



REALIZAÇÃO



PARCERIA



# **Mudança climática: projeções e recomendações para o Litoral do Paraná**

*Análises de vulnerabilidade  
costeira, áreas prioritárias e  
recomendações estratégicas*





### **Autores**

César Vincensi Gabbi Tavares e João Luis Bittencourt Guimarães

### **Edição e revisão**

Juliana Vitulskis e Dayane Saleh

### **Projeto gráfico e diagramação**

Banquinho Publicações

Publicação produzida pelo projeto “Olha o Clima, Litoral!”, realizado pelo Mater Natura – Instituto de Estudos Ambientais em parceria com a Petrobras, pelo Programa Petrobras Socioambiental. Acesse: [www.climalitoral.org.br](http://www.climalitoral.org.br) | [www.maternatura.org.br](http://www.maternatura.org.br)

Mater Natura – Instituto de Estudos Ambientais  
Rua Emiliano Pernetta, 297 - sala 122  
Centro, Curitiba - PR - 80010-050  
[climalitoral@maternatura.org.br](mailto:climalitoral@maternatura.org.br) - (41) 3013-7185

**César Vincensi Gabbi Tavares:** Engenheiro Florestal, especialista em Gerenciamento Ambiental, Conservação da Natureza e Educação Ambiental, com experiência no desenvolvimento de análises estratégicas de suporte aos tomadores de decisão sobre medidas de mitigação e adaptação frente aos impactos da mudança climática.

Contato: [cesar@maternatura.org.br](mailto:cesar@maternatura.org.br)

**João Luis Bittencourt Guimarães:** Engenheiro Florestal, MSc. em Engenharia Florestal, com experiência acadêmica e profissional nos temas de conservação da natureza, soluções baseadas na natureza, recursos hídricos, hidrologia, manejo de bacias hidrográficas, geoprocessamento, modelagens de serviços ecossistêmicos, adaptação à mudança climática baseada em ecossistemas, entre outros.  
Contato: [joao@maternatura.org.br](mailto:joao@maternatura.org.br)

### **Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (Câmara Brasileira do Livro, SP, Brasil)**

Tavares, César Vincensi Gabbi	
Mudança climática : projeções e recomendações para litoral do Paraná [livro eletrônico] : análises de vulnerabilidade costeira, áreas prioritárias e recomendações estratégicas / César Vincensi Gabbi Tavares, João Luis Bittencourt Guimarães. -- Curitiba, PR : Mater Natura - Instituto de Estudos Ambientais, 2024.	
PDF	
Bibliografia.	
ISBN 978-85-98415-16-1	
1. Aquecimento global 2. Mata Atlântica	
3. Meio ambiente - Conservação e Proteção	
4. Mudanças climáticas - Aspectos ambientais	
5. Paraná (Estado) - Aspectos ambientais	
I. Guimarães, João Luis Bittencourt. II. Título.	
24-234460	CDD-304.25

### **Índices para catálogo sistemático:**

1. Mudanças climáticas : Efeitos sociais 304.25

Aline Grazielle Benitez - Bibliotecária - CRB-1/3129



## Apresentação

# O projeto “Olha o Clima, Litoral!”

Atuamos para a manutenção da biodiversidade e a resiliência à mudança climática no Litoral do Paraná, com foco na conservação e restauração de manguezais e ambientes associados. O projeto é realizado pelo Mater Natura - Instituto de Estudos Ambientais, em parceria com a Petrobras, por meio do programa Petrobras Socioambiental, na linha de atuação de Florestas.

Buscamos desenvolver e implementar, de forma participativa, es-

tratégias e práticas de Adaptações baseadas em Ecossistemas (AbE) dirigidas aos manguezais, brejos salinos e comunidades do litoral paranaense. Com a abordagem da Teoria da Mudança, atuamos nas frentes de restauração ecológica, monitoramento de flora e avifauna, adaptação à mudança climática, articulação territorial e ações socioambientais.

Entre os resultados, está prevista a restauração ecológica de pelo menos

seis hectares de manguezais e ecossistemas associados na baía de Antonina. Esses ambientes foram tomados por braquiárias-d'água, capins exóticos invasores que já atingiram mais de 75 hectares na região e prejudicam seriamente a biodiversidade. Espécies exóticas invasoras são, em geral, plantas e animais que estão fora da sua área de distribuição natural e que ameaçam a saúde e a segurança humana e a diversidade biológica, cau-

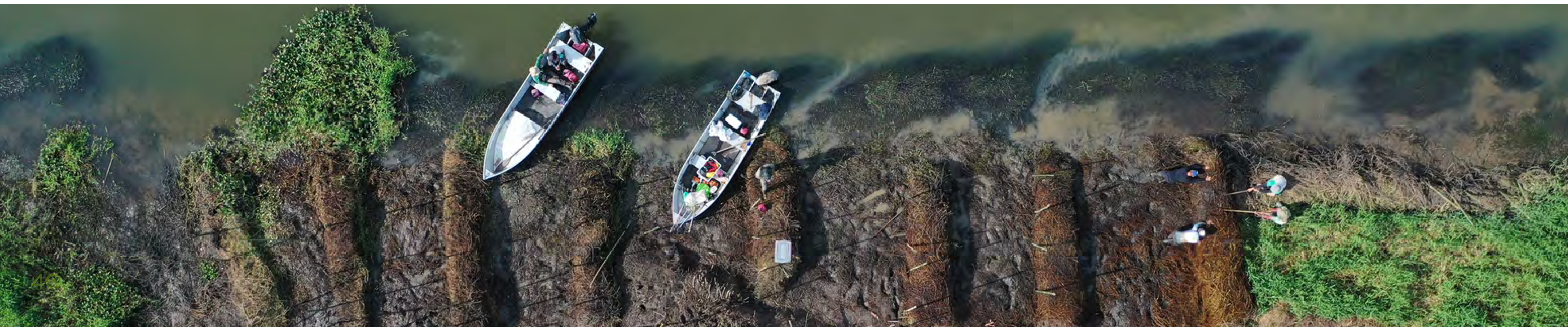
sando impactos ambientais. Podem ser espécies nativas de outros países, ou mesmo de uma determinada região do Brasil, que se comportam como invasoras quando introduzidas em outra região.

Esse trabalho é acompanhado pelo monitoramento de flora e de aves, com foco no bicudinho-do-brejo, espécie de ave ameaçada de extinção, que ocorre apenas no litoral sul do Brasil, e que foi descoberta em 1995

por pesquisadores do Mater Natura.

Junto às comunidades pesqueiras artesanais da baía de Antonina, realizamos ações socioambientais para avaliar o uso dos recursos naturais e discutir estratégias de conservação ambiental e manutenção da qualidade de vida, incluindo reflexões sobre a mudança climática e seu impacto local. Também atuamos com o mesmo foco junto à rede pública de ensino no município, com a ins-

Larissa Teixeira





trumentalização de educadores e agentes ambientais multiplicadores e a sensibilização de crianças e adolescentes por meio de atividades e ferramentas lúdico-educativas.

A frente de comunicação, além de divulgar as ações e seus resultados, informa, sensibiliza e mobiliza os diversos públicos sobre o papel dos manguezais em relação à mudança climática e sobre a responsabilidade de cada um frente à crise climática e à conservação da natureza. Amplia também a participação e interação com os públicos, contribuindo com ações de articulação territorial e processos que garantam a participação de diversos atores e a transparência do projeto.

Na frente de articulação territorial, realizamos um diagnóstico integrado e colaborativo envolvendo a análise de demandas e oportunidades para a conservação de manguezais e ambientes associados dos sete municípios do litoral paranaense. O objetivo é ampliar o debate, a atuação em rede

e o fortalecimento da gestão integrada do território junto aos diversos atores envolvidos.

Por fim, desenvolvemos um conjunto de ações voltadas à adaptação à mudança climática, como estudos que incluem o mapeamento das alterações na distribuição geográfica de manguezais e brejos salinos, com base em projeções futuras de elevação do nível do mar, e modelagens para quantificar os estoques de carbono dos manguezais e brejos salinos, bem como de suas possíveis variações, por consequência da mudança climática, em cenários futuros. Esta publicação traz análises de vulnerabilidade costeira, áreas prioritárias e recomendações estratégicas, importantes ferramentas para avaliar vulnerabilidades regionais e indicar ações de Adaptações baseadas em Ecossistemas (AbE), que visam subsidiar tecnicamente tomadores de decisão para o planejamento e implementação de estratégias voltadas à adaptação climática.

Gabriel Marchi





# Sumário

1. Introdução
2. Análise de vulnerabilidade costeira aos impactos da mudança climática *página 8*
  - 2.1. Vulnerabilidade costeira ambiental *página 9*
  - 2.2. Vulnerabilidade sob o ponto de vista da gestão ambiental *página 14*
3. Análise de áreas prioritárias/críticas do ponto de vista das populações e ecossistemas *página 17*
  - 3.1. Comunidades prioritárias para adaptação à mudança climática *página 21*
  - 3.2. Ecossistemas costeiros prioritários para a adaptação à mudança climática *página 24*
4. Cenário das políticas de adaptação à mudança do clima *página 26*
  - 4.1. Contexto nacional *página 26*
  - 4.2. Contexto estadual *página 30*
5. Recomendações estratégicas para atingir um cenário de maior resiliência no litoral paranaense *página 35*
  - 5.1. Medidas de adaptação à mudança climática baseadas em ecossistemas *página 35*
    - 5.1.1. Medidas de AbE para os ecossistemas de manguezais e brejos salinos *página 37*
    - 5.1.2. Medidas de AbE para as comunidades do entorno dos ecossistemas de manguezais e brejos salinos *página 39*
  - 5.2. Desenvolvimento de políticas públicas integradas *página 41*
6. Considerações finais *página 44*
7. Referências bibliográficas *página 45*



# 1. Introdução

Nos últimos anos, o debate envolvendo a mudança climática vem ocupando cada vez mais espaço nas agendas de discussão, principalmente com a confirmação da ocorrência dos impactos projetados anteriormente pela comunidade científica. A preocupação e a necessidade de mudarmos a forma como nos desenvolvemos enquanto sociedade é tamanha que anualmente (desde 1995) a maioria dos países do mundo se reúnem na Conferência das Partes sobre Mudança Climática (em inglês, *Conference of the Parties - COP on Climate Change*) para discutir instrumentos, metas e outros pontos relevantes ao tema.

Para que os objetivos de mitigação e de adaptação à mudança climática possam ser alcançados, os esforços precisam ganhar escala, com ações específicas em diferentes níveis, abrangendo desde os cidadãos e a gestão pública dos municípios, até os estados e países. Seja do primeiro, segundo ou terceiro setor<sup>1</sup>, todos estarão envolvidos nesse que está sendo reconhecido como um dos maiores desafios da humanidade para o século XXI.

Neste sentido, o Projeto “Olha o Clima, Litoral!” tem a oportunidade de contribuir para que atores locais se apropriem do assunto e passem a propor estrategicamente instru-

1 - A sociedade civil é dividida em três setores, primeiro, segundo e terceiro. O primeiro setor é formado pelo Governo, o segundo setor é formado pelas empresas privadas, e o terceiro setor são as associações sem fins lucrativos.





mentos de gestão pública, que envolvam principalmente a adaptação à mudança climática.

Este documento apresenta os resultados complementares associados à publicação anterior do projeto “Olha o Clima, Litoral!”, envolvendo a linha de Adaptação à mudança climática – [“Estudos de elevação do nível do mar e quantificação de estoques de carbono azul”](#) parte de uma série de publicações intitulada “Mudança climática: projeções e recomendações para o Litoral do Paraná”.

Neste primeiro estudo, o foco esteve em apresentar conceitos importantes para auxiliar o público em geral a entender este tema complexo, além de divulgar os resultados obtidos em modelagens dos efeitos da elevação do nível do mar sobre a distribuição de formações naturais costeiras e, conse-

quentemente, sobre os estoques de carbono.

Agora, apresentamos os resultados referentes à vulnerabilidade costeira ao longo do litoral paranaense, à definição de áreas prioritárias para atuação e às recomendações estratégicas para aumentar a adaptação aos impactos climáticos sobre os ecossistemas costeiros e as comunidades humanas. O intuito é que essas recomendações orientem os tomadores de decisão para o desenvolvimento da resiliência climática no litoral do estado do Paraná.





## 2. Análise de vulnerabilidade costeira aos impactos da mudança climática

Para avaliar a vulnerabilidade à mudança climática dos ecossistemas litorâneos e das comunidades humanas a eles associadas no Paraná, foi feito um estudo detalhado com foco nos aspectos ambientais e sociais que influenciam a resposta destes sistemas ecológicos e sociais aos efeitos das alterações do clima. Diferente de estudos anteriores, que consideravam cada município como uma área uniforme (SisVu-Clima<sup>2</sup>, AdaptaBrasil<sup>3</sup>, ParanáClima<sup>4</sup>), este mapeamento foi feito em uma escala mais detalhada, permitindo a

observação das diferenças de vulnerabilidade dentro de cada município.

Esta análise mais específica é especialmente útil para gestores públicos municipais, pois auxilia na decisão sobre onde priorizar a aplicação de recursos para a adaptação à mudança climática. O estudo incluiu uma análise dos aspectos físicos do litoral, como formas de relevo e dinâmica das águas costeiras, além de considerar a gestão ambiental dos governos municipais, a situação social das comunidades e a infraestrutura existente em cada município

diante dos riscos climáticos.

