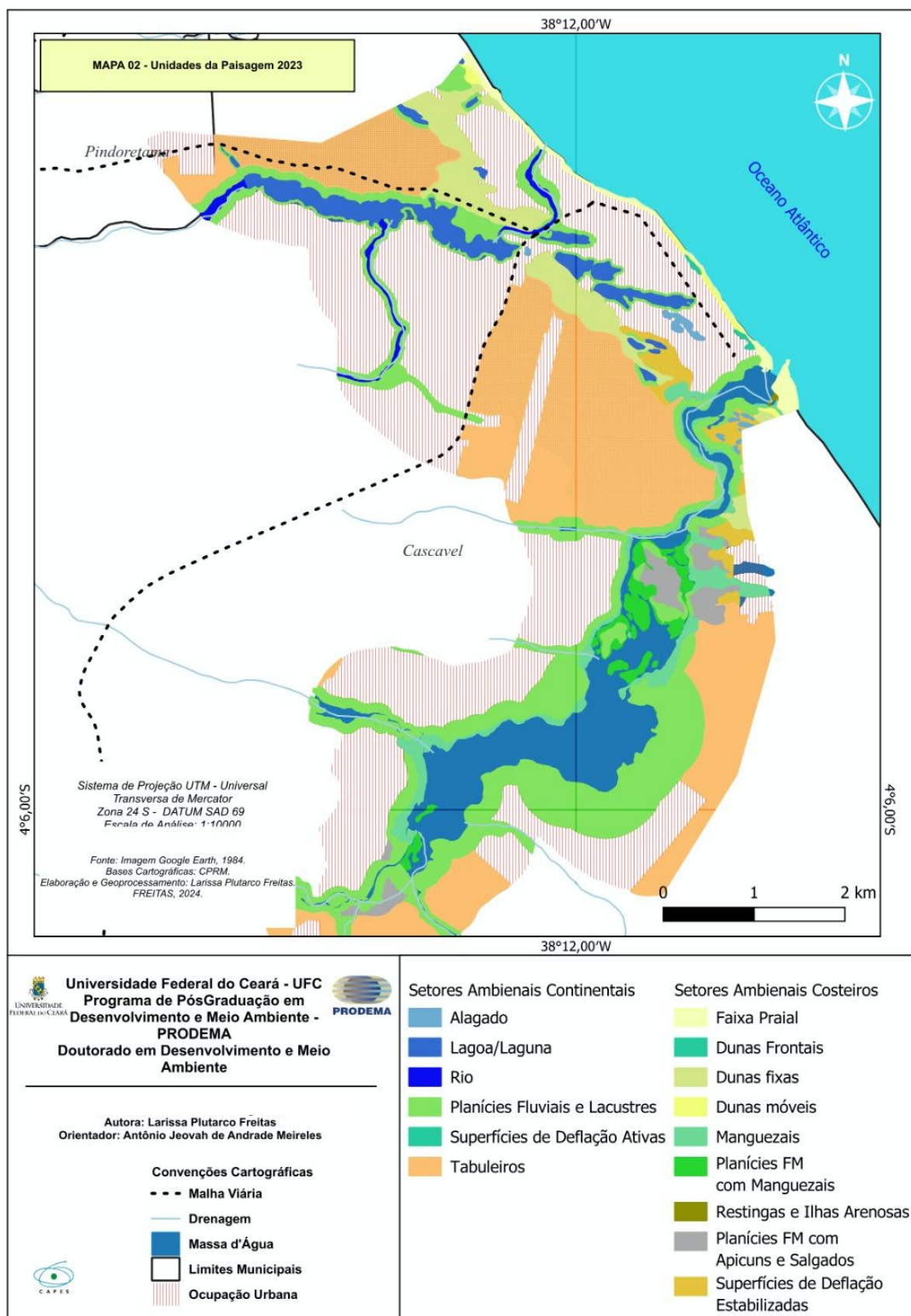
foram gerados e representam as principais transformações na paisagem do trecho costeiro do município de Cascavel que corresponde a praia da Caponga do Peixe e de Águas Belas.

Mapa 2 - Unidades da paisagem 1984



Fonte: Elaborado pela autora.

Mapa 3 - Unidades da paisagem 2023.



Fonte: Elaborado pela autora.

Os mapas 2 e 3 representam as transformações ambientais em um intervalo de 39 anos. Em ambos, foram identificadas seis unidades de paisagem em setor continental e nove unidades em setor costeiro, foco dessa pesquisa.

Em uma análise comparativa entre os mapas, observa-se pouca ocupação urbana no mapa de 1984, com foco na original vila da Caponga e no centro do município de Cascavel. Já o mapa de 2023 apresenta uma aglomeração urbana bem mais densa e consolidada na faixa de praia da área de estudo.

O distrito da Caponga foi criado no ano 1951 (IPECE, 2017). A Caponga era compreendida como uma comunidade marítima até a década de 1970, onde a pesca era a atividade principal. Foi a partir de 1985, conforme Meireles (2008), que aconteceu o início do processo de construção de segundas residências. De acordo com o autor; a ocupação das áreas de dunas foram o ponto de partida para preenchimento completo da faixa de praia. Na década de 80 a terraplanagem das áreas de dunas e mangues próximas ao Riacho Caponga Roseira foram impulsionadas pelas grandes propagandas e financiamentos dos loteamentos dos terrenos à beira mar (Aquino *et al.*, 2003).

Conforme as ocupações foram se consolidando, os impactos na dinâmica do ambiente, em especial ao fluxo de sedimentos, tornaram-se intensos. Estudos de análises geomorfológicas de Pinheiro (2001) apontam que a progressão e a regressão da praia foram tradicionalmente encaradas como processos cíclicos; porém destacou atividades como terraplanagem e utilização do ambiente costeiro da Caponga como fornecedores de materiais para a indústria de construção; o que acarretou mudanças que impulsionaram o avanço do mar na praia e a destruição de casas e outros tipos de estabelecimentos. Os processos erosivos tornaram-se bastante intensos. Foi então construído um muro de proteção (sea wall) em frente ao núcleo urbano praia da Caponga, que não aguentou a força das ondas erodiu.

Em 1998, a então Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SEDURB) juntamente com a prefeitura local implantaram 6 espigões do tipo gabião associado a reestruturação urbana da área. Entre 1999 e 2002 a recuperação da praia foi progressiva, com alterações restritas apenas a sazonalidade do clima de ondas (Pinheiro *et al.*, 2016). Porém, em um curto período de tempo a ocupação das áreas a sotamar do pontal de arenitos de praia promoveu o recuo de 150 da linha de costa (Pinheiro *et al.*, 2001, Pinheiro *et al.*, 2003). Os efeitos disto foram à destruição de casas de veraneio, barracas e da avenida litorânea.

Morais *et al.* (2006) ressalta que destruição das malhas dos gabiões estava associada a falta de manutenção e que promoveram em curto prazo a retomada dos processos erosivos, com recuo estimado entre 2002 e 2004 de 30m.

Outras iniciativas foram tomadas, tais como a implantação de espigões e enrocamentos, porém a ineficiência dessas obras é clara. A solução imediatista à erosão costeira e ao recuo das praias frequentemente envolve intervenções de engenharia, como a instalação de estruturas de proteção nas praias. Durante muitos anos as principais medidas para reduzir os impactos costeiros eram estratégias fixas de proteção costeira; como as utilizadas no litoral da Caponga. 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) conforme relatado por estudos de Pinheiro (2001), Lima (2014).

Essas intervenções têm custos ecológicos significativos, pois as estruturas de proteção alteram o padrão natural das ondas e correntes, afetando as taxas de transporte de areia, que são essenciais para a dinâmica de erosão e deposição nas praias (MILES *et al.*, 2001). Um exemplo é o bloqueio do processo de *by-pass* de sedimentos devido a intensa ocupação /construções no litoral.