É importante entender que a vulnerabilidade não é só uma questão de fatores naturais, mas também de como as pessoas e as instituições lidam com esses riscos. Ao combinar dados sobre vulnerabilidade natural com indicadores sociais, foi possível identificar quais áreas precisam melhorar sua capacidade de adaptação e diminuir sua sensibilidade aos eventos climáticos extremos, protegendo, assim, as regiões mais frágeis.



2 - <http://sisvuclima.mma.gov.br/index>

3 - <https://sistema.adaptabrasil.mcti.gov.br>

4 - <https://paranaclima.simepar.br>





Gabriel Marchi

## 2.1. Vulnerabilidade costeira ambiental

A análise de vulnerabilidade costeira ambiental foi feita com base na metodologia do Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC), desenvolvido por Gornitz (1991), e amplamente aplicado pelo Serviço Geológico Americano (Pendleton, 2010), bem como em zonas costeiras de vários países (Filgueiras & Albino, 2020) e por pesquisadores do tema (Santos *et al.*, 2015; Gouvea Jr. *et al.*, 2022).

O método foi adaptado conforme disponibilidade de dados existentes para todo o território de interesse, em busca de avaliar o grau de vulnerabilidade costeira para a faixa litorânea do estado do Paraná em diferentes cenários de emissão de carbono (RCP 4.5 e 8.5) e em dois momentos diferentes (2050 e 2100)<sup>5</sup>.

O IVC é uma metodologia para

avaliar impactos atuais e futuros da erosão costeira por meio de dois grupos de variáveis, envolvendo aspectos físicos e dinâmicos de um determinado segmento de linha de costa (Thieler; Hammar-Klose, 1999). O IVC destaca as regiões onde os efeitos físicos da subida do nível do mar podem ser maiores; uma curta descrição da metodologia deste índice e dos resultados obtidos para a

costa do Golfo do México pode ser encontrada na página de apresentação de uma das principais publicações da USGS sobre o tema (Pendleton *et al.*, 2010), <https://pubs.usgs.gov/of/2010/1146/>.

Este índice é composto pela integração de informações relacionadas a dois grupos principais de fatores: geológicos e físicos (Pendleton *et al.*, 2010), também chamados de

fatores geofísicos, e fatores dinâmicos, respectivamente (Gouvea Jr. *et al.*, 2022).

Para a análise detalhada da vulnerabilidade costeira no estado do Paraná, foram empregadas como unidade básica de estudo as áreas das sub-bacias hidrográficas que se estendem até a linha de costa, focando em uma faixa de 1 km a partir dessa linha em direção ao interior

5 - Para mais detalhes, acesse o relatório "Mudança Climática: Projeções e Recomendações para o Litoral do Paraná - Estudos de elevação do nível do mar e quantificação de estoques de carbono azul" pelo link: <https://bit.ly/relatorioclima>



do continente. Essa faixa foi definida considerando a extensão típica dos ecossistemas de manguezais e brejos salinos no litoral paranaense, já que esses são os principais ecossistemas alvo deste projeto e encontram-se integralmente nesta faixa costeira de 1 km de largura.

Utilizou-se como referência cartográfica destas sub-bacias uma base vetorial do Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais da Universidade Federal do Paraná (Lageamb-UFPR 2021), denominada “Unidades hidrográficas do litoral do Paraná”<sup>6</sup>, fornecida pelo Instituto Água e Terra (IAT). Foram incluídas também as ilhas oceânicas e estuarinas da região. Ao final, 36 unidades de análise foram individualizadas, permitindo um exame mais preciso e coerente do litoral, ultrapassando a divisão convencional por limites municipais.

Para cada uma dessas unidades, atribuiu-se um índice de vulnerabi-

lidade com base nas características ambientais predominantes em cada segmento, seguindo os critérios estabelecidos na tabela de pesos de vulnerabilidade, que foi adaptada das tabelas apresentadas por Pendleton *et al.* (2010).

A Tabela 1 indica como os valores dos diferentes indicadores de vulnerabilidade foram classificados em relação à sua contribuição para a vulnerabilidade costeira, com base na classificação proposta por Gouvea Jr. *et al.* (2022), por sua vez adaptada de Pendleton *et al.* (2010), com adaptações necessárias em face da escassez de alguns dados.

**Tabela 1.** Variáveis físicas e dinâmicas, e respectivas classes, que compõem o Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC) (Adaptado de Gouvea Jr *et al.* [2022]).

<b>Grau de risco</b>	<b>Muito baixo (1)</b>	<b>Baixo (2)</b>	<b>Moderado (3)</b>	<b>Alto (4)</b>	<b>Muito alto (5)</b>
Área relativa com erosão da linha de costa	Percentil 0 - 20%	Percentil 20 - 40%	Percentil 40 - 60%	Percentil 60 - 80%	Percentil 80 - 100%
Área relativa com declividade baixa (< 0,6%)	Percentil 0 - 20%	Percentil 20 - 40%	Percentil 40 - 60%	Percentil 60 - 80%	Percentil 80 - 100%
Área relativa com geomorfologia mais vulnerável*	Percentil 0 - 20%	Percentil 20 - 40%	Percentil 40 - 60%	Percentil 60 - 80%	Percentil 80 - 100%
Variação relativa do nível do mar (mm/ano)	< 2,0	2,0 - 3,0	3,0 - 4,0	4,0 - 5,0	> 5,0
Amplitude de maré (m)	> 6,0	4,1 - 6,0	2,0 - 4,0	1,0 - 1,9	< 1,0
Altura significativa de onda (m)	< 0,55	0,55 - 0,85	0,85 - 1,05	1,05 - 1,25	> 1,25

\*Estuários, Cordões Litorâneos e Praias Arenosas



O IVC foi calculado em ambiente de Sistema de Informações Gerenciais (SIG)<sup>7</sup>, conforme a abordagem de cálculo proposta por Pendleton *et al.* (2010). Esta técnica consistiu em atribuir, para cada unidade de análise, os valores de grau de risco correspondentes à condição das seis variáveis físicas e dinâmicas contidas no IVC, classificando em graus de vulnerabilidade cada unidade de análise.

O índice foi calculado através da Equação 1  $IVC = \sqrt{(a \times b \times c \times d \times e \times f / 6)}$ , sendo:

- a* - variável geomorfológica;
- b* - variável declividade da costa;
- c* - variável erosão da linha de costa;
- d* - variável amplitude de maré;
- e* - altura significativa de ondas;
- f* - variação relativa do nível do mar.

Os graus de risco de cada um dos seis indicadores, assim como o valor e a classe do IVC obtido para cada uma das 36 unidades de análise são apresentados na Tabela 2.

Inicialmente buscou-se obter o índice de vulnerabilidade costeira para os quatro cenários futuros (RCP 4.5/2050, RCP 8.5/2050, RCP 4.5/2100 E RCP 8.5/2100). Porém, os graus de risco de elevação do nível do mar, de acordo com os valores de variação média do nível do mar obtidos junto à plataforma da NASA<sup>8</sup>, foram muito altos para os quatro cenários climáticos futuros e para os dois pontos de referência (Cananéia-SP e litoral sul do Paraná), já que taxas superiores a 5 mm/ano classificam o grau de risco deste indicador como muito alto (o menor valor de elevação foi de 7,2 mm/ano para o ponto no litoral sul, no cenário RCP 4.5/2050, e o

**Tabela 2.** Graus de risco para cada variável e valor do índice de vulnerabilidade costeira, com atribuição da classe de vulnerabilidade, para cada unidade de análise. (Variável 1 = elevação do nível do mar; V2 = marés; V3 = ondas; V4 = erosão; V5 = declividade; V6 = geomorfologia.)

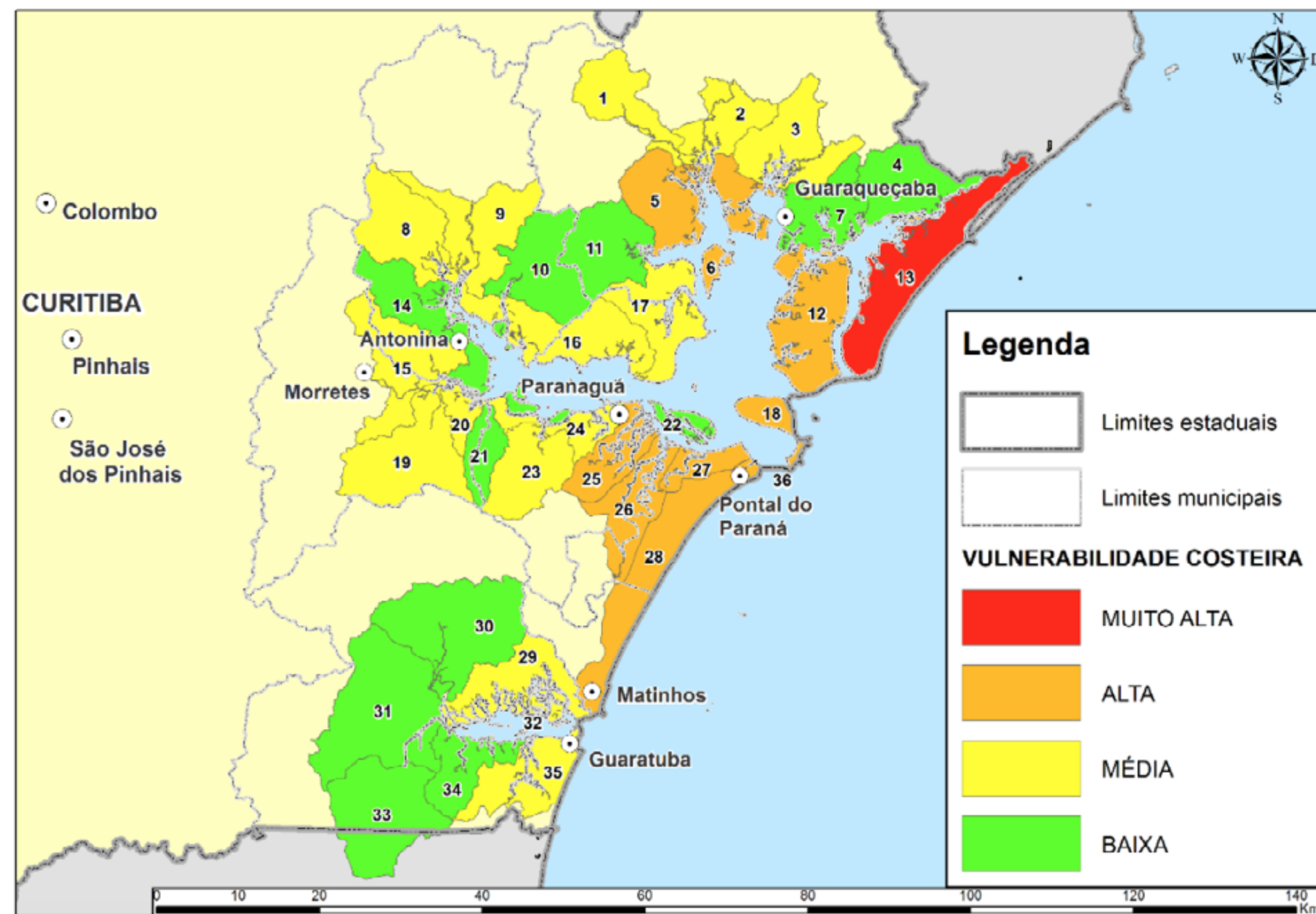
ID	Unidade de análise	V1	V2	V3	V4	V5	V6	IVC	Classe IVC
1	Bacia do Rio Tagaçaba	5	5	4	2	5	1	12,9	Média
2	Bacia do Baixo Rio Serra Negra	5	5	4	5	4	1	18,3	Média
3	Bacia do Baixo Rio Guaraqueçaba	5	5	4	5	1	2	12,9	Média
4	Bacias Rio Sebuí e Rio dos Patos	5	5	4	1	1	4	8,2	Baixa
5	Bacia do Rio Tapera	5	5	4	4	4	3	28,3	Alta
6	Ilhas da Baía das Laranjeiras	5	5	4	3	3	4	24,5	Alta
7	Bacia do Rio Poruquara	5	5	4	2	1	1	5,8	Baixa
8	Bacias Rio Cacatu e Rio do Nunes	5	4	4	2	3	3	15,5	Média
9	Bacia do Baixo Rio Cachoeira	5	4	4	1	4	3	12,6	Média
10	Bacia do Rio Faisqueira	5	4	4	3	1	2	8,9	Baixa
11	Bacias Rio Itaqui e Rio Pacotuba	5	4	4	2	2	1	7,3	Baixa
12	Ilha das Peças	5	5	4	4	2	4	23,1	Alta
13	Ilha de Superagui	5	5	4	5	5	5	45,6	Muito alta
14	Bacias Baía de Antonina Oeste	5	4	4	1	2	2	7,3	Baixa
15	Bacia do Baixo Rio Nhundiaquara	5	4	4	5	2	2	16,3	Média
16	Bacias Baía de Paranaguá Norte	5	5	4	4	1	3	14,1	Média
17	Bacia do Rio do Pinto	5	5	4	2	3	2	14,1	Média
18	Ilha do Mel	5	5	4	3	4	4	28,3	Alta

7 - Sistema de Informações Gerenciais (SIG) - tradução de Geographic Information System (GIS). É um ambiente que permite a inserção e interação de dados georreferenciados com o intuito de produzir análises espaciais de apoio nas tomadas de decisões.