Em 2013, Reis ressaltou o importante papel das dunas frontais no controle da erosão por atuarem como depósitos de sedimentos para a praia, o que contribuiu para um amortecimento do processo erosivo. Lima *et al.*, (2015) observou rápidas alterações morfológicas na praia de Caponga sobre o sistema praia-duna induzidas pelo *run-up* máximo da onda de até 6,20m, o que configurou o regime de galgamento no período. Em estudos topográficos realizados para monitoramento da dinâmica praial durante o ano de 2017, Freitas destacou eventos de regime de galgamento em pontos que sofrem a influência do promontório.

A figura 9 representa a situação crítica de vários trechos na faixa de praia da Caponga. Observam-se as tentativas de proteção com alternativas rígidas para evitar a destruição de construções à beira-mar.

Figura 11- Imagens de estruturas para conter a erosão na praia da Caponga.



Fonte: Acervo da autora.

As relações de trabalho foram modificadas nas últimas décadas e os residentes tradicionais tiveram suas atividades principais reestruturadas em torno da atividade turística: frente à demanda gerada pelo movimento de turistas e veranistas, as atividades tradicionais de subsistência como a pesca abriram espaço para as atividades artesanais e de serviços.

O trecho litorâneo entre a praia da Caponga e de águas belas conta com mais de 20 estruturas de barracas de praia, restaurantes e hotéis. Além disso, mercados para insumos alimentícios e depósitos de construção civil movimentam a economia local. Logo, uma comunidade que originalmente era formada por pescadores, por causa do desenvolvimento turístico abriu espaços para outros tipos de trabalhos.

Os esportes aquáticos fazem parte da vida da comunidade local e atraem pessoas de diferentes regiões. Atualmente a praia da Caponga conta com escolinhas de surf e de kite surf além espaços com rede para esportes de areia (figura 12).

Figura 12 - Imagens de práticas esportivas na praia da Caponga



Fonte: Acervo da autora.

O Trecho de Águas Belas é famoso por ser ponto de partida de passeios de buggy pelo litoral leste; e passeios de barcos saem do píer para apresentar a beleza do sistema fluvio-marinho para turistas. Já no trecho da Caponga, passeios de jangada são um ponto forte.

Em setembro de 2023 aconteceu a 26ª edição do evento Regata de Jangadas, que apresentou a temática "Praia Esportiva", por meio da Associação dos Empreendedores de Turismo, Artesanato e Cultura de Cascavel (Assetuc), com apoio da Secretaria do Esporte do Ceará (Sejuv), da Colônia de Pescadores Z10 e da Prefeitura Municipal de Cascavel; com o intuito de incentivar a prática de esportes aquáticos e na areia além do fortalecimento da cultura do jangadeiro no Estado (Jornal O Povo, 2023).

O turismo em praias é uma atividade significativa em muitas regiões ao redor do mundo, atraindo visitantes em busca de cenários paradisíacos, atividades recreativas e uma experiência relaxante. O Nordeste do Brasil é amplamente reconhecido como o principal destino turístico do país. As praias cearenses são atrativas pela beleza cênica e águas quentes. O Ministério do Turismo (2010) considera "Turismo de Sol e Praia", como aquele que constitui-se das atividades turísticas relacionadas à recreação, entretenimento ou descanso em praias, em função da presença conjunta de água, sol e calor. O município de Cascavel faz parte da categoria B, de acordo com o mapa do painel de turismo 2023, onde o principal segmento turístico do município

é o turismo de Sol e Mar. Para a comunidade local é fator de geração emprego, crescimento de pequenos negócios e intercambio cultural.

Muito famosa regionalmente também por ser palco do Festival da Sardinha, a praia da Caponga é reconhecida por sua gastronomia. A 15ª edição do Festival da Sardinha aconteceu em novembro de 2023. Contou com uma estrutura de quiosques com artesanato local; comidas, provendo especialmente a sardinha como base gastronômica; além de atrativos musicais (figura 13)

Figura 13 - Mosaico de atividades presentes na 15ª edição do Festival da Sardinha.



Fonte: Acervo da autora.

É importante salientar que essa gama de transformações das formas de uso e de ocupação do ambiente costeiro do município, trouxe inúmeros benefícios para o desenvolvimento da comunidade local. Contudo é necessário estabelecer uma relação direta com o desenvolvimento no viés da sustentabilidade.

Em 1992, a Conferência das Nações Unidas sobre Meio Ambiente e Desenvolvimento destacou que “o direito ao desenvolvimento deve ser exercido de tal forma que responda equitativamente às necessidades de desenvolvimento e ambientais das gerações presentes e futuras” (ONU, 1992). Dessa forma, é evidente a necessidade de compreensão de que o meio ambiente não pode ser prejudicado ao ponto de impedir o desenvolvimento das futuras gerações.

A partir dessa ideia, a análise dos impactos ambientais é fundamental como estratégia de identificação da vulnerabilidade ambiental de determinada região.

A abordagem de Bertrand enfatiza a interligação entre os componentes naturais e culturais, destacando que a ação antrópica não é um elemento externo ao sistema, mas uma força dinâmica que evolui com o ambiente. Essa visão do geossistema reitera que o espaço geográfico é resultado não apenas dos elementos naturais, mas também da influência humana, e que a compreensão dessas interações é crucial para uma categoria da análise geográfica (Bertrand, 2004).

Rodriguez, Silva e Cavalcanti (2004) classificaram os problemas ambientais ou processos geocológicos degradantes em duas categorias: naturais e de interação. Os problemas de interação, de origem antropogênica, incluem a contaminação do solo, da água e da atmosfera, a alteração dos recursos hídricos, a perda da qualidade visual da paisagem e a degradação da vegetação dos solos e pastos. Já os problemas naturais envolvem a erosão, a deflação, a perda da biodiversidade, a redução do nível de água subterrânea, a laterização, as inundações, a salinização, entre outros.

O quadro abaixo estabelece uma relação direta entre a perda de área do espaço natural e os consequentes impactos ambientais.

Quadro 5 - Informações sobre as unidades da paisagem.

	UNIDADES DA PAISAGEM	ÁREA (Km <sup>2</sup> ) 1984	ÁREA (Km <sup>2</sup> ) 2023	GEOINDICADORES	IMPACTOS AMBIENTAIS
SETORES NATURAIS CONTINENTAIS	Alagado	0,34	0,08	Alto nível de precipitação	Risco a inundação em áreas com ocupação em seu entorno
	Lagoa/ laguna	2,35	0,9	Presença de resíduos sólidos	Eutrofização de lagoas e presença de doenças virais
	Rios	5,7	0,15	Mudanças na geometria do canal	Assoreamento nos canais de rios e novos cursos, levando a áreas de inundação e alagados
	Planície fluvial e lacustre	3,81	5,75	Presença de extrativismo vegetal	Desmatamento
	Tabuleiros	16,73	8,74	Uso do solo	Degradação do solo e consequentes problemas socioeconômicos e ambientais
SETORES NATURAIS COSTEIROS	Faixa de praia	0,22	0,16	Geometria da faixa de praia	Erosão e danos costeiros
	Dunas fixas	0,97	1,36	Ocupação urbana	Presença de expansão urbana em ambientes instáveis
	Dunas móveis	2,08	0,07	Geometria e altitude	Presença de dunas em residências, contenção de dunas e consequente fixação das mesmas
	Dunas frontais	0,17	0,02	Presença de ocupação	Ausência de retroalimentação de faixas de praias
	Manguezais	1,17	0,79	Solo exposto	Manguezais degradados
	Planícies fluviomarinhas com manguezais		0,44	Ausência de vegetação	Perda da biodiversidade e desembocaduras, faixas de praias e dunas desprotegidas
	Restingas e ilhas arenosas	0,24	0,04	Ausência de vegetação	Desmatamento
	Planícies Fluviomarinhas com apicuns e salgados	0,43	0,5	Assoreamento de canais	Diminuição do fluxo hídrico
	Superfície de deflação estabilizada	0,05	0,44	Ausência de vegetação	Solo exposto e consequentes áreas degradadas
SETORES ANTRÓPICOS	Uso e Ocupação	0,21	14,14	Mudanças na paisagem	Impactos e danos ambientais de maiores relevâncias devido às pressões urbanas

Fonte: Elaborada pela autora.

Observa-se que houve uma redução de área de quase todas as unidades ambientais identificadas. O uso e ocupação do solo teve um aumento proporcional significativo acarretando consequências das pressões urbanas.

Dentre as unidades costeiras, as dunas móveis foram as que tiveram maior perda de área. De acordo com levantamento do MapBiomas divulgado no fim de 2022, entre 1985 e 2021, a cobertura de dunas e praias no Brasil foi reduzida em 15%. Esse padrão de redução também pode ser observado na área de estudo para a variação temporal definida que apresentou uma redução de aproximadamente 15,79% para dunas frontais.

A retirada de sedimentos e construção de habitações e ruas, provocam alterações ambientais consideráveis, como a desestabilização do relevo, eliminação de espécies, desestruturação da cadeia alimentar e perda do potencial genético, principalmente próximo aos núcleos residenciais e comerciais, que sofrem as consequências desses impactos.

A erosão costeira é um grave problema, intensificada pela construção de um conjunto de estruturas ao longo da linha de costa e supressão de vegetação e dunas. As consequências da forma desmedida do uso e ocupação da zona são refletidas na desqualificação espacial.

Estes impactos afetam diretamente o equilíbrio da função dos ecossistemas e os serviços ecossistêmicos benéficos ao ser humano, como os serviços de suporte e regulação, serviços culturais e serviços de provisão.

De Groot *et al.* (2010) destacam como a utilização e manejo do solo afetam diretamente as características, processos e elementos que sustentam a prestação de serviços ecossistêmicos. Os autores ressaltam que qualquer alteração no uso ou gerenciamento do solo pode, conseqüentemente, modificar a disponibilidade desses serviços, impactando não somente serviços isolados, mas o conjunto integral de benefícios oferecidos pelo ecossistema.

A identificação dos serviços ecossistêmicos de uma praia emerge como uma ferramenta satisfatória para a compreensão da interligação entre a saúde do ecossistema e a qualidade de vida da comunidade local. Esta abordagem permite uma análise abrangente e holística dos benefícios diretos e indiretos que o ecossistema praiar proporciona às pessoas.

Com base na classificação CICES adaptada por Rabelo (2014) foram identificados os seguintes serviços ecossistêmicos:

Serviços de regulação:

1. absorção de gás carbônico por meio da vegetação de restinga na zona de pós praia;
2. filtragem e estocagem das águas pluviais por meio dos depósitos arenosos;
3. proteção ao continente contra as intempéries marinhas, por meio de dunas e dos arenitos de praia (beachrocks) presentes no estirâncio da zona de praia;

4. retenção natural de sedimentos (associado à presença de vegetação no pós-praia fixador natural de sedimentos, diminuindo, portanto, os efeitos da erosão costeira);
5. refúgio e/ou berçário marinho (associado à presença de manguezal e áreas de desova de tartaruga marinha e outros animais);

Figura 14 - Imagens da representação dos serviços de regulação.



Fonte: Acervo da autora.

#### Serviços de provisão:

1. alimentação (através de pescados e mariscos);
2. fornecimento de matéria orgânica (através dos ventos, deriva litorânea);
3. recursos genéticos (associados à presença de ecossistemas heterogêneos, com alta biodiversidade);
4. recursos ornamentais (presença de recursos utilizados para artesanato, tais como, ostras, minerais, madeira morta).

O artesanato faz parte da comunidade. Trabalhos feitos com escamas de peixes e pinturas em barro e madeira são produtos e fonte de renda de muitas pessoas na comunidade. Na Caponga foi construído um centro de Artesanato onde os artistas expõem suas peças

diariamente (figura 15)

Figura 15 - Imagens da representação dos serviços de provisão



Fonte: Acervo da autora.

#### Serviço Cultural:

1. Uso da faixa de praia e marítima tanto pela população local como pelos turistas;
2. Práticas esportivas, caminhadas na zona de estirâncio e passeios de jangadas;
3. Práticas de banhos de sol e de mar;
4. Contemplação da paisagem;
5. Práticas de comércio formal e informal;

Para Cooper *et al.* (2016) os valores estéticos, espirituais e de lugar não tem que ser apenas preferencias individuais, ao invés disso, eles são frequentemente valores socialmente compartilhados. A figura abaixo destaca a beleza cênica da praia da Caponga.

Figura 16 - Imagens da beleza cênica da praia da Caponga.



Fonte: Acervo da autora.

A praia da Caponga passou por grandes transformações nas últimas décadas e segue a tendência de degradação ambiental assim como várias praias no mundo. Uma diversidade de Serviços ecossistêmicos são fornecidos pela praia da Caponga, contudo então em risco pelo grau de vulnerabilidade da praia. Em um cenário atual de catástrofes ambientais mais frequentes pelos efeitos intensos do aquecimento global, o incentivo à sustentabilidade deve ser tratado de forma emergencial.

Em 2018 foi lançado o Plano de Gerenciamento Integrado (PGI) do município de Cascavel. Apesar disso, ainda segue em situação de análise técnica o Termo de Adesão a Gestão de Praias do município (TAGP) o que dificulta a operacionalização e aumenta os prazos de adoção de medidas ambientais estratégicas.

O município de Cascavel faz parte dos 20 (dentre os 184) municípios cearenses que mais emitiram Gases do Efeito Estufa em 2018, de acordo o Sistema de Estimativas de Emissões e Remoções de Gases de Efeito Estufa (SEEG).

Em 2022 o IPECE Publicou o “Os objetivos de desenvolvimento sustentável e as ações do governo do Ceará: ods 11 – cidades e comunidades sustentáveis. nº 11/2022”. Nesse documento

são listadas ações sustentáveis adotadas pelos municípios cearenses. Com base nas informações divulgadas, foram listadas as ações abordadas no Município de Cascavel:

- Conclusão das obras de recuperação da adutora de Cascavel
- Conclusão das obras de ampliação da malha municipal
- Realização de seis oficinas para elaboração e revisão do Plano de Gestão Integrada da Orla Marítima,
- Elaboração de Planos de Gestão Integrada da Orla Marítima
- Constituição do Consórcio para Gestão Integrada dos Resíduos Sólidos

Apesar dessas ações, não foram identificadas ações que explicitam de forma direta o objetivo 13 que aborda as mudanças climáticas. Além disso, a ausência de integração e atualização de dados é um dos desafios para o monitoramento dos avanços que o município alcança.

Em 23/11/2022 foi criado o decreto nº 072/2022 que “Disciplina a entrada, circulação, permanência e o estacionamento de veículos de transporte coletivo de passageiros por fretamento, provindos ou não de outros municípios, e das outras providências.” A prefeitura de Cascavel, por meio da Secretaria Municipal de Desenvolvimento Econômico e Turismo, decidiu regulamentar a entrada de transportes utilizados para fins turísticos e que frequentam o litoral.

A identificação dos principais serviços numa região fornece uma ideia mais clara de quais setores precisam ser incluídos numa abordagem de Gestão Baseada em Ecossistemas (LESTER *et al.*, 2010) e onde a gestão existente pode estar negligenciando interações importantes.