8 - Administração Nacional de Aeronáutica e Espaço, dos EUA. Em inglês: *National Aeronautics and Space Administration*



maior valor de elevação foi de 12,4 mm/ano para o ponto no litoral sul, no cenário RCP 8.5/2100, no ponto da Cananéia). Sendo assim, a contribuição deste indicador foi igual para os quatro cenários climáticos futuros avaliados; por este motivo, os resultados de vulnerabilidade costeira, conforme a metodologia utilizada, são idênticos (Figura 1).



**Figura 1.** Mapa do Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC) para a faixa costeira do estado do Paraná. Os números identificam as unidades de análise, cujos nomes se encontram na tabela 2.

19	Bacia do Rio Sagrado	5	4	4	3	5	1	14,1	Média
20	Bacias Baía de Antonina Sul	5	4	4	1	5	3	14,1	Média
21	Bacia do Rio Jacareí	5	4	4	1	4	2	10,3	Baixa
22	Ilhas de Antonina e Paranaguá	5	4	4	1	2	4	10,3	Baixa
23	Bacia do Rio Ribeirão	5	4	4	5	1	4	16,3	Média
24	Bacias Paranaguá	5	4	4	5	1	5	18,3	Média
25	Bacias Rio da Vila e Rio dos Almeidas	5	4	4	4	3	5	28,3	Alta
26	Bacia do Baixo Guaraguaçu	5	5	4	2	3	5	22,4	Alta
27	Bacia do Rio Penedo	5	5	4	3	4	5	31,6	Alta
28	Bacias Rio Matinhos e Rio Preto	5	5	1	4	5	5	20,4	Alta
29	Bacias Baía de Guaratuba Norte	5	5	1	4	3	3	12,2	Média
30	Bacia Baixo Rio Cubatão	5	5	1	1	1	1	2,0	Baixa
31	Bacias Rio do Melo, Rio do Refúgio	5	5	1	3	2	2	7,1	Baixa
32	Ilhas de Guaratuba	5	5	1	4	5	5	20,4	Alta
33	Bacia do Rio Castelhana	5	5	1	1	3	1	3,5	Baixa
34	Bacias Baía de Guaratuba Sul	5	5	1	3	2	3	8,7	Baixa
35	Bacia do Rio Bogaçu	5	5	1	5	4	4	18,3	Média
36	Ilha da Galheta	5	5	4	1	1	1	4,1	Baixa



A Tabela 3 detalha as áreas absolutas das unidades de análise — compreendendo bacias litorâneas e ilhas — categorizadas em quatro níveis de vulnerabilidade costeira, além de apresentar a porcentagem que cada classe representa em relação ao total da área analisada. Nota-se que aproximadamente 5% do território das unidades estudadas é classificado como de “muito alta” vulnerabilidade costeira, sendo a Ilha de Superagui a única unidade a receber essa classificação. Já as áreas com “alta vulnerabilidade” à erosão costeira correspondem a mais de 19% da área total examinada, abrangendo boa parte da baía de Guaraqueçaba (englobando a Ilha Rasa), Ilha das Peças e Ilha do Mel, as bacias litorâneas entre Paranaguá e Pontal do Paraná, tais como a bacia do rio Guaraguaçu, e a totalidade da zona costeira dos municípios de Pontal do Paraná e Matinhos (vide Figura 1).

**Tabela 3.** Áreas totais e relativas das unidades de análise classificadas sob diferentes graus de vulnerabilidade costeira.

Classe de vulnerabilidade costeira	Área (ha)	Área (%)
Muito alta	15.865	5,0%
Alta	60.542	19,2%
Média	127.767	40,6%
Baixa	110.728	35,2%
Área total avaliada	314.902	100%





Gabriel Marchi

## 2.2. Vulnerabilidade sob o ponto de vista da gestão ambiental

Com o objetivo de compreender a vulnerabilidade dos municípios do litoral paranaense em relação a inundações, enxurradas e alagamentos, sob o ponto de vista da gestão socioambiental, foram analisadas as informações referentes aos índices de Capacidade Adaptativa e Sensibilidade, por meio da plataforma interativa AdaptaBrasil, desenvolvida pelo Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI, 2022). Esta plata-

forma traz uma avaliação em nível municipal do risco de impacto da mudança climática para diferentes setores estratégicos (segurança alimentar, segurança energética, portos, saúde, recursos hídricos, desastres geo-hidrológicos, entre outros).

Para esta análise, considerou-se que os temas de riscos relacionados a desastres hidrológicos, na forma de inundações, enxurradas e alagamentos, eram os mais associados à vul-

nerabilidade costeira, visto que este risco é o que está mais diretamente relacionado aos efeitos da elevação do nível do mar (inundações costeiras mais frequentes e mais intensas são um dos efeitos colaterais deste fenômeno).

Embora o mapeamento da vulnerabilidade na plataforma AdaptaBrasil não contribua diretamente para a identificação de áreas prioritárias ou críticas em nível sub-municipal (não

permite discriminar áreas dentro do território de um município), a avaliação dos elementos que compõem cada um desses índices (capacidade adaptativa e sensibilidade) permitiu extrair pontos-chave relevantes para avaliar o nível de vulnerabilidade em relação à capacidade de gestão territorial municipal face aos riscos climáticos. Estas informações são vitais para a indicação de medidas estratégicas mais apropriadas a

cada município para fortalecer a resiliência climática.

As informações compartilhadas pelo MCTI (2022), que foram usadas como base para este estudo, destacam-se por serem produto de uma análise multicritério bastante robusta.

O Índice de Capacidade Adaptativa é composto por três indicadores principais: 1. capacidade de investimento público municipal e renda; 2.



governança e gestão de riscos e 3. capacidade municipal em cidadania e políticas setoriais. Enquanto isso, o Índice de Sensibilidade é constituído pelos seguintes indicadores: 1. condições socioeconômicas e demográficas da população e 2. deficiências na infraestrutura municipal.

Nas Tabelas 4 e 5 são apresentados os valores destes índices para cada um dos municípios que integram a região litorânea do Paraná.

Em relação ao Índice de Capacidade Adaptativa para inundações, enxurradas e alagamentos, atualmente, em uma escala de 0 a 1, apenas os municípios de Morretes e Antonina obtiveram classificações satisfatórias, com “muito alto” (0,84) e “alto” (0,65), respectivamente. Os demais foram classificados como “médio”, sendo Guaratuba o município com a classificação mais baixa (0,41).

O principal fator que impulsionou o alto índice de Morretes está relacionado ao indicador “Governança e gestão de risco” (0,95). Por outro lado, o baixo índice de Guaratuba é atribuído ao indicador “Capacidade municipal em cidadania e políticas setoriais” (0,15).

Os principais fatores que contribuíram para a alta classificação em “Governança e Gestão de Risco” de Morretes são as instituições para gestão de risco, a gestão de ocupação urbana em áreas de risco, as ações para redução de risco e o plano de contingência. Em contrapartida, pode-se destacar, enquanto responsável pelo baixo valor de Guaratuba para o indicador “Capacidade municipal em cidadania e políticas setoriais”, a governança em meio ambiente, habitação e transporte e ausência de plano municipal de saneamento básico.

De acordo com os dados da plataforma, os municípios com maior carência de investimento público são Guaraqueçaba (0,21), Antonina (0,31) e Morretes (0,38).

**Tabela 4.** Índice de Capacidade Adaptativa dos municípios do Litoral do Paraná em relação a inundações, enxurradas e alagamentos (MCTI, 2022).

Município	Índice de Capacidade Adaptativa			
	Investimento público municipal e renda	Governança e gestão de risco	Cidadania e políticas setoriais	Total
Guaraqueçaba	0,21 (baixo)	0,50 (médio)	0,41 (médio)	0,48 (médio)
Antonina	0,31 (baixo)	0,50 (médio)	0,40 (médio)	0,52 (médio)
Morretes	0,38 (baixo)	0,95 (muito alto)	0,55 (médio)	0,84 (muito alto)
Paranaguá	0,51 (médio)	0,50 (médio)	0,47 (médio)	0,65 (alto)
Pontal do Paraná	0,43 (médio)	0,30 (baixo)	0,46 (médio)	0,50 (médio)
Matinhos	0,53 (médio)	0,50 (médio)	0,34 (baixo)	0,59 (médio)
Guaratuba	0,41 (médio)	0,45 (médio)	0,15 (muito baixo)	0,41 (médio)



Quanto à governança e à gestão de risco, destaca-se negativamente o município de Pontal do Paraná (0,30), além de Morretes, citado anteriormente. Por fim, no que diz respeito à “Capacidade municipal em cidadania e políticas setoriais”, além de Guaratuba, como já mencionado, o município de Matinhos também se destaca negativamente (0,34).

Em relação ao Índice de Sensibilidade para inundações, enxurradas e alagamentos, Matinhos e Pontal do Paraná se destacam com índice classificado como “muito baixo” (0,17 e 0,19, respectivamente). Morretes e Paranaguá são classificados com uma sensibilidade “baixa” (0,39 e 0,25, respectivamente), enquanto Guaratuba é considerado de sensibilidade “baixa” (0,30). Por fim, os municípios mais sensíveis, Antonina e Guaraqueçaba, são classificados como “alto” (0,60 e 0,67, respectivamente).

A boa classificação do índice de sensibilidade em Matinhos (0,17) e Pontal do Paraná (0,19) foi impulsionada pela sua infraestrutura, especialmente no que diz respeito aos sistemas públicos de saneamento básico, drenagem e mobilidade. Por outro lado, é notável que a deficiência na infraestrutura de Guaraqueçaba (0,71) e Antonina (0,67) desempenhou um papel significativo no alto índice de sensibilidade observado nestes municípios.

Embora Guaraqueçaba tenha uma classificação média no indicador de “saneamento básico”, Antonina foi classificada com um alto nível de falta de acesso ao saneamento básico. E, ambos os municípios enfrentam a ausência de um sistema de manejo de águas pluviais (drenagem).

De forma geral, considerando as condições socioeconômicas e demográficas, a sensibilidade é alta no município de Guaratuba (0,66), seguido por Guaraqueçaba (0,58), Antonina (0,51) e Morretes (0,51) – estes, classificados como de sensibilidade média.

**Tabela 5.** Índice de Sensibilidade dos municípios do Litoral do Paraná em relação a inundações, enxurradas e alagamentos (MCTI, 2022).

Município	Índice de Sensibilidade		
	Condições socioeconômicas e demografia da população	Deficiência em Infraestrutura municipal	Total
Guaraqueçaba	0,58 (médio)	0,71 (alto)	0,67 (alto)
Antonina	0,51 (médio)	0,67 (alto)	0,60 (alto)
Morretes	0,51 (médio)	0,30 (baixo)	0,39 (baixo)
Paranaguá	0,41 (médio)	0,17 (muito baixo)	0,25 (baixo)
Pontal do Paraná	0,38 (baixo)	0,09 (muito baixo)	0,19 (muito baixo)
Matinhos	0,44 (médio)	0,05 (muito baixo)	0,17 (muito baixo)
Guaratuba	0,66 (alto)	0,16 (muito baixo)	0,30 (baixo)





### 3. Análise de áreas prioritárias/críticas do ponto de vista das populações e ecossistemas

A análise de áreas prioritárias foi realizada por meio de indicadores de fragilidade intrínseca de sistemas ecológicos costeiros (ecossistemas de manguezais e brejos salinos) e sistemas sociais (comunidades litorâneas) em relação aos efeitos da mudança climática. Estes dados foram espacialmente relacionados aos resultados das análises de vulnerabilidade costeira à mudança climática.

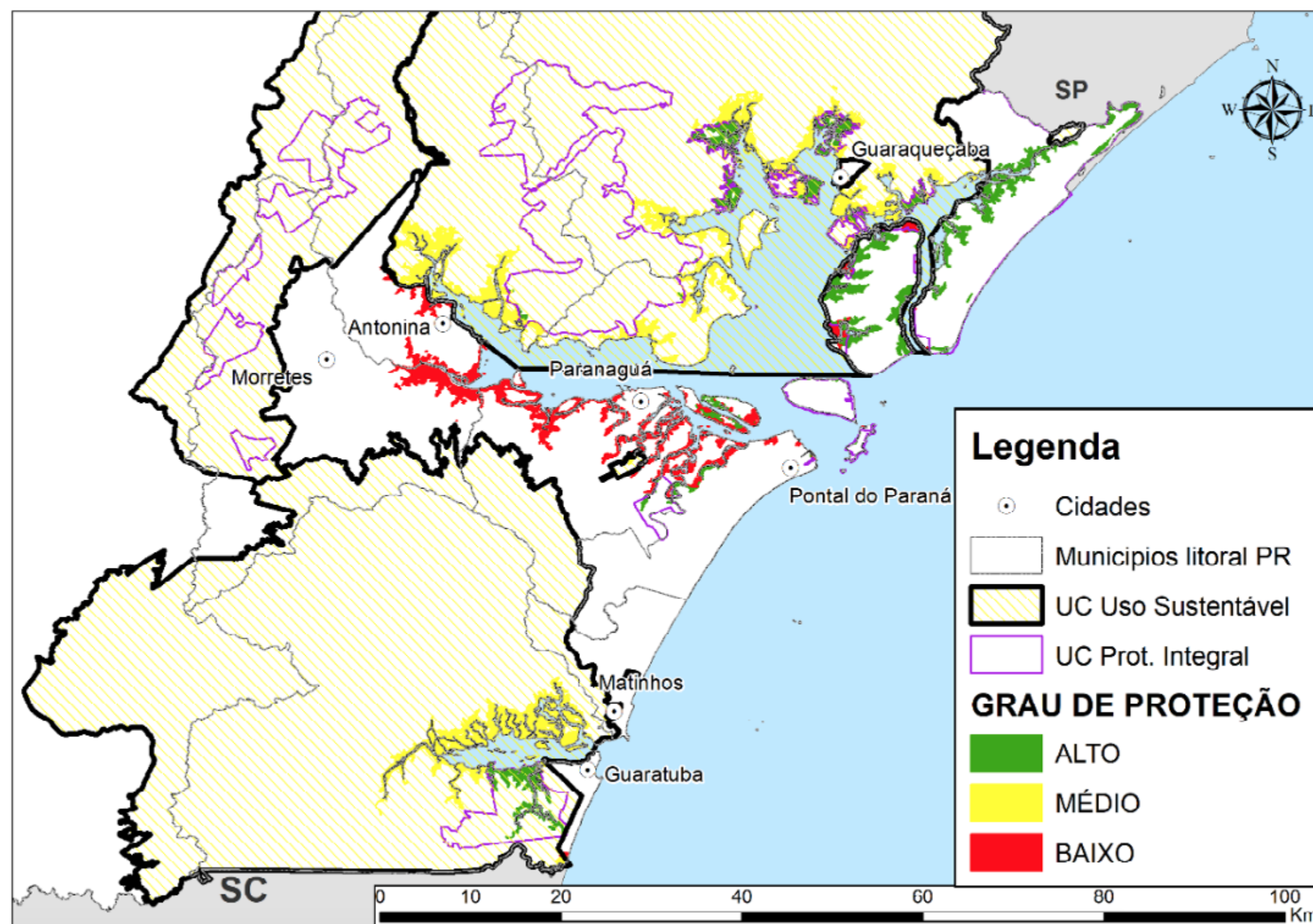
Para a análise de priorização dos ecossistemas costeiros, o mapa de vulnerabilidade costeira, apresentado anteriormente (Figura 1), foi sobreposto a:

1. Um mapa que indica diferentes graus de proteção legal a estes ecossistemas conforme a inserção ou não de remanescentes naturais em áreas protegidas, levando-se em conta também o grau de proteção que cada categoria de área protegida confere. As áreas com ausência de proteção legal (por exemplo, fora de unidades de conservação e terras indígenas) receberam o valor correspondente ao menor grau de proteção (Figura 2).

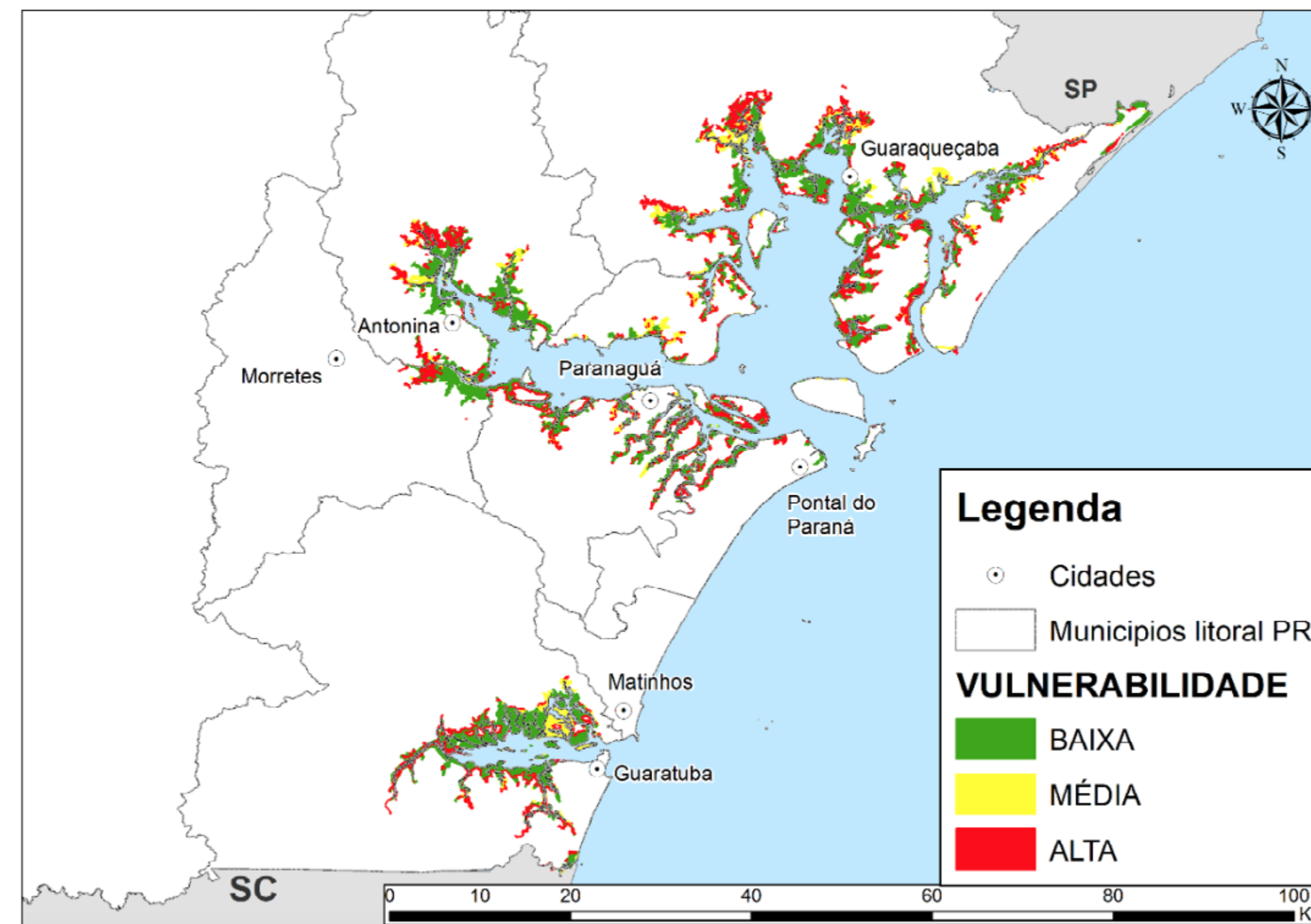
2. Uma base geográfica de vigor vegetativo dos manguezais da região conhecida como Grande Reserva Mata Atlântica, produzida

pelo Lageamb/UFPR no escopo do Programa de Recuperação da Biodiversidade Marinha - REBIMAR, realizado pela Associação MarBrasil por meio do patrocínio do Programa Petrobras Socioambiental (MarBrasil, 2023). Os fragmentos de manguezais com menor vigor vegetativo foram considerados os mais vulneráveis à mudança climática. Os brejos salinos não foram objeto deste mapeamento, mas foram incluídos na camada como tendo o maior grau de vulnerabilidade, devido à ameaça de espécies invasoras, notadamente as braquiárias-d'água (Figura 3).





**Figura 2.** Mapa de vulnerabilidade à mudança climática determinada pelos graus de proteção legal de ecossistemas costeiros (manguezais e brejos salinos).



**Figura 3.** Mapa de vulnerabilidade à mudança climática determinada pelo vigor vegetativo dos manguezais e pela ocorrência de brejos salinos.



Já para a análise de priorização de comunidades litorâneas para ações de redução da vulnerabilidade à mudança climática, o mapa de vulnerabilidade costeira à mudança climática foi sobreposto ao:

1. Mapa de vulnerabilidade a desastres geo-hidrológicos, em nível municipal, produzidos pelo projeto AdaptaBrasil (MCTI, 2022), tema já abordado no tópico “Vulnerabilidade sob o ponto de vista da gestão ambiental” (Figura 4).

2. Mapa de vulnerabilidade social do litoral do Paraná, produzido por Azevedo, 2016 (Figura 5).

A cada base de dados analisada, foi designado um grau de prioridade baseado na vulnerabilidade indicada, seja ela ambiental ou social, das distintas unidades de análise. As regiões geográficas com vulnerabilidade mais elevada foram sinalizadas com a maior prioridade para intervenções adaptativas frente à

mudança climática. A prioridade máxima em cada conjunto de dados foi pontuada com valores entre 3 e 4, variando conforme o conjunto, enquanto à prioridade mínima foi atribuído o valor 1.

Com a integração espacial dos diversos conjuntos de dados sobre vulnerabilidade ambiental e social à mudança climática, foram gerados mapas de priorização específicos para os ecossistemas costeiros e para as comunidades do litoral paranaense, visando ao fortalecimento da resiliência climática. Isso permitiu a identificação das áreas mais críticas, incluindo as comunidades litorâneas e os ecossistemas costeiros do Paraná, como manguezais e brejos salinos, que necessitam de medidas de adaptação urgentes para mitigar sua vulnerabilidade aos impactos climáticos. Estas zonas prioritárias são detalhadas nos próximos tópicos.



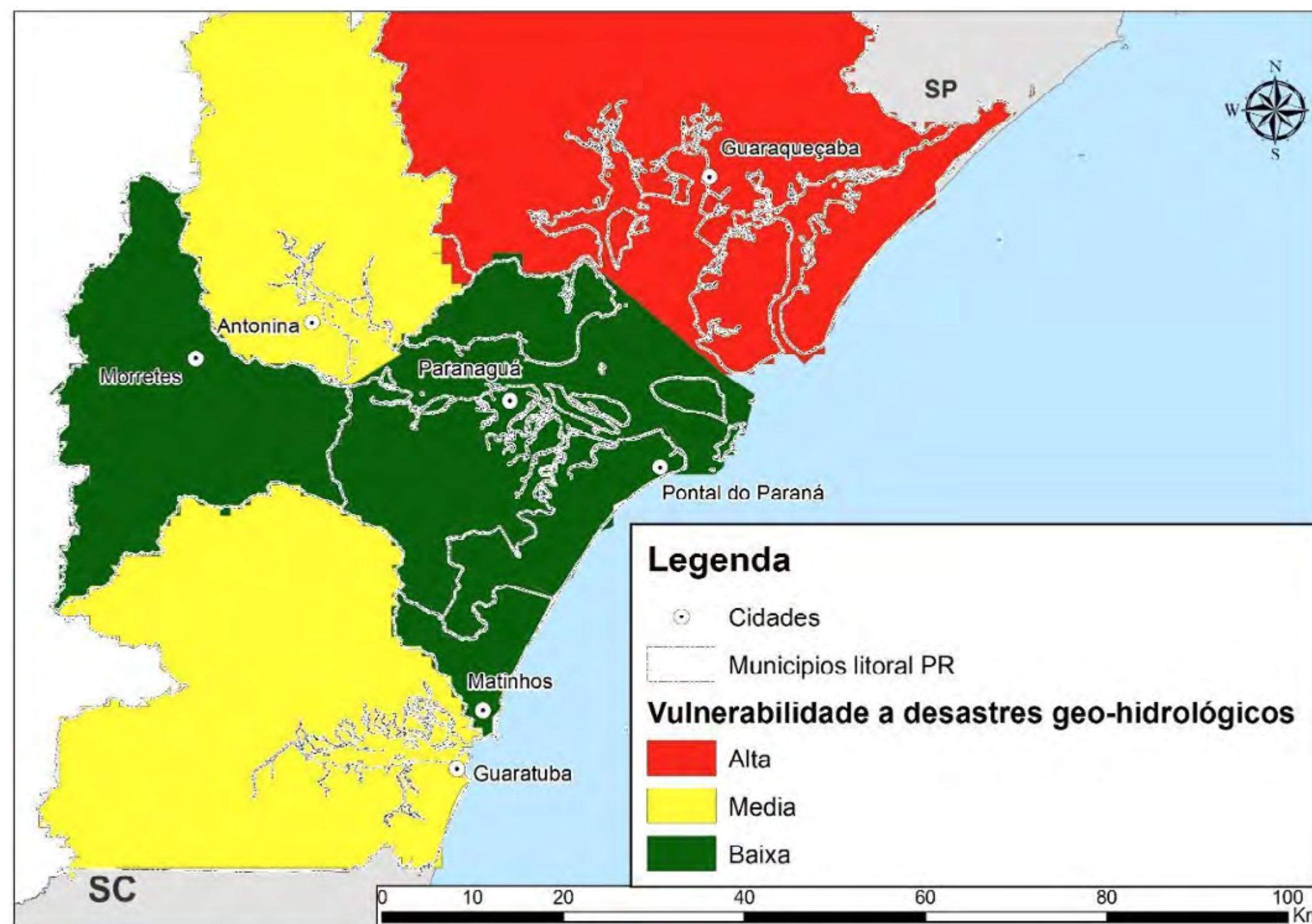


Figura 4. Mapa de vulnerabilidade dos municípios litorâneos a desastres geo-hidrológicos (fonte: MCTI, 2022)

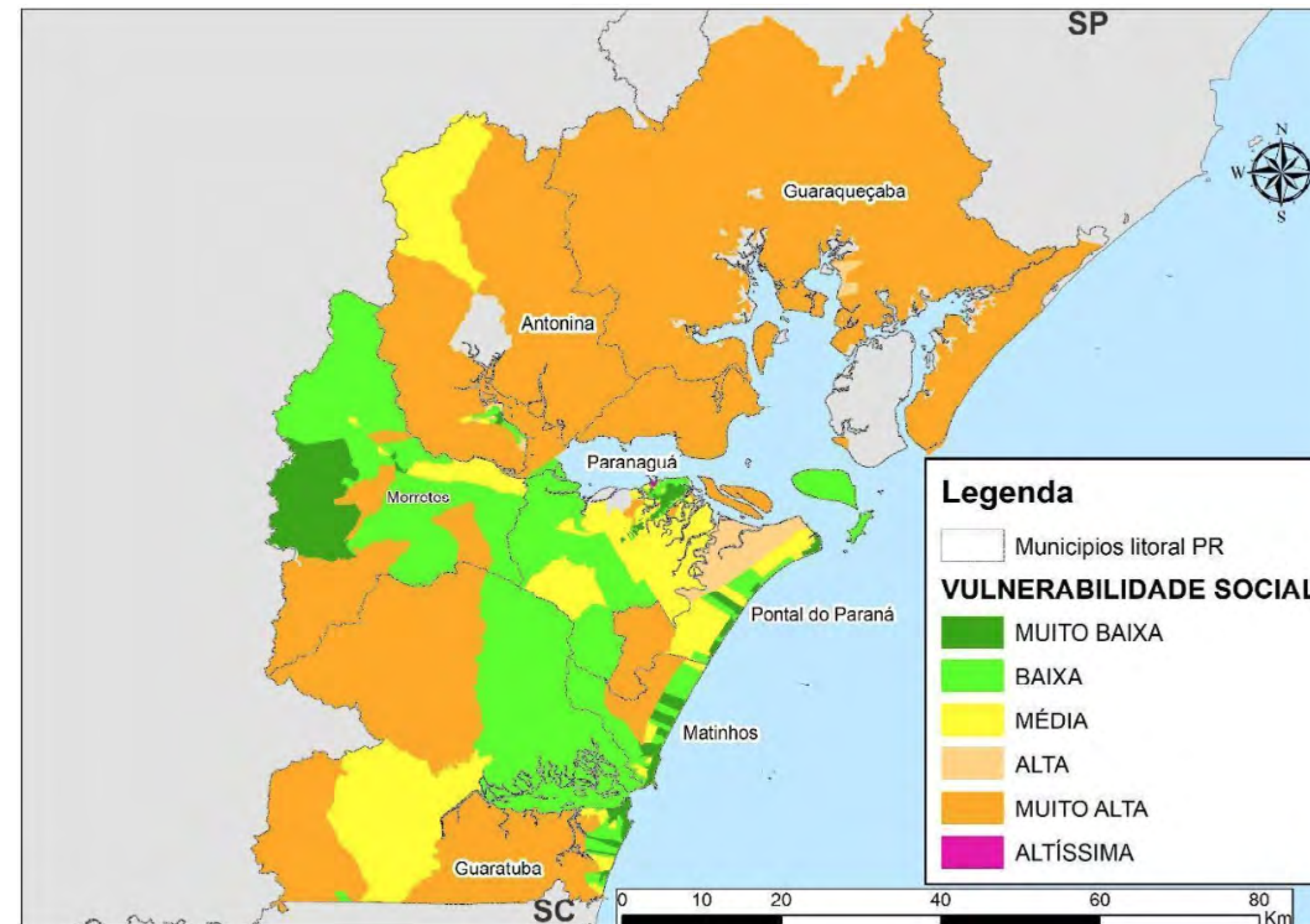


Figura 5. Mapa do Índice de Vulnerabilidade Social, produzido por Azevedo (2016), para os setores censitários do Litoral do Paraná, com base em dados do Censo 2010. Áreas em cinza não contêm informação.



Gabriel Marchi

### 3.1. Comunidades prioritárias para adaptação à mudança climática

Esta seção destaca as comunidades do Litoral do Paraná que, após análises precedentes, foram identificadas como alvos prioritários para ações de adaptação à mudança climática, devido à elevada vulnerabilidade aos efeitos de eventos climáticos extremos, como tempestades severas, inundações costeiras e vendavais.

Foram listadas as comunidades

que receberam as classificações com grau de prioridade “Muito alto”, “Alto” ou “Médio”, organizadas por município e detalhadas de acordo com o nível de prioridade e o tipo predominante de ambiente em que estão situadas: urbano, rural ou litorâneo (Tabela 6).

Das 82 comunidades identificadas ao longo do litoral paranaense — cujos perímetros foram defi-

nidos a partir do mapeamento da cobertura vegetal e uso da terra no Litoral do Paraná (Britez, 2023) —, 12 foram categorizadas com o grau de prioridade “Muito alto”. Todas essas comunidades estão localizadas no município de Guaraqueçaba, especialmente na Ilha Rasa, na Ilha das Peças e em Superagui. No nível “Alto”, identificou-se 9 comunidades, com Guaraqueçaba no-

vamente em evidência, contando com 6 delas, enquanto Antonina aparece com 2 comunidades que exigem atenção para fortalecer sua resiliência climática.

No que diz respeito ao grau “Médio” de prioridade, 23 comunidades foram destacadas, merecendo especial atenção por parte das autoridades e da comunidade em geral. Paranaguá se destaca com 8 de

suas 21 comunidades nessa faixa de prioridade (as demais comunidades do município demonstraram um bom nível de adaptação climática, sendo classificadas com grau de prioridade “Baixo”). Pontal do Paraná também é notável, com 6 de suas 12 comunidades apresentando um nível “Médio” de prioridade (Tabela 7).



**Tabela 6.** Lista das comunidades de acordo com as classificações de grau de prioridade para ações de adaptação à mudança climática (“muito alto”, “alto” ou “médio”), organizadas por município e detalhadas de acordo com o grau de prioridade e o tipo predominante de ambiente em que estão situadas (urbano, rural ou litorâneo).

Município	Localidade	Grau de prioridade	Perfil
Antonina	Saivá	Alto	Urbano
	Cacatu	Alto	Rural
	Ponta da Pita	Médio	Urbano/Litorâneo
Guaraqueçaba	Guaraqueçaba	Alto	Urbano/Litorâneo
	Tagaçaba	Alto	Rural
	Barra do Superagüi	Muito Alto	Litorâneo
	Vila das Peças	Muito Alto	Litorâneo
	Bertioga	Muito Alto	Litorâneo
	Guapicum	Muito Alto	Litorâneo
	Barbado	Muito Alto	Litorâneo
	Mariana	Muito Alto	Litorâneo
	Tibicanga	Muito Alto	Litorâneo
	Santa Terezinha	Muito Alto	Litorâneo
	Ilha Rasa	Muito Alto	Litorâneo
	Vila Fátima	Muito Alto	Litorâneo
	Barra do Ararapira	Muito Alto	Litorâneo
	Tromomo	Muito Alto	Litorâneo
	Medeiros	Alto	Litorâneo
Massarapuã	Alto	Litorâneo	
Poruquara	Alto	Litorâneo	
Sebuí	Alto	Litorâneo	
Guaratuba	Guaratuba	Médio	Urbano/Litorâneo
	Nereidas	Médio	Urbano/Litorâneo
	Estaleiro	Médio	Rural
	Riozinho	Médio	Rural

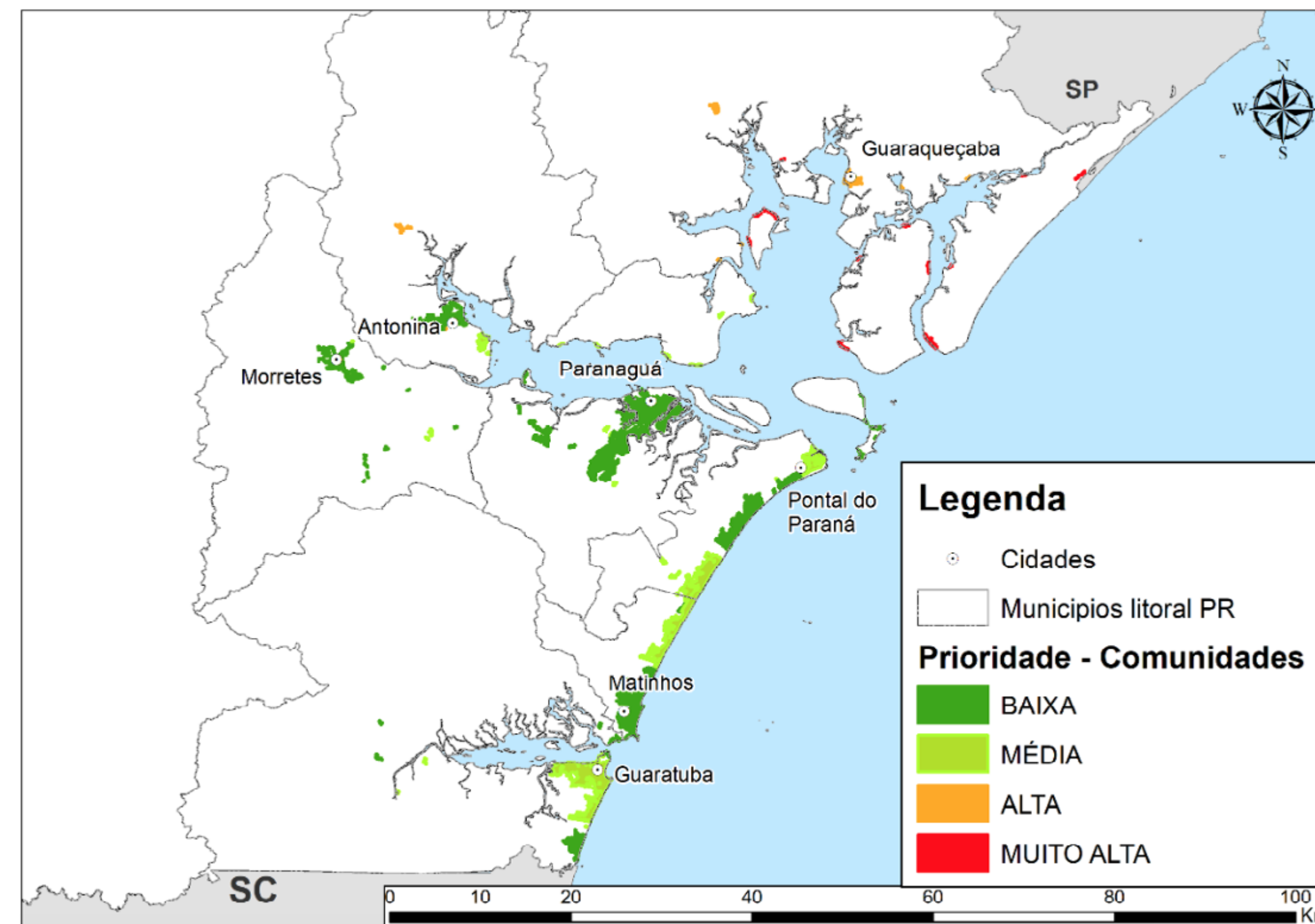
Município	Localidade	Grau de prioridade	Perfil
Matinhos	Areal	Médio	Urbano
	Rio da Onça	Médio	Urbano
	Praia de Leste	Alto	Urbano/Litorâneo
Morretes	Sambaqui	Médio	Rural
	Sapitanduva	Médio	Urbano
Paranaguá	Estrada Caiçara	Médio	Rural
	Ponta do Ubá	Médio	Litorâneo
	Embocuí	Médio	Urbano
	Piaçaguera	Médio	Litorâneo
	Amparo	Médio	Litorâneo
	Europinha	Médio	Litorâneo
	Eufrasina	Médio	Litorâneo
	São Miguel	Médio	Litorâneo
Pontal do Paraná	Praia de Leste	Médio	Urbano/Litorâneo
	Areal	Médio	Rural
	Pontal do Paraná	Médio	Urbano/Litorâneo
	Salustiano Mesquita	Médio	Rural
	Guaraguaçu	Médio	Rural
Primavera	Médio	Urbano	



**Tabela 7.** Classificação das comunidades do litoral paranaense em relação ao grau de prioridade para adaptação à mudança climática.

Grau de prioridade	Área (ha)	Área (%)	Número de comunidades	Comunidades (%)
Muito alto	133,9	1,4%	12	14,6%
Alto	192,6	2,0%	9	11,0%
Médio	3.479,3	36,7%	23	28,0%
Baixo	5.666,3	59,8%	38	46,3%
Total	9.472,2	1,0	82	100%

Para facilitar a compreensão, a Figura 6 representa o mapeamento com a distribuição espacial das comunidades litorâneas de acordo com diferentes graus de prioridade para as ações de adaptação à mudança climática.



**Figura 6.** Mapa de comunidades litorâneas do Paraná com diferentes graus de prioridade para as ações de adaptação à mudança climática.



## 3.2. Ecossistemas costeiros prioritários para a adaptação à mudança climática

Aproximadamente 20% dos manguezais e brejos salinos do litoral paranaense têm alta ou muito alta necessidade de ações que reforcem sua resiliência frente à mudança climática. Essas intervenções podem variar desde a erradicação de espécies invasoras, como as braquiárias-d'água, até a implementação de uma proteção legal mais rigorosa, por meio da criação de Unidades de Conservação de Proteção Integral.

A maior parte dos manguezais que requerem atenção urgente para aumentar sua resiliência climática, por apresentarem grau de vulnerabilidade “muito alto”, está localizada nos municípios de Guaraqueçaba

e Paranaguá, somando 341 hectares. Em Guaraqueçaba, essas áreas vulneráveis estão concentradas no norte da Ilha das Peças, uma área que não está sob a jurisdição do Parque Nacional de Superagui nem da Área de Proteção Ambiental de Guaraqueçaba. Já em Paranaguá, a maioria dos manguezais não conta com a proteção de qualquer unidade de conservação, nem mesmo aquelas de uso sustentável, como as Áreas de Proteção Ambiental.