A complexa interação entre o crescimento demográfico e as modificações nos ecossistemas costeiros exige a necessidade de intervenções de gestão sustentável e eficaz para fomentar a conservação ambiental. A ausência ou falha nos alinhamentos e articulações entre as estratégias locais, nacionais e regionais com os diferentes setores da sociedade dificultam o desenvolvimento sustentável da praia.

Nesse contexto, algumas medidas podem ser consideradas estrategicamente para alcançar as metas da Agenda 2030; como a inclusão de fundamentos ambientais na educação básica formal para o cultivo da ciência oceânica, por exemplo. De forma similar, a elaboração de oficinas sobre mudanças climáticas, serviços ecossistêmicos, gestão de resíduos sólidos são potentes alternativas para um maior engajamento e conexão entre gestores e população. As soluções baseadas na natureza no âmbito de infraestruturas de proteção costeira e ampliação das áreas naturais são uma vertente muito certa para a mitigação e adaptação.

## 4.5 Conclusão

O estudo realizado sobre as transformações na paisagem do município de Cascavel entre os anos de 1984 e 2023 revelou mudanças significativas no uso e ocupação do solo. Essas transformações estão relacionadas diretamente aos efeitos do desenvolvimento urbano desordenado. A emergência climática e a tendência cada vez maior de ocupação dessa zona são fatores preocupantes para a sustentabilidade da praia.

Considerar as mudanças nas unidades de paisagem na abordagem dos serviços ecossistêmicos é entender que os serviços estão associados a um contexto geográfico de macro e microescalas. E que a integridade e saúde dos elementos bióticos e abióticos influenciarão na oferta de SE e a dinâmica desses serviços influenciará nas formas de uso, exploração e transposição destes a curtos prazos.

Práticas ambientais iniciais existem no município; entretanto, existem barreiras organizacionais, culturais, regulatórias e metodológicas a serem superadas, bem como incentivos a serem promovidos. A burocratização pode ser vista como um fator que dificulta os processos de avanços na política ambiental.

Diante desses desafios, o planejamento e gestão das zonas costeiras adquirem uma importância crítica. É essencial que as estratégias de uso do solo e as decisões de planejamento levem em conta a sustentabilidade dos ecossistemas litorâneos e costeiros. Isso implica em optar por alternativas de uso que não apenas evitem a degradação ambiental, mas que também promovam a recuperação e conservação desses habitats.

Atualmente as abordagens de soluções baseadas em ecossistemas aproveitam a capacidade da natureza para proteger as comunidades humanas contra os impactos adversos das alterações climáticas através da prestação sustentável de serviços ecossistêmicos.

Além disso, em um contexto de mudanças climáticas e consequente aumento do nível médio do mar, as tendências de processos erosivos, alterações em regimes de chuva e intensidade dos ventos têm significativo potencial de impactar diretamente os ecossistemas da zona costeira e os serviços que fornecem.

A escolha dessas alternativas deve ser guiada por uma abordagem integrada e ecossistêmica que considera a complexidade e a interdependência dos elementos naturais e humanos na zona costeira. Isso inclui a implementação de medidas como zonas de proteção, limites para desenvolvimento urbano e turístico, gestão de resíduos eficaz e políticas que incentivem práticas sustentáveis entre os usuários locais e visitantes.

Além disso, o envolvimento e a educação das comunidades locais são fundamentais para garantir a adesão e o sucesso das políticas de gestão costeira.

Por fim, o monitoramento contínuo e a pesquisa são indispensáveis para adaptar as estratégias ao longo do tempo e responder efetivamente às mudanças climáticas e outras variáveis ambientais. A implementação de um planejamento eficaz e consciente para as zonas costeiras não só protegerá esses ecossistemas críticos, mas também assegurará sua vitalidade para as gerações futuras.

## **5 SÍNTESE INTEGRADORA**

O principal objetivo desta tese foi contribuir para uma compreensão integrada da zona costeira, estabelecendo uma relação direta entre os processos antrópicos e potenciais impactos ambientais.

A pesquisa adotou uma abordagem exploratória partindo de um arcabouço teórico sobre a importância dos ecossistemas de praias ressaltando sua funcionalidade e oferecimento de serviços ecossistêmicos. Estes incluem a provisão de alimentos, água potável, polinização de culturas, regulação climática e proteção contra eventos extremos, dentre outros. O Programa das Nações Unidas para o Desenvolvimento (PNUD) e o Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente (PNUMA) reconhecem tais serviços como fundamentais para o sucesso do desenvolvimento sustentável. Estes serviços são indispensáveis para a manutenção da qualidade de vida humana e para o desempenho das economias. Contudo, têm sido muitas vezes subestimados ou negligenciados em estratégias de desenvolvimento, com consequências que podem ser tanto imediatas quanto de longo prazo. Logo, ao se tratar de zona costeira com toda sua relevância e dinamismo, a gestão que não considera esses serviços é insustentável.

O segundo artigo aborda os avanços no caminho para a sustentabilidade das praias. Nele é apresentado a situação de descentralização da gestão de praias. Essa abordagem tem potencial para otimizar as tomadas de decisões, contudo a falha de integração e as demoras de prazos processuais dificultam os planos e metas a serem atingidos. Existe uma necessidade emergente da inclusão em primeiro plano dos serviços ecossistêmicos nos processos de gestão, que ainda os considera como ferramentas de cunho auxiliar.

O último capítulo é um exemplo de como é essencial uma visão integrada do ambiente. A análise das transformações da paisagem constitui uma importante ferramenta para contribuir de forma significativa com a compreensão das vulnerabilidades e potencialidades em uma esfera local, funcionando como importante subsídio para os gestores e comunidade. A

análise da mudança histórica de um território é propícia para que os decisores otimizem o planejamento do uso do solo e reduzam os impactos negativos do uso irracional dos recursos naturais.

As mudanças climáticas representam uma das principais preocupações contemporâneas, e os impactos mais significativos sobre o meio ambiente ainda estão por acontecer. A conscientização da riqueza e potencialidade do ambiente natural deve ser um ponto de partida para um mundo seguro (em todas as suas vertentes).

## **6 CONCLUSÃO GERAL**

É necessário reconhecer a importância dos serviços ecossistêmicos como os principais fatores que apoiam o meio ambiente, a integridade social e econômica, e o bem-estar humano (Scherer; Asmus, 2016). O reconhecimento da interdependência entre desenvolvimento humano e saúde dos ecossistemas é crucial.

Um planejamento que negligencia essa relação tende a levar a resultados negativos, como a degradação ambiental, que pode comprometer a capacidade de um ecossistema de fornecer os serviços essenciais dos quais a sociedade depende. Além disso, a degradação ambiental pode resultar em custos econômicos elevados no futuro, seja pela necessidade de restauração do ecossistema ou pela perda de serviços ecossistêmicos que precisam ser substituídos por soluções artificiais, frequentemente com custos elevados e menos eficientes.

A praia da Caponga passou por intensas transformações do litoral e a análise integrada permitiu uma compreensão de que o desordenado crescimento urbano degradou a paisagem natural e causou desequilíbrios nos ecossistemas. Logo a análise integrada de cada localidade é necessária para fomentar a resiliência, tão necessária para a sustentabilidade.

## REFERÊNCIAS

- AMARAL, A. C. Z. et al. Brazilian sandy beaches: characteristics, ecosystem services, impacts, knowledge and priorities. **Brazilian Journal of Oceanography**. São Paulo, v. 64 (sp2): p. 5-16, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/S1679-875920160933064sp2>. Acesso em 02 ago. 2023.
- ANDRADE, D. C.; ROMEIRO, A. R. Serviços ecossistêmicos e sua importância para o sistema econômico e o bem-estar humano. **Texto para discussão. IE/UNICAMP**, v. 155, p. 1-43, 2009. Disponível em: [https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33304202/texto155-libre.pdf?1395725294=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DServicos\\_ecossistemicos\\_e\\_sua\\_importanci.pdf&Expires=1716249970&Signature=arK~d26WmRnCZI5bOhvJRMdNm2Hf5sj-xHUuVxdt5ABVReXamDFlrqWFUz4T6VoMFv8HwA3f23-qxsImw7YL6GB8Kog7f50-mfLRli0SMM6EuAYoRIsnSPGM8xAY3EWtXVmaJjgAsgjhc7FIF8IugaPR-xxNhAh9GbADG7xdmfRV6Vm4PhuLXKua6luW9-9UFO~sY-wcQioxQPc7CJFVS9LK1SbUFjIVvXNWZCdn74-Unvv0KX72ltkIYKsYD4aycDggrHlHtuttQUEPnmIo20fpB~wmDtvqKAVqPYuZKOPssGxG4e4ZGPcWPIsRyi1b9IN4pIordU1gTbSdsvO26w\\_\\_&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA](https://d1wqtxts1xzle7.cloudfront.net/33304202/texto155-libre.pdf?1395725294=&response-content-disposition=inline%3B+filename%3DServicos_ecossistemicos_e_sua_importanci.pdf&Expires=1716249970&Signature=arK~d26WmRnCZI5bOhvJRMdNm2Hf5sj-xHUuVxdt5ABVReXamDFlrqWFUz4T6VoMFv8HwA3f23-qxsImw7YL6GB8Kog7f50-mfLRli0SMM6EuAYoRIsnSPGM8xAY3EWtXVmaJjgAsgjhc7FIF8IugaPR-xxNhAh9GbADG7xdmfRV6Vm4PhuLXKua6luW9-9UFO~sY-wcQioxQPc7CJFVS9LK1SbUFjIVvXNWZCdn74-Unvv0KX72ltkIYKsYD4aycDggrHlHtuttQUEPnmIo20fpB~wmDtvqKAVqPYuZKOPssGxG4e4ZGPcWPIsRyi1b9IN4pIordU1gTbSdsvO26w__&Key-Pair-Id=APKAJLOHF5GGSLRBV4ZA). Acesso em 20 out 2023.
- ANDRÉS, M.; BARRAGÁN, J. M.; SCHERER, M. Urban centres and coastal zone definition: Which area should we manage? **Land Use Policy**, Oxford , v.71, p.121-28, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.landusepol.2017.11.038>. Acesso em 20 out 2023.
- BARBIER, E.B., et al. The value of estuarine and coastal ecosystem services. **Ecological Monographs**, Washington , v. 81: 169-19, 2011. Disponível em: <https://doi.org/10.1890/10-1510.1>. Acesso em 24 out 2023.
- BARRAGÁN, J. M. **Política, gestión y litoral: una nueva visión de la gestión integrada de áreas litorales**. Madrid, ES: Editorial Tébar Flores, 2014.
- BERRY, A.; FAHEY, S.; MEYERS, N. Changing of the guard: adaptation options that maintain ecologically resilient sandy beach ecosystems. **Journal of Coastal Research**, Lawrence, v. 29, n. 4, p. 899-908, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-12-00150.1>. Acesso em 09 maio 2023.
- BERRY, P. *et al.* Ecosystem services bundles. In: POTSCHIN, M.; JAX, K. (Ed.). **OpenNESS Ecosystem Services Reference Book**. 2016. Disponível em: 02 fev. 2025.
- BOTERO, C. M., CABRERA, J. A., & ZIELINSKI, S. Tourist beaches. In C.W. Finkl & C. Makowski (Eds.), **Encyclopedia of Coastal Science**. Dordrecht (pp.1790-1796). Switzerland: Springer, 2 edition., 2018. Disponível em: [https://doi.org/10.1007/978-3-319-48657-4\\_401-1](https://doi.org/10.1007/978-3-319-48657-4_401-1). Acesso em: 03 maio 2023.
- BRASIL. Constituição da República Federativa do Brasil de 1988. Brasília, DF, 5 out. 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/constituicao/constituicao.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/constituicao/constituicao.htm). Acesso em: 05 fev. 2023.

BRASIL. Decreto Federal nº 5.300, de 07 de dezembro de 2004. Regulamenta a Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988, que institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro – PNGC, dispõe sobre regras de uso e ocupação da zona costeira e estabelece critérios de gestão da orla marítima, e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 08 dez. 2004. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20042006/2004/decreto/d5300.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20042006/2004/decreto/d5300.htm). Acesso em out. 2022.

BRASIL. Decreto nº 10.531, de 26 de outubro de 2020. Institui a Estratégia Federal de Desenvolvimento para o Brasil no período de 2020 a 2031. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, Seção 1, p. 3, 27 out. 2020. Disponível em: [https://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato2019-2022/2020/decreto/d10531.htm](https://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato2019-2022/2020/decreto/d10531.htm). Acesso em: 11 jun. 2025.

BRASIL. Lei Federal nº 13.240, de 30 de dezembro de 2015. Dispõe sobre a administração, a alienação, a transferência de gestão de imóveis da União e seu uso para a constituição de fundos; altera a Lei nº 9.636, de 15 de maio de 1998, e os Decretos Lei nºs 3.438, de 17 de julho de 1941, 9.760, de 5 de setembro de 1946, 271, de 28 de fevereiro de 1967, e 2.398, de 21 de dezembro de 1987; e revoga dispositivo da Lei nº 13.139, de 26 de junho de 2015. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 31 dez. 2015. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20152018/2015/Lei/L13240.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20152018/2015/Lei/L13240.htm). Acesso em: 03 jan. 2021.

BRASIL. Lei Federal nº 13.813, de 9 de abril de 2019. Dispõe sobre a transferência de imóveis (...); altera o Decreto Lei nº 1.876, de 15 de julho de 1981, e as Leis nºs 9.497, de 11 de setembro de 1997, 9.636, de 15 de maio de 1998, 11.481, de 31 de maio de 2007, 11.483, de 31 de maio de 2007, 13.240, de 30 de dezembro de 2015, e 10.233, de 5 de junho de 2001; e revoga dispositivos das Leis nºs 8.742, de 7 de dezembro de 1993, 9.649, de 27 de maio de 1998, 11.481, de 31 de maio de 2007, e 11.483, de 31 de maio de 2007. **Diário Oficial da União, Brasília**, DF, 10 abr. 2019d. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/\\_ato20192022/2020/decreto/D10531.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/_ato20192022/2020/decreto/D10531.htm). Acesso em: 02 jan. 2021.

BRASIL. Lei no 7.661, de 16 de maio de 1988. Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências. **Diário Oficial da União**, Brasília, DF, 18 maio 1988. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L7661.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L7661.htm). Acesso em: 05 fev. 2023

BRASIL. **Lei Federal 6.938**, de 31 de agosto de 1981. Disponível em: [http://www.planalto.gov.br/ccivil\\_03/leis/L6938.htm](http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/L6938.htm). Acesso em: 05 fev. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente (MMA). **Avaliação dos Zoneamentos Ecológico-Econômicos Costeiros elaborados no Brasil**. Brasília, 2018. Relatório Final.

BRASIL. MAPBIOMAS. Disponível em: <https://brasil.mapbiomas.org/2022/11/18/radiografia-da-costa-brasileira-nos-ultimos-37-anos-manguezais-estaveis-praias-e-dunas-em-retracao/>. Acesso em: 05 fe. 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. Portaria nº 34, de 2 de fevereiro de 2021. Aprova a listagem atualizada dos municípios abrangidos pela faixa terrestre da zona costeira brasileira. **Diário Oficial da União**: seção 1, Brasília, DF, edição 23, página 53, 3 fev. 2021. Disponível

em: <https://www.in.gov.br/en/web/dou/-/portaria-mma-n-34-de-2-de-fevereiro-de-2021-302053267>. Acesso em: 09 jun. 2023.