Quanto aos manguezais e brejos salinos que exigem alta prioridade de intervenção, Guaraqueçaba e Paranaguá continuam sendo os focos principais, abrangendo juntos 70% desses ecossistemas costei-





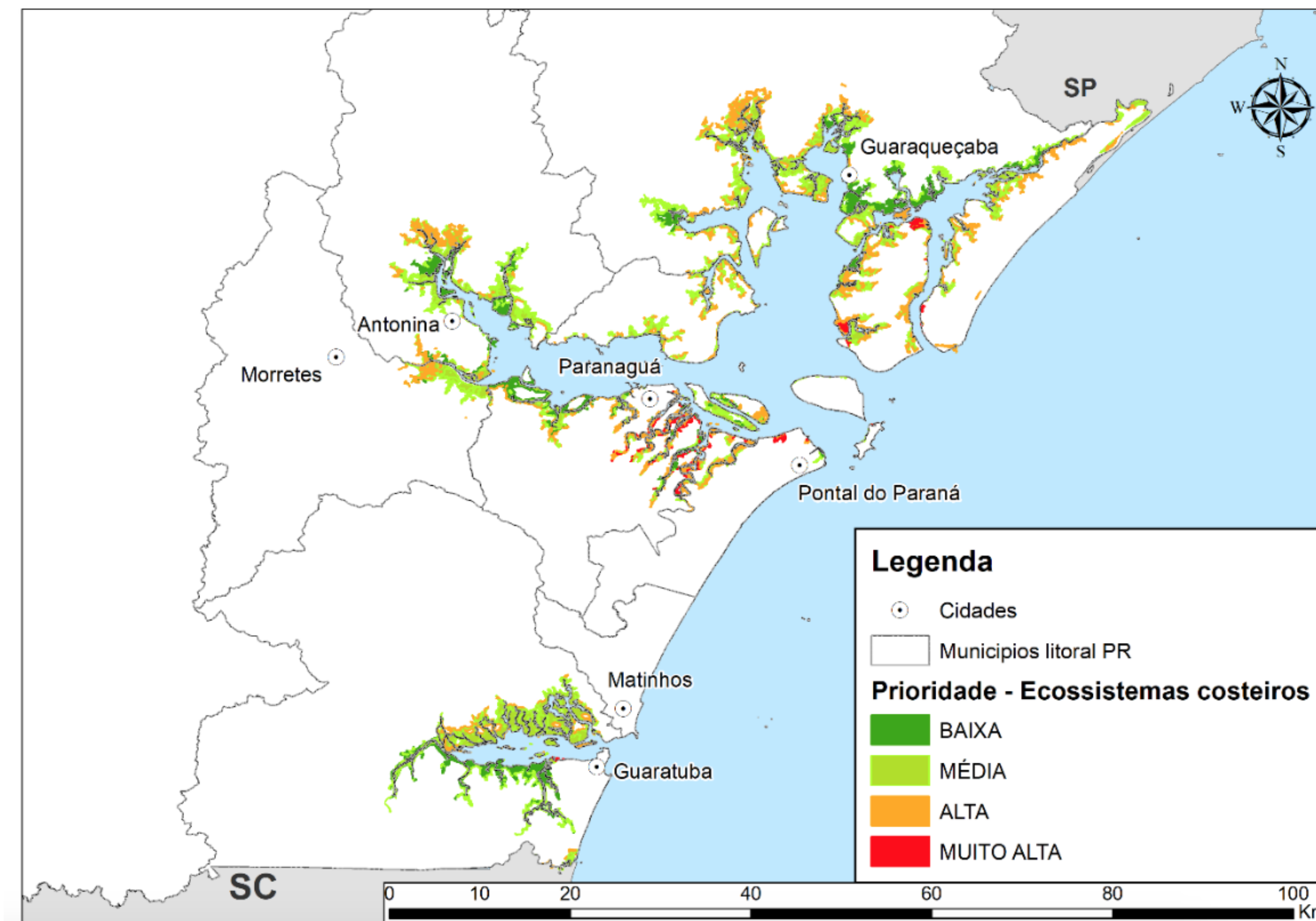


ros particularmente vulneráveis aos impactos da mudança climática, especialmente ao aumento do nível do mar. Guaraqueçaba detém cerca de 2.270 hectares desses ecossistemas, representando aproximadamente 40% do total classificado

como alta prioridade para ações de adaptação climática. Paranaguá, por sua vez, contribui com aproximadamente 1.690 hectares considerados altamente prioritários, o que corresponde a cerca de 30% do total nessa categoria de alta prioridade.

**Tabela 8.** Extensão geográfica de remanescentes de ecossistemas costeiros com diferentes níveis de prioridade para as ações de adaptação à mudança climática.

Grau de prioridade	Área (ha)	Área (%)
Muito alto	341	1,1
Alto	5.763	19,2
Médio	19.441	64,7
Baixo	4.497	15
Total	30.042	100



**Figura 7.** Mapa de ecossistemas costeiros do Litoral do Paraná com diferentes graus de prioridade para as ações de adaptação à mudança climática.



# 4. Cenário das políticas de adaptação à mudança do clima

## 4.1. Contexto nacional

Os primeiros passos formais rumo à tomada de decisões sobre a mudança climática no Brasil foram dados durante os anos 2000, por meio do estabelecimento do **Fórum Brasileiro de Mudança Climática**. Este fórum foi criado com o objetivo de conscientizar e mobilizar a sociedade para discutir e abordar os desa-

fios decorrentes da mudança climática, entre outros.

Em 2009, foi estabelecida pela Lei 12.187/2009 a **Política Nacional sobre Mudança do Clima - PNMC** (BRASIL, 2009), com objetivos em consonância com o desenvolvimento sustentável, a fim de buscar o crescimento econômico, a erradi-

cação da pobreza e a redução das desigualdades sociais. No que diz respeito à adaptação, é importante destacar as diretrizes seguintes, conforme o Artigo 5º:

II - as ações de mitigação da mudança do clima em consonância com o desenvolvimento sustentável, que sejam, sempre que pos-

sível, mensuráveis para sua adequada quantificação e verificação a posteriori;

III - as medidas de adaptação para reduzir os efeitos adversos da mudança do clima e a vulnerabilidade dos sistemas ambiental, social e econômico;

IV - as estratégias integradas de mitigação e adaptação à mudança do clima nos âmbitos local, regional e nacional

V - o estímulo e o apoio à participação dos governos federal, estadual, distrital e municipal, assim





como do setor produtivo, do meio acadêmico e da sociedade civil organizada, no desenvolvimento e na execução de políticas, planos, programas e ações relacionados à mudança do clima;

X - a promoção da cooperação internacional no âmbito bilateral, regional e multilateral para o financiamento, a capacitação, o desenvolvimento, a transferência e a difusão de tecnologias e processos para a implementação de ações de mitigação e adaptação, incluindo a pesquisa científica, a observação sistemática e o intercâmbio de informações

Ainda no escopo da PNMC, foi definido como instrumento para sua implementação o **Plano Nacional sobre Mudança do Clima**, abrangendo quatro eixos principais: oportunidades de mitigação; impactos, vulnerabilidades e adaptação; pesquisa e

desenvolvimento e educação, capacitação e comunicação.

No âmbito dos impactos, vulnerabilidades e adaptação, o plano aborda ações em dois níveis principais. No primeiro nível – fortalecimento da capacidade de adaptação –, são consideradas a geração de informações e a criação de condições regulatórias, institucionais e de gestão para apoiar a adaptação. Isso inclui o entendimento dos impactos potenciais da mudança climática e as opções de adaptação disponíveis. No segundo nível – implementação de medidas de adaptação –, o foco está em ações que visam a reduzir a vulnerabilidade ou a explorar as oportunidades decorrentes da mudança climática. Esse nível envolve, por exemplo, a avaliação das vulnerabilidades, o desenvolvimento de sistemas de alerta, investimentos em infraestrutura para lidar com inundações e garantir o abastecimento humano de água.

No ano seguinte, em 2010, ficou prevista a elaboração de **Planos Setoriais de Mitigação e Adaptação** para orientar ações que promovam a resiliência dos setores frente aos impactos adversos da mudança do clima, levando em conta as especificidades inerentes de cada plano. Ao todo, foram elaborados nove planos setoriais. São eles:

- Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento na Amazônia Legal – PPCDAM;
- Plano de Ação para a Prevenção e Controle do Desmatamento no Cerrado – PPCerrado;
- Plano Decenal de Energia – PDE;
- Plano de Agricultura de Baixo Carbono - Plano ABC;
- Plano Setorial de Mitigação da Mudança Climática para a Consolidação de uma Economia de Baixa Emissão de Carbono na

Indústria de Transformação - Plano Indústria;

- Plano de Mineração de Baixa Emissão de Carbono – PMBC;
- Plano Setorial de Transporte e de Mobilidade Urbana para Mitigação da Mudança do Clima – PSTM;
- Plano Setorial da Saúde para Mitigação e Adaptação à Mudança do Clima;
- Plano de redução de emissões da Siderurgia.

Em 2016, foi apresentado o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima – PNA (MMA, 2016), cujo objetivo geral é “promover a gestão e redução do risco climático no país frente aos efeitos adversos da mudança do clima, de forma a aproveitar as oportunidades emergentes, evitar perdas e danos e construir instrumentos que permitam a adaptação dos sis-

temas naturais, humanos, produtivos e de infraestrutura”.

Um dos onze setores e temas abordados pelo PNA visa especificamente identificar a exposição da zona costeira brasileira à mudança climática, compreendendo seus principais impactos e vulnerabilidades. Este setor busca estabelecer diretrizes e ações essenciais para promover o desenvolvimento da resiliência climática nessas áreas.

Para tornar mais acessível a compreensão dos fenômenos e exposições abordados pelo PNA, bem como os impactos correspondentes que induzem a vulnerabilidade à mudança climática associados à Zona Costeira brasileira, a Tabela 9 oferece uma síntese dos fenômenos identificados e a tabela 10 apresenta as diretrizes para enfrentamento destes impactos, juntamente com suas diretrizes correspondentes.



**Tabela 9.** Fenômenos/exposição e impactos da Mudança do Clima sobre a Zona Costeira (ZC) brasileira.

<b>Fenômenos/exposição</b>	<b>Impacto</b>
Elevação do nível do mar e eventos extremos	Elevação costeira e inundação
	Intrusão salina
	Comprometimento dos recursos naturais e biodiversidade
Elevação da concentração de CO <sub>2</sub>	Acidificação

Fonte: BRASIL, 2016.

**Tabela 10.** Diretrizes e ações para implementação de estratégias de adaptação na Zona Costeira (ZC) brasileira

<b>Impacto</b>	<b>Diretrizes e ações</b>	<b>Prazo</b>
Erosão, Inundação e Eventos Extremos	Realizar o mapeamento da Planialtimétrico da ZC	Curto e Médio
	Elaborar programa de aquisição de dados contínuos e padronizados (biótico e abiótico)	Curto e Médio
	Integrar e operar sistemas de informação de dados para monitoramento	Longo
	Integrar instrumentos de planejamento territorial nas diferentes esferas com foco na erosão costeira	Curto
	Determinar áreas prioritárias para intervenção	Curto e Médio
Intrusão salina	Estabelecer planos de contingência para a ZC	Curto
	Aperfeiçoar a integração entre gestão costeira e gestão de bacias	Curto e Médio
Comprometimento dos recursos naturais e biodiversidade	Gerar conhecimento para diagnósticos, monitoramento e previsão do impacto e resposta	Curto
	Integrar políticas públicas para incrementar ações de caráter preventivo e corretivo	Curto
Acidificação	Inserir a lente climática no Gerenciamento Costeiro	Curto e Médio
	Gerar conhecimento	Curto
	Promover a conservação e o manejo de sumidouros de CO <sub>2</sub>	Curto, Médio e Longo

Fonte: BRASIL, 2016.



Após seis anos da apresentação do PNA, em 2024, foram iniciados os trabalhos para construção do **Plano Clima 2024-2035**, como parte integrante do novo **Plano Nacional sobre Mudança do Clima**. Este plano tem como objetivo pactuar coletivamente a construção de um caminho de desenvolvimento de longo prazo, centrado no aumento da resiliência do país às alterações climáticas, ao mesmo tempo em que aborda as desigualdades, visando alcançar a justiça climática.

Esta iniciativa é coordenada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA), com orientação técnico-científica do Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação (MCTI). O Plano Clima 2024-2035 fundamenta-se em uma base sólida na ciência e está alinhado com o conhecimento adquirido por meio da escuta atenta dos diversos setores da sociedade, do saber tradicional, das necessidades regionais

e da vasta diversidade sociocultural que compõem a sociedade brasileira.

Para esse fim, o plano está sendo delineado em duas vertentes principais: o **Plano Clima - Mitigação** e o **Plano Clima - Adaptação**. Ambas as vertentes serão integradas às estratégias nacionais de mitigação e adaptação climática, juntamente com os Planos Setoriais, sendo oito voltados para a mitigação e quinze para a adaptação, dos quais um para o Oceano e Zona Costeira. Além disso, de forma complementar, será implementada uma estratégia transversal para a ação climática, abrangendo: (a) transição justa, que considera as necessidades da população vulnerável, emprego e renda; (b) meios de implementação, incluindo financiamento, regulamentação, tecnologia, entre outros; (c) educação, capacitação, pesquisa, desenvolvimento e inovação e (d) monitoramento, gestão, avaliação e transparência.