BRASIL. Ministério do Meio ambiente. Zona Costeira e Marinha. 2022. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/ecossistemas-costeiros-e-marinhas#:~:text=A%20zona%20costeira%20e%20marinha,costeira%20e%20a%20intrus%C3%A3o%20salina>. Acesso em: 09 jun. 2023.

BRASIL. MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE (MMA). **Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro - 25 anos do gerenciamento costeiro no Brasil**. Brasília: MMA, 2015. Disponível em: <https://www.marinha.mil.br/secirm/sites/www.marinha.mil.br/secirm/files/gerco.pdf>. Acessado em: 07 jun. 2023.

BROOKS, S. M.; SPENCER, T.; CHRISTIE, E. K. Storm impacts and shoreline recovery: Mechanisms and controls in the southern North Sea. **Geomorphology**, Amsterdam, v. 283, p. 48-60, 2017.

BROWN, A.C.; MCLACHLAN, A. Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025. **Environmental Conservation**, Reino Unido, v. 29, p. 62-77, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/S037689290200005X>. Acesso em 11 nov. 2023.

BRUNDTLAND, G. H. World commission on environment and development. **Environmental policy and law**, Amsterdam, v. 14, n. 1, p. 26-30, 1985.

CABIOCH, B.; ROBERT, S.. Integrated beach management in large coastal cities. A review. **Ocean & Coastal Management**, Oxford, v. 217, p. 106019, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2021.106019> . Acesso em 11 nov. 2023.

CARPENTER, S. R. *et al.* Science for managing ecosystem services: Beyond the Millennium Ecosystem Assessment. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, Washington, v. 106, n. 5, p. 1305-1312, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1073/pnas.0808772106> . Acesso em 02 mar. 2024.

CHECON, H. H., *et al.*, A. Locally developed models improve the accuracy of remotely assessed metrics as a rapid tool to classify sandy beach morphodynamics. **PeerJ**, Estados Unidos, v. 10, e13413.2022. Disponível em: <https://doi.org/10.7717/peerj.13413>. Acesso em 02 mar. 2024

CHECON, H. H. *et al.* Beach market: what have we been computing in Brazil?. **Ocean and Coastal Research**, São Paulo, v. 69, n. 1, p. e21038, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/2675-2824069.21031hhc>. Acesso em 03 fev 2024.

CHEN, A. *et al.* Dynamic of land use, landscape, and their impact on ecological quality in the northern sand-prevention belt of China. **Journal of Environmental Management**, Reino Unido, v. 317, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2022.115351>. Acesso em 23 nov. 2023.

CHRISTOFOLETTI, A. A praia do imaginário brasileiro. In: BOMBANA, B.; TURRA, A.; POLETTE, M. (Org.) **Gestão de Praias**: do conceito à prática. São Paulo: Instituto de Estudos Avançados da Universidade de São Paulo p. 14, 2022.

CHRISTOFOLETTI, A. **Análise de sistemas em geografia**. São Paulo: Hucitec, 1979.

CORREA, M. R. *et al.* 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**, Austrália, v. 26, p.59-84, 2020. Disponível em: <https://search.informit.org/doi/abs/10.3316/informit.999603027249446>. Acesso em 02 fev. 2024.

COSTANZA, R. *et al.* **An introduction to ecological economics**. Crc Press, Estados Unidos, 1997.

COSTANZA, R.; *et al.* Predictability, scale, and biodiversity in coastal and estuarine ecosystems: implications for management. **Ambio**, Suécia, p. 88-96, 1993.

COSTANZA, R. *et al.* Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go?. **Ecosystem services**, Holanda, v. 28, p. 1-16, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2017.09.008>. Acesso em 23 mar. 2023.

DAILY, H. E.; FARLEY, J. **Ecological economics**: principles and practice. Washington, DC: Island Press, 454 p., 2004.

DE GROOT, R. S.; WILSON, M. A.; BOUMANS, R. M. J. A typology for the classification, description and valuation of ecosystem functions, goods and services. **Ecological economics**, Holanda, v. 41, n. 3, p. 393-408, 2002.

DEFEO, O. *et al.* Threats to sandy beach ecosystems: a review. **Estuar Coast Shelf**, Reino Unido, v. 81, n p.1–12, 2009. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2008.09.022>. Acesso em: 18 mar 2023.

DEFEO, O. *et al.* Sandy beach social–ecological systems at risk: regime shifts, collapses, and governance challenges. **Frontiers in Ecology and the Environment**, Estados Unidos, v. 19, n. 10, p. 564-573, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1002/fee.2406>. Acesso em: 23 mar. 2023.

DEVECCHI, A.; *et al.* Desenhando cidades com Soluções baseadas na Natureza. **Parceria Estratégica**. BrasíliaDF, v. 25, p. 217-234, 2020. Disponível em: [https://www.researchgate.net/profile/Thiago-Correa-5/publication/348910499\\_Desenhando\\_cidades\\_com\\_Solucoes\\_baseadas\\_na\\_Natureza/links/6015e58545851517ef2a99a7/Desenhando-cidades-com-Solucoes-baseadas-na-Natureza.pdf](https://www.researchgate.net/profile/Thiago-Correa-5/publication/348910499_Desenhando_cidades_com_Solucoes_baseadas_na_Natureza/links/6015e58545851517ef2a99a7/Desenhando-cidades-com-Solucoes-baseadas-na-Natureza.pdf). Acesso em: 11 out. 2023.

DÍAZ, S. *et al.* The IPBES Conceptual Framework: connecting nature and people. **Current opinion in environmental sustainability**, Holanda, v. 14, p. 1-16, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.cosust.2014.11.002>. Acesso em 04 mar. 2023.

EGGERMONT H. *et al.* Nature-based Solutions: New Influence for Environmental Management and Research in Europe. **GAIA - Ecological Perspectives for Science and Society**, Alemanha, v. 24, n. 4, p. 243-248, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.14512/gaia.24.4.9>. Acesso em 02 mar. 2024.

EUROPEAN COMMISSION - EC. **Towards an EU Research and Innovation Policy Agenda for Naturebased Solutions & Re-naturing Cities**: Final Report of the Horizon 2020 Expert Group on Nature-based Solutions and Re-naturing Cities'. 2015. Disponível em: <https://op.europa.eu/en/publication-detail/-/publication/fb117980-d5aa-46df-8edc-af367cdde202>

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**, Reino Unido, v. 215, p. 32-39. 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2018.03.034>. Acesso em 16 out 2023.

FISHER, B.; TURNER, R. K.; MORLING, P. Defining and classifying ecosystem services for decision making. **Ecological economics**, Holanda, v. 68, n. 3, p. 643-653, 2009.

FRANTZESKAKI, N. Seven lessons for planning nature-based solutions in cities. **Environmental science & policy**, Reino Unido, v. 93, p. 101-111, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.envsci.2018.12.033>. Acesso em 03 ago. 2023.

GERHARDINGER, L. C. *et al.* Unveiling the genesis of a marine spatial planning arena in Brazil. **Ocean and Coastal Management**, Reino Unido, v.179, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2019.104825>. Acesso em 03 ago. 2023.

GERMANI, Y. F., et al. 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**, Rio Grande do Sul, v. 15, n.1, p.121-131, 2015.

GÓMEZ-PINA, G. *et al.* Sand dune management problems and techniques, Spain. **Journal of Coastal Research**, Estados Unidos, n. 36, p. 325-332, 2002. Disponível em: <https://doi.org/10.2112/1551-5036-36.sp1.325>. Acesso em: 02 ago. 2023.

HAINES-YOUNG R.; POTSCHEIN M. **Common international classification of ecosystem services (CICES) V4**. [s.l], 2013. Disponível em: [http://cices.eu/wp-content/uploads/2012/07/CICES-V43\\_revised-Final\\_Report\\_29012013.pdf](http://cices.eu/wp-content/uploads/2012/07/CICES-V43_revised-Final_Report_29012013.pdf). Acesso em 28 mar. 2023.

HAINES-YOUNG R.; POTSCHEIN M. **Common international classification of ecosystem services (CICES) V5.1 and guidance on the application of the revised structure**. [s.l], 2018.

HARRIS, L. R.; DEFEO, O. Sandy shore ecosystem services, ecological infrastructure, and bundles: New insights and perspectives. **Ecosystem Services**, Holanda, v. 57, p. 101477, 2022. Disponível em : <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2022.101477>. Acesso em: 14 mar.2023.

IACOB, O.; *et al.* Evaluating wider benefits of natural flood management strategies: an ecosystem-based adaptation perspective. **Hydrology Research**, Reino Unido, v. 45, n. 6, p. 774-787, 2014.

IBGE – INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA. **Censo demográfico 2022**: Agregados por Setores Censitários preliminares: População e Domicílios. 2022. Disponível em: <https://censo2022.ibge.gov.br/>. Acesso em: 16 ago. 2023.

INTERGOVERNMENTAL OCEANOGRAPHIC COMMISSION. **Hazard awareness and risk mitigation in integrated coastal area management**. Paris: United Nations Educational, Scientific and Cultural Organization – UNESCO, 2009. Disponível em: [http://ioc-unesco.org/index.php?option=com\\_oe&task=viewDocumentRecord&docID=3947](http://ioc-unesco.org/index.php?option=com_oe&task=viewDocumentRecord&docID=3947). Acesso em: 11 jun. 2025.

IPCC. **Climate Change 2022**: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / [H.-O. Pörtner et al. (eds.)]. Cambridge: Cambridge University Press, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1017/9781009325844>. Acesso em: 11 jun. 2025.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. Summary for Policymakers. *In*: **Climate Change 2021**: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. [S.l.]: IPCC, 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). Acesso em: 2 jun. 2023.

IPCC – INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2014**: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change / [Field, C.B. et al. (eds.)]. Cambridge: Cambridge University Press, 2014. 1132 p. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartA_FINAL.pdf). Acesso em: 2 out. 2023.

IPCC. **Climate change 2014**: impacts, adaptation, and Vulnerability – part B: regional aspects. New York: Cambridge University Press. 2014. Disponível em: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartB\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WGIIAR5-PartB_FINAL.pdf). Acesso em: 02 jun. 2023.

IUCN – INTERNATIONAL UNION FOR CONSERVATION OF NATURE. **Guidance for using the IUCN Global Standard for Nature-based Solutions**. Gland, Switzerland: IUCN, 2020. 62 p. Disponível em: <https://portals.iucn.org/library/sites/library/files/documents/2020-021-En.pdf>. Acesso em: 11 jun. 2025.

JORDAN, P.; FRÖHLE, P. Bridging the gap between coastal engineering and nature conservation? A review of coastal ecosystems as nature-based solutions for coastal protection. **Journal of coastal conservation**, Alemanha, v. 26, n. 2, p. 4, 2022. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s11852-021-00848-x>. Acesso em: 12 ago 2023.

KLEIN, Y. L.; OSLEEB, J. P.; VIOLA, M. R. Tourism-generated earnings in the coastal zone: a regional analysis. **Journal of Coastal Research**, Estados Unidos, v. 20, n. 4, p. 1080-1088, 2004. Disponível em : <https://doi.org/10.2112/003-0018.1>. Acesso em 20 ago. 2023.

LAGUNOV, A.; ABDURAKHIMOV, M.. The problem of Microplastic Accumulation in the Arctic Ocean. *In: 2021 IEEE Ocean Engineering Technology and Innovation Conference: Ocean Observation, Technology and Innovation in Support of Ocean Decade of Science (OETIC)*. IEEE, p. 30-34, 2021. Disponível em: 10.1109/OETIC53770.2021.9733722. Acesso em 03 fev. 2024.

LIMA JR., Jayme Benvenuto (Coord. e Org.). **Relatório Brasileiro sobre Direitos Humanos, Econômicos, Sociais e Culturais**. Plataforma Brasileira de Direitos Humanos Econômicos, Sociais e Culturais. Projetos Relatores Nacionais em Direitos Humanos Econômicos, Sociais e Culturais, 2003.

MAZZER, A.M. **Proposta metodológica para análise de vulnerabilidade da orla marítima à erosão costeira**: aplicação em praias arenosas da costa sudeste da ilha de Santa Catarina. Doutorado em Ciências. Programa de Pós-Graduação do Instituto de Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul, 169 p., Porto Alegre, 2007.

MCLACHLAN, A.;BROWN, A. C. **The Ecology of Sandy Shores**. 2. ed. California: Elsevier. p. 65-161, 2006

MCLACHLAN, A., WOOLDRIDGE, T.; DYE, A. H. The ecology of sandy beaches in southern Africa. **South African Journal of Zoology**, África do Sul, v. 16, n. 4, p. 219-23, 1981.

MCLACHLAN, A.; DEFEO, O. Where will the children play? A personal perspective on sandy beaches. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, Reino Unido, v. 280, p. 108186, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.108186>. Acesso em: 04 fev. 2024.

MEA. Millenium Ecosystem Assessment. **History of the Millennium Assessment**, 2016. Disponível em <http://millenniumassessment.org/en/History.html>. Acesso em: 10 out. 2023.

MEIRELES, A. J. A. de. **Geomorfologia costeira**: funções ambientais e sociais. Fortaleza: UFC, 2012.

MILES, J.R., RUSSELL, P.E., HUNTLEY, D.A. Field measurements of sediment dynamics in front of a seawall. **Journal of Coastal Research**, Estados Unidos, v. 17, p. 195–206, 2001.

MORAES, A. C. R. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil**: elementos para uma geografia do litoral brasileiro. Annablume, 2007.

MUEHE, D. **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. MMA - Ministério do Meio Ambiente, In: Dieter Muehe (org.), 476p., Brasília-DF, 2006.

MUEHE, D. (org.). **Panorama da Erosão Costeira no Brasil**. Brasília (DF): Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Territorial, 2018. 823 p. Disponível em:

[http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80342/Panorama\\_erosao\\_costeira\\_Brasil.pdf](http://www.mma.gov.br/images/arquivo/80342/Panorama_erosao_costeira_Brasil.pdf). Acesso em: 10 ago. 2023

MUEHE, D. Critérios morfodinâmicos para o estabelecimento de limites da orla costeira para fins de gerenciamento. **Revista brasileira de geomorfologia**, Rio de Janeiro, v. 2, n. 1, 2001.

NAHLIK, A. M. *et al.* Where is the consensus? A proposed foundation for moving ecosystem service concepts into practice. **Ecological economics**, Holanda, v. 77, p. 27-35, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2012.01.001>. Acesso em: 10 out. 2023.

OSORIO-CANO, J. D.; OSORIO, A. F.; PELÁEZ-ZAPATA, D. S. Ecosystem management tools to study natural habitats as wave damping structures and coastal protection mechanisms. **Ecological Engineering**, Estados Unidos, v. 130, p. 282-295, 2019.

PAUL, M. The protection of sandy shores—can we afford to ignore the contribution of seagrass?. **Marine Pollution Bulletin**, Reino Unido, v. 134, p. 152-159, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.marpolbul.2017.08.012>. Acesso em: 11 out. 2023.

PERSCHKE, M. J. **Ecological Infrastructure as a Mechanism to Mainstream Ecosystem Services into Coastal Planning**. Conservation and Management. 2022.

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 Coast Conservation**, Alemanha, v. 23, p. 1–18, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11852-018-0632-y>. Acesso em: 11 out. 2023.