## 4.2. Contexto estadual

Assim como no contexto nacional, as primeiras medidas relacionadas à temática surgiram através de um fórum, o **Fórum Paranaense de Mudanças Climáticas Globais**. Este fórum foi estabelecido por decreto do Governo do Estado e posteriormente promulgado pelo Poder Legislativo do Paraná como Lei, em 2008.

Em 2012, o estado do Paraná passaria a contar com a **Política Estadual sobre Mudança do Clima** (Lei estadual nº 17.133/2012), contemplando os seguintes objetivos:

1. Incentivar e implementar ações de controle e redução progressiva das emissões antrópicas por fontes e setores e a remoção por sumidouros, incluindo projetos voltados à geração de créditos de carbono e às Ações

de Mitigação Nacionalmente Apropriadas, definidas pelo Governo Federal.

2. Incentivar, implementar e monitorar políticas públicas para desenvolvimento de processos técnicos e tecnologias baseadas em recursos renováveis.
3. Identificar e avaliar os impactos da mudança climática, definindo e implementando medidas de adaptação nas comunidades locais, em particular naquelas especialmente vulneráveis aos efeitos adversos.
4. Estimular mecanismos financeiros e políticas públicas para o desenvolvimento de projetos florestais relacionados à captura de carbono em atividades de plantio ou ao desmatamento e

degradação florestal evitados.

No que diz respeito à adaptação, seja direta ou indiretamente, é importante destacar as diretrizes seguintes, conforme o Artigo 5º:

II - Medidas de adaptação para reduzir os efeitos adversos da mudança do clima e a vulnerabilidade dos sistemas ambiental, social e econômico.

III - Promoção e fomento à pesquisa, ao desenvolvimento, à inovação e à difusão de tecnologias, processos e práticas orientadas à consecução dos objetivos desta Lei.

VIII - Incentivo às práticas agrícolas que contribuam para a adaptação e a mitigação da mudança climática.



X - Preservação, conservação, restauração e recuperação dos recursos naturais e da biodiversidade, com particular atenção ao Bioma Mata Atlântica.

XI - Aperfeiçoamento e garantia da observação sistemática e precisa do clima e suas manifestações no território estadual e áreas oceânicas contíguas.

XIII - Levantamento dos impactos e das vulnerabilidades dos sistemas físico, biológico, econômico e social relativos à mudança climática.

A política também estabelece o **Plano Estadual sobre Mudança do Clima** como um de seus principais instrumentos, o qual será organizado em torno de quatro eixos, incluindo o eixo de “vulnerabilidade, impacto e adaptação”, que visa identificar áreas mais susceptíveis e adotar medidas adaptativas.

No ano de 2020, o Governo do Es-

tado lançou o **Programa Paranaense de Mudança Climática (ParanáClima)**<sup>9</sup>, com a finalidade de conceber projetos e iniciativas para prevenir, adaptar-se e mitigar os efeitos da mudança climática. O programa foi elaborado em torno de cinco objetivos específicos, os quais foram organizados em subprogramas, a saber: (a) políticas ambientais e adaptação; (b) educação ambiental; (c) ações de mitigação; (d) mapeamento de vulnerabilidade, risco e resiliência; (e) estruturação do Plano Estadual de Mudança Climática.

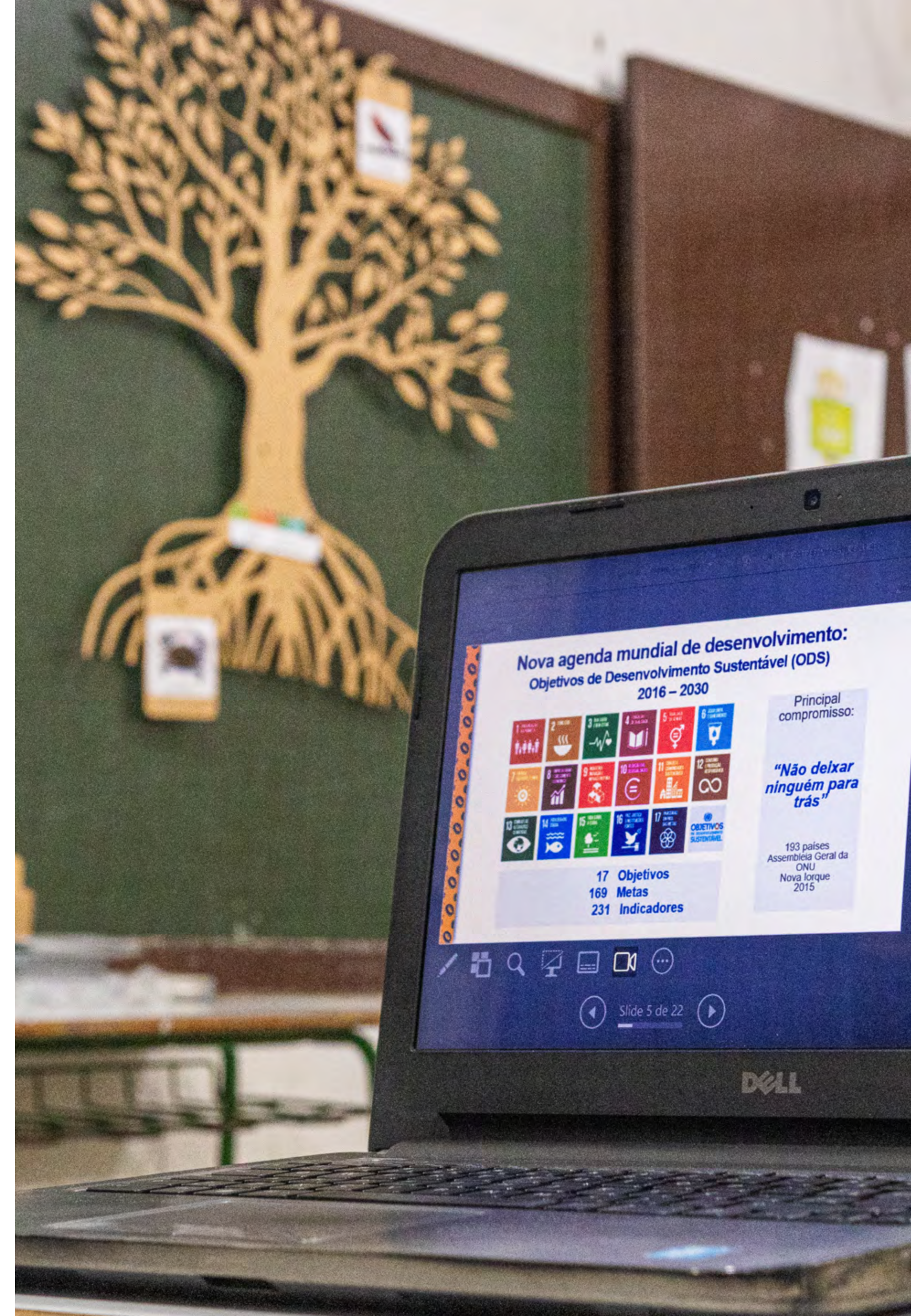
Em 2023, foi lançado o Plano Estadual de Ação Climática 2024-2050 (PAC-PR), composto por diversos documentos, incluindo um dedicado às metas e ações. Este documento é estruturado em três seções principais: mitigação, adaptação e ações governamentais.

No que diz respeito à frente de mitigação, pode-se destacar as ações recomendadas para o setor de agro-

pecuária, florestas e usos do solo – AFOLU, conforme apresentado abaixo:

#### **Metas de curto prazo (2024-2028):**

- realizar a análise de 100% das inscrições no Cadastro Ambiental Rural (CAR);
- promover a restauração das áreas passíveis, conforme o Programa de Regularização Ambiental (PRA);
- delimitar novas Unidades de Conservação, conforme o mapeamento de Áreas Estratégicas para a Conservação e Restauração da Biodiversidade no Estado do Paraná (AECR);
- incentivar as tecnologias previstas no Plano ABC+;
- fortalecer o uso de técnicas regenerativas e a restauração, conforme o mapeamento de AECR;
- incentivar políticas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).





### Metas de médio prazo (2028-2036):

- criar um novo Plano ABC+ com metas mais ambiciosas;
- zerar o desmatamento ilegal;
- dar continuidade a restauração das áreas passíveis, conforme o Programa de Regularização Ambiental (PRA);
- promover a exploração sustentável da vegetação nativa, por meio de produtos não-madeireiros ou provenientes da sociobiodiversidade.

### Metas de longo prazo (2037-2050):

- aumentar as metas do Plano ABC+ com o intuito de neutralidade as emissões de Gases de Efeito Estufa (GEE) das atividades agrícolas;
- recuperar 100% das áreas estratégicas de restauração de forma a explorá-las sustentavelmente.
- Além das ações gerais para o setor AFOLU, vale destacar alguns encaminhamentos específicos para o subsetor Mudança do Uso da Terra (MUT), apesar de não haver uma classificação temporal para execução das ações (Tabela 11).

Em relação à adaptação, está planejada a criação dos Planos de Paisagem Regional, utilizando o conceito de adaptação centrado na paisagem local. Este enfoque levará em consideração as particularidades em termos de biodiversidade, cultura, atores locais, características ambientais e econômicas específicas presentes nas diferentes bacias hidrográficas do estado, que servirão como unidades de referência para a formulação dos planos.

**Tabela 11.** Recomendações de ações de mitigação para o setor da Mudança do Uso da Terra (MUT) do Plano Estadual de Ação Climática (PAC-PR)

<i>Subsetor</i>	<i>Ações de mitigação</i>
Mudança do Uso da Terra (MUT)	I Elaborar o Plano de Restauração da vegetação, Prevenção e Controle do desmatamento dos Biomas do Paraná (Cerrado e Mata Atlântica) e executá-lo, visando apoiar a meta de desmatamento ilegal zero do estado, considerando a Lei Federal nº 11.428/2006 (Brasil, 2006)
	II Inserir os compromissos firmados por meio do Pacto Trinacional da Mata Atlântica, no plano estadual, favorecendo a sua execução e monitoramento;
	III Apoiar o Programa Paraná Mais Verde, que incentiva a restauração florestal da Mata Atlântica por meio do plantio de mudas nativas, além disso, favorecer a implementação de outras técnicas que possibilitem a regeneração natural;
	IV Aperfeiçoar o mapeamento dos remanescentes florestais, visando obter um maior nível de detalhamento das áreas de vegetação nativa do estado;
	V Fortalecer a Recuperação de Áreas Degradadas (RAD) mapeadas por meio do Cadastro Ambiental Rural (CAR);
	VI Implementar mecanismos de quantificação de carbono estocado nos diferentes compartimentos (solo, necromassa e biomassa verde), em diferentes usos e cobertura da terra pelos diferentes setores da economia paranaense. O estado poderá fomentar a unificação das informações em uma base de dados.





Para que os Planos de Paisagem Regional sejam implementados, é imprescindível estabelecer uma estrutura de governança eficiente e dinâmica, em sintonia com os Comitês de Bacias Hidrográficas. Essa abordagem integrativa deve contemplar as iniciativas de diversos atores sociais atuantes na paisagem, tais como empresas, governos, instituições acadêmicas e sociedade civil.

Segundo o documento, o propósito é mapear os problemas regionais decorrentes da mudança climática e eventos extremos, bem como propor soluções, métricas de avaliação da paisagem e outras ferramentas que garantam a eficácia do processo de implementação. Nesse contexto, foram delineadas as seguintes etapas como base para a elaboração e execução dos Planos de Paisagem Regional do Plano de Ação Climática do Paraná (Figura 8).

Além das etapas apresentadas na Figura 8, algumas abordagens foram sugeridas para enfrentar os desafios da mudança climática. Entre elas, destaca-se o potencial uso das Soluções baseadas na Natureza (SbN), que permitem harmonizar o crescimento econômico com a preservação ambiental e o bem-estar social. A educação ambiental também surge como um pilar fundamental no processo de sensibilização da sociedade, capacitando-a a compreender as profundas mudanças de paradigmas socioculturais necessárias. Ademais, a consolidação dos Conselhos Municipais de Meio Ambiente é crucial para catalisar a participação social no processo decisório.



Figura 8. Etapas de implementação dos Planos de Paisagem Regional. (Fonte: Paraná, 2023).



Quanto à seção de ações governamentais, sob o ponto de vista de políticas de Estado, o documento reforça o fato do estado do Paraná ser signatário da Agenda 2030, da Campanha *Race to Zero* e da Declaração de Edimburgo, agendas internacionais que visam promover o desenvolvimento sustentável. Nesse contexto, para cumprir com as agendas, o governo tem desenvolvido um conjunto de iniciativas que impactam positivamente a agenda climática do Paraná, com destaque para as seguintes:

- Programa Casa Fácil Paraná – Vida Nova: o objetivo é aprimorar a qualidade de vida da população socialmente vulnerável no estado do Paraná, usando a habitação como um catalisador para o desenvolvimento social, familiar e comunitário. Este esforço está diretamente relacionado à mudança climática, pois

visa realocar famílias que vivem em áreas de ocupações irregulares, insalubres e suscetíveis a alagamentos, inundações e outros riscos ambientais. Isso é feito através da promoção de soluções urbanas e habitacionais abrangentes, que sejam socialmente justas e ecologicamente sustentáveis.