RABELO, M. S. **A cegueira do óbvio: a importância dos serviços ecossistêmicos na mensuração do Bem-Estar**. Doutorado em Desenvolvimento e Meio Ambiente. Programa de Pós-Graduação em Desenvolvimento e Meio Ambiente, Universidade Federal do Ceará, 2014.

RODRIGUEZ, J. M. M; SILVA, E. V; CAVALCANTI, A. P. B. **Geoecologia das paisagens: uma visão geossistêmica da análise ambiental**. 6 ed. Ebook. Fortaleza: Imprensa Universitária, 2022. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/66152>. Acesso em: 03 fev. 2024.

SARDÁ, R. *et al.* Towards a new integrated beach management system: the ecosystem-based management system for beaches. **Ocean & Coastal Management**, Reino Unido, v. 118, p. 167-177, 2015. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2015.07.020>. Acesso em: 01 maio 2023.

SCHERER, M. E. G; ASMUS, M. L. Ecosystem-Based Knowledge and Management as a tool for Integrated Coastal and Ocean Management: A Brazilian Initiative In: Vila-Concejo, A.; Bruce, E.; Kennedy, D.M., and McCarroll, R.J. (eds.). Proceedings of the 14th International Coastal Symposium (Sydney, Australia). Coconut Creek (Florida), **Journal of Coastal Research**, Estados Unidos, n. 75, p. 690-694. 2016. Disponível em: <http://www.jcronline.org/doi/abs/10.2112/SI75-138.1>. Acessado em: 20 nov 2023

SCHERER, M. E. G. *et al.* Under New Management. **Journal of Coastal Research**, Estados Unidos, v. 95, p. 945-952, 2020. Disponível em: 02 fev. 2024,

SCHERER, M. E. G.; ASMUS, M.L.; GANDRA, T. B. G. Avaliação do Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro no Brasil: União, Estados e Municípios. **Desenvolvimento e Meio ambiente**, Paraná, v. 44, p. 431-444, 2018.

SCHLACHER, T. A. *et al.* Sandy beaches at the brink. **Diversity and Distributions**, Reino Unido, v. 13, n. 5, p. 556-560, 2007. Disponível em: <https://doi.org/10.1111/j.1472-4642.2007.00363.x>. Acesso em: 23 mar. 2023.

SECRETARIA DE PATRIMÔNIO DA UNIÃO (Brasil). **Gestão de praias**. Planilhas e Gráficos. Extratos TAGP (DOU) e Relatórios Anuais de Gestão de Praias, por município. In: MINISTÉRIO DA ECONOMIA, PLANEJAMENTO, DESENVOLVIMENTO GESTÃO (Brasil). Patrimônio da União. Brasil, 2023. Disponível em: <http://www.planejamento.gov.br/assuntos/gestao/patrimonio-da-uniao/destinacaode-imoveis/gestao-de-praias>. Acesso em: 12 mar. 2024.

SEDDON, N., *et al.* Understanding the value and limits of nature-based solutions to climate change and other global challenges. **Philosophical Transactions of the Royal Society B**, Reino Unido, v. 2, p. 375, 2020.

SHORT A.D. (Ed.). **Beach and Shoreface Morphodynamics**. Chichester: Wiley, 1999.

SILVA, S. T. da; SANTOS, M. D. dos; DUTRA, C. **Reservas de surfe e a proteção da sociobiodiversidade**. [s.l], 2016.

SMALL, C.; NICHOLLS, R. J. A global analysis of human settlement in coastal zones. **Journal of Coastal Research**, Estados Unidos, v. 19, p. 584–599, 2003.

SOARES, M.O., *et al.* Challenges and perspectives for the Brazilian semi-arid coast under global environmental changes. **Perspectives in Ecology and Conservation**, São Paulo, v. 19, p. 267-278, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.pecon.2021.06.001>. Acesso em: 04 mar. 2023.

SOUSA, E. N. C; PAULA, D. P. Descentralização na gestão costeira: a municipalização da gestão de praias no estado do ceará (ne brasil). **GEOgraphia**, Rio de Janeiro, v. 24, n. 52, 2022.

SOUSA, P. H. G. O. **Dinâmica Ambiental e Transformações Socioespaciais da Orla Marítima de Paracuru- Ceará**. Mestrado em Geografia. Program de Pós-Graduação em Geografia. Universidade Estadual do Ceará. 2007

SOUZA. C. R. G. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. **Revista Gestão Costeira Integrada**, Rio Grande do Sul, 2009. Disponível em: <https://www.redalyc.org/pdf/3883/388340125003.pdf> . Acesso em: 03 mar. 2023

UNEP. **Options for Ecosystem-based Adaptation (EBA) in Coastal Environments: A Guide for environmental managers and planners**. UNEP, Nairobi. 2016.

UNEP/GPA. **Ecosystem-based management: Markers for assessing progress**. unep/gpa, The Hague isbn 92-807-2707-9, 2006. Disponível em:

[https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/12470/ecosystem\\_based\\_management.pdf?sequence=1&isAllowed=](https://wedocs.unep.org/bitstream/handle/20.500.11822/12470/ecosystem_based_management.pdf?sequence=1&isAllowed=). Acesso em: 11 nov. 2023.

UNISDR – UNITED NATIONS OFFICE FOR DISASTER RISK REDUCTION. **Global Assessment Report on Disaster Risk Reduction: Risk and poverty in a changing climate.** Geneva, Switzerland: UNISDR, 2009.

VAN DER BIEST, K., L. *et al.* Dune dynamics safeguard ecosystem services. **Ocean & Coastal Management**, Reino Unido, v. 10, p 149-159, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2017.10.005>. Acesso em: 14 maio 2023.

WANG, Z. *et al.* Severe global environmental issues caused by Canada's record-breaking wildfires in 2023. **Advances in atmospheric sciences**, China, v. 41, p. 565–571, 2024. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00376-023-3241-0>. Acesso em: 27 abr. 2024.

WEBSTER, P. J., *et al.* Changes in tropical cyclone number, duration, and intensity in a warming environment. **Science**, Estados Unidos, v. 309, n. 5742, p. 1844- 1846, 2005. Disponível em : <https://www.science.org/doi/abs/10.1126/science.1116448> 2005. Acesso em: 12 ago 2023.

WEVER, L.; *et al.* Decentralization and participation in integrated coastal management: Policy lessons from Brazil and Indonesia. **Ocean & Coastal Management**, Reino Unido, v. 66, p.63-72, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2012.05.001>. Acesso em: 3 fev. 2024.

WRI - World Resources Institute. **Avaliação empresarial dos serviços dos ecossistemas.** Diretrizes para a identificação de Riscos e Oportunidades Empresariais Decorrentes da Alteração dos Ecossistemas. WRI, 2012.

WRI - World Resources Institute. **Ecosystem Services.** A Guide for Decision Makers. Washington, DC: WRI, 2008.

WRI - World Resources Institute. **Ecosystem Services.** Ecosystem Services Review for Impact Assessment: Introduction and Guide to Scoping. WRI Working Paper. World Resources Institute, Washington DC, 2011.

WRI - World Resources Institute. **Weaving Ecosystem Services into Impact Assessment.** A Step-by-Step Method. World Resources Institute, 2013.

WRIGHT, L. D.; SHORT, A. D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. **Marine geology**, Estados Unidos, v. 56(1-4), p. 93-118, 1984.

XAVIER, L.Y. *et al.* Estamos olhando para o lado certo? análise da contribuição da ciência para uma abordagem baseada em ecossistemas para a gestão de praias na macrometrópole paulista. **Ambiente & Sociedade**, São Paulo, v. 23, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.1590/1809-4422asoc20190141r1vu2020L2DE>. Acesso em: 12 ago. 2023.