- Universidade dos Prefeitos: o propósito é capacitar lideranças locais em prol do desenvolvimento sustentável. O programa visa aprimorar a gestão pública e os indicadores que refletem as boas práticas ambientais, em uma parceria com as Nações Unidas, por meio do United Nations Institute for Training and Research (UNITAR) e da World Family Organization (WFO).
- Plano Estadual de Recursos Hídricos e Segurança Hídrica: du-

rante o atual momento, em que a mudança climática afeta o padrão de chuvas e aumenta a incidência de eventos hidrológicos extremos, como inundações e prolongadas estiagens, o Plano Estadual de Recursos Hídricos e Segurança Hídrica entra em foco. Este plano, cuja coordenação técnica será conduzida pela Secretaria de Agricultura e Abastecimento em conjunto com a Secretaria de Desenvolvimento Sustentável, tem como objetivo implementar medidas que reduzem a vulnerabilidade hídrica da sociedade paranaense. A meta é garantir tanto a quantidade quanto a qualidade da água para atender às necessidades regionais.

- Plano Estadual de Restauração da Vegetação Nativa e Combate ao Desmatamento Ilegal: o objetivo é centralizar esforços na

recuperação de áreas degradadas, no enriquecimento de fragmentos florestais e na produção de mudas nativas, com o propósito de promover a restauração da vegetação nativa do estado. Paralelamente, serão implementadas iniciativas de educação ambiental, fiscalização e monitoramento para reduzir a incidência de desmatamento ilegal. A meta é de redução do número de ocorrências a zero.

- Plano Estadual de promoção da Justiça Climática: o conceito de justiça climática surge da compreensão de que os efeitos da mudança climática afetam grupos sociais diversos de maneiras desiguais e com diferentes intensidades. Por isso, é fundamental criar uma política estadual voltada para o combate à mudança climática de maneira equitativa e responsável, levando em con-

sideração as necessidades e direitos de todos os indivíduos e comunidades afetadas.

- Plano de Ação Estadual de Educação Climática do Paraná: o objetivo é guiar e viabilizar a execução de iniciativas de educação ambiental voltadas para a adaptação e combate à mudança climática. O plano tem a meta de impulsionar a implementação de ações educacionais abrangentes, com especial ênfase na sensibilização e capacitação de atores-chave, como educadores (professores, pedagogos, educadores), tomadores de decisão (gestores públicos, empresários e líderes comunitários) e formadores de opinião. Dessa forma, almeja-se construir uma sociedade paranaense consciente das questões socioambientais e profundamente engajada na luta contra a mudança climática.



## 5. Recomendações estratégicas para atingir um cenário de maior resiliência no litoral paranaense

### 5.1. Medidas de adaptação à mudança climática baseadas em ecossistemas

A Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) é uma abordagem baseada na natureza que usa a biodiversidade e os serviços ecossistêmicos para ajudar as pessoas a se adaptarem aos efeitos adversos da mudança climática. Ela envolve atividades como recuperar vegetação nativa em encostas para evitar deslizamentos de terra, restaurar habitats costeiros para lidar com a elevação do nível do mar e tempestades, assim como conservar e recuperar florestas nativas para evitar a erosão e regular o fluxo de água. A abordagem se baseia na combinação de conhecimento local com informações científicas em evolução sobre a mudança climática.

Para classificar uma determinada ação como AbE, FGB & ICLEI (2015) propõem os seguintes critérios: 1) envolver ações de conservação, recuperação e/ou gestão de ecossistemas, promovendo o uso da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos como medida de adaptação; 2) objetivar medidas





de adaptação para pessoas e comunidades e 3) aplicar “lentes climáticas”, por meio de estudos de vulnerabilidade à mudança climática.

Para a inserção de AbE em um processo de planejamento, como a revisão de um Plano Diretor Municipal ou o desenvolvimento de um Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA), a GIZ propõe uma abordagem passo-a-passo, indicando etapas necessárias para a efetivação de uma medida de AbE.

1. O primeiro passo é analisar a região por meio de uma “lente climática”, ou seja, avaliar os seus pontos de vulnerabilidade às mudanças do clima, como regiões de um município costeiro mais sensíveis à elevação do nível do mar; no caso do presente estudo, este passo foi dado com a análise da vulnerabilidade socioambiental do litoral paranaense, cujos resul-

tados foram apresentados no capítulo 2 desta publicação.

2. Depois, deve-se avaliar as medidas de AbE possíveis na região em relação à sua viabilidade e potenciais benefícios; as medidas avaliadas como mais adequadas ao contexto dos ecossistemas de manguezais e brejos salinos e das comunidades humanas ligadas a estes ecossistemas são apresentadas a seguir.

3. Por fim, deve-se priorizar locais onde as ações de AbE podem promover maiores incrementos de resiliência à mudança climática; estas áreas prioritárias foram apresentadas no capítulo 3 desta publicação.

Serviços ecossistêmicos como regulação hídrica, prevenção de erosões, manutenção da fertilidade do solo, mitigação de eventos extremos e outros, são incrementados pelas

AbE, e podem diminuir a exposição do sistema humano-ambiental aos efeitos da mudança do clima. As iniciativas para o incremento ou a manutenção destes serviços aumentam a capacidade adaptativa dos ecossistemas e fortalecem sua resiliência frente à mudança do clima, aumentando a segurança das populações locais em várias esferas (hídrica, alimentar, eventos climáticos extremos, entre outros). Estas medidas geralmente geram benefícios adicionais, como a conservação da biodiversidade e melhorias nas condições de vida das comunidades pela criação de novas oportunidades de subsistência (GIZ, 2015).

Em um estudo coordenado pela IUCN e o Programa de meio ambiente das Nações Unidas (UNEP) – Nature-based solutions to climate change adaptation (IUCN & UNEP-WCMC, 2019) –, que compilou lições aprendidas de 13 projetos que aplicaram medidas de

AbE ao redor do mundo, algumas conclusões importantes puderam ser obtidas:

- A crescente base de evidências sobre a eficácia da adaptação baseada em ecossistemas (AbE) fortalece tomadas de decisão governamentais para que essas soluções baseadas na natureza sejam priorizadas na formulação de políticas de desenvolvimento e mudança climática.
- A colaboração deve ser facilitada entre departamentos e setores governamentais, em todas as esferas de gestão (nacional, estadual e municipal), para aumentar a eficácia das AbE.
- A capacidade técnica local para implementar as AbE deve ser mais desenvolvida; também é necessário apoio à pesquisa e ao compartilhamento de conhecimento sobre AbE para impulsionar a aceitação pelos

governos e pelas comunidades.

- Uma implementação de AbE bem-sucedida exige que os implementadores adotem abordagens participativas, valorizem o conhecimento indígena e local, trabalhem com ou fortaleçam organizações e processos de planejamento locais e abordem claramente os benefícios e eventuais obstáculos associados à AbE.

Soluções baseadas na Natureza (SbN) para proteção costeira incluem a conservação ou restauração dos ambientes costeiro-marinhos (como os manguezais e brejos salinos do Paraná). Estes ecossistemas podem funcionar como uma barreira natural contra os principais impactos adversos da mudança do clima, como erosão costeira, aumento do nível do mar e alagamentos, além de fornecer benefícios adicionais à população e à biodiversidade (FGB, 2023).



## 5.1.1. Medidas de AbE para os ecossistemas de manguezais e brejos salinos

### A) Criação de novas unidades de conservação de proteção integral e de uso sustentável

Tomando como base os mapeamentos de áreas prioritárias para conservação da biodiversidade, disponíveis em nível [federal](#)<sup>10</sup> e [estadual](#)<sup>11</sup>, e cruzando estas informações com a melhor base cartográfica disponível de uso e cobertura da terra atual para o litoral paranaense (levantamento recentemente publicado pelo Lageamb (Britez *et al.*, 2023), e também com o mapeamento da vulnerabilidade costeira (realizado neste projeto), é possível identificar remanescentes significativos de ecossistemas costeiros como manguezais, brejo salinos, caxetais, restingas e

outros, que são imprescindíveis, não só pela sua importância para a conservação da biodiversidade, mas também como zonas especiais de proteção contra os efeitos da elevação do nível do mar, principalmente as inundações costeiras provocadas por tempestades.

É importante ressaltar que a classificação das [Áreas Estratégicas para a Conservação e Restauração da Biodiversidade no Estado do Paraná – AECR](#) considera manguezais, restingas e várzeas (como os brejos salinos) como áreas com grau de prioridade “Extremamente Alta” (o nível mais alto de prioridade).



10 - <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-ecossistemas/ecossistemas/conservacao-1/areas-prioritarias/2a-atualizacao-das-areas-prioritarias-para-conservacao-da-biodiversidade-2018>

11 - <https://geopr.iat.pr.gov.br/porta/apps/MapSeries/index.html?appid=b5eedd6264c04a3dba63ebcc3ea1e39c>



## B) Restauração de brejos salinos

Os brejos salinos mantêm uma relação de interdependência com o oceano e sistemas de água doce. Sua vitalidade é sustentada pelo fluxo das marés e pelas inundações periódicas que permitem seu desenvolvimento e expansão. As marés levam consigo sedimentos carregados de nutrientes, essenciais para a manutenção e crescimento desses ecossistemas. Áreas onde intervenções humanas anteriormente romperam essa conexão vital podem ser recuperadas com estratégias específicas, como a remoção de agentes degradantes que impedem o fluxo natural das águas. Isso restaura a influência das marés e o fluxo de sedimentos, recriando as condições necessárias para o renascimento dos brejos salinos, conforme destacado em estudos do Banco Mundial sobre Soluções baseadas na Natureza para aumento da resiliência urbana (Banco Mundial, 2021).

Ainda sob o ponto de vista da intervenção humana negativa nestes ecossistemas, está a introdução de espécies exóticas invasoras, como é o caso das braquiárias-d'água (*Urochloa arrecta* e *U. mutica*), responsáveis por interromper os processos naturais dos brejos salinos e manguezais. É necessário realizar o manejo adequado e específico para o controle destas espécies invasoras, garantindo um ecossistema de brejos salinos equilibrado e provedor de serviços ecossistêmicos.

## C) Restauração de manguezais

Assim como os brejos salinos, a vitalidade dos manguezais está intrinsecamente ligada ao ciclo das marés e ao aporte de água doce proveniente dos rios. Antes de iniciar qualquer projeto de restauração dessas áreas, é imprescindível analisar o contexto hidrológico local, incluindo o regime de marés e os padrões de fluxo dos cursos d'água, que são determinan-

tes para o estabelecimento e a distribuição das espécies vegetais nativas dos manguezais.

Posteriormente, é crucial diagnosticar as alterações ambientais que resultaram na degradação do ecossistema e que impedem sua regeneração natural por sucessão secundária, conforme orientações do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio (2018) e do Banco Mundial (2021).

Intervenções como canalizações que restringem ou impedem o fluxo de água doce, assim como obstáculos que comprometem a inundação regular pelo avanço das marés, são fatores de degradação que podem ser revertidos. Em muitos casos, especialmente quando há fontes de sementes nas proximidades, a restauração das condições hidrológicas originais frequentemente é suficiente para permitir que os manguezais degradados se recuperem de forma natural, como aponta

o ICMBio (2018). A remoção cuidadosa de barreiras que controlam artificialmente as águas dos rios e do mar pode restaurar a influência natural desses elementos e proporcionar condições ideais para a regeneração dos manguezais. A reabertura de canais naturais obstruídos por estradas, diques e outras construções, também é uma medida recomendada pelo ICMBio (2018) e pelo Banco Mundial (2021). O plantio de sementes ou mudas de espécies nativas de mangue deve ser considerado apenas quando as medidas para restabelecer a dinâmica local dos rios e marés não forem suficientes para a recolonização natural da área.

Quando a degradação dos manguezais é resultado de ocupações humanas, como atividades econômicas ou residenciais, a remoção dessas atividades e a restauração do terreno ao seu nível original podem restabelecer o regime de

inundação pelas marés altas, como indicado pelo ICMBio (2018).

Estruturas verticais permeáveis são eficazes para auxiliar na restauração das florestas de mangue, pois retêm sedimentos e oferecem substrato para o crescimento natural dos manguezais. Essas estruturas são instaladas em forma de grade, orientadas para capturar sedimentos e atenuar as ondas erosivas. A construção dessas barreiras pode ser uma atividade comunitária, utilizando materiais locais como bambu e galhos, conforme sugerido por Deltares e destacado pelo Banco Mundial (2021).



## 5.1.2. Medidas de AbE para as comunidades do entorno dos ecossistemas de manguezais e brejos salinos

### A) Restauração de Áreas de Preservação Permanente (APP) ciliares

As Áreas de Preservação Permanente (APP) estão na zona de interface entre os ambientes terrestres e aquáticos e, quando cobertas por vegetação natural, desempenham uma função de proteção contra enchentes, criando uma zona tampão entre os rios e áreas habitacionais, além de serem um “filtro natural” de sedimentos e poluentes que chegam aos rios pelas enxurradas e causam sua degradação. A importância destas áreas é ainda maior quando a mudança climática tornam os eventos de chuvas volumosas e concentradas em pouco tempo mais intensos e frequentes, o que torna as cheias mais fortes, deixando estas faixas ao longo dos rios mais propensas a so-

frer transbordamento e inundação; em face a este possível aumento da intensidade das cheias, o efeito de barreira que as matas ciliares desempenham passa a ser ainda mais necessário.

Outras áreas importantes são as nascentes, fundamentais para a regularidade dos fluxos hídricos, pois sua “saúde ambiental” vai influenciar diretamente o regime de vazões dos rios. Isto é especialmente importante nos períodos de estiagem (que podem ser mais frequentes e longos devido às mudanças do clima), quando nascentes que conseguem acumular mais água no seu entorno, nos períodos chuvosos, por terem mais solos protegidos por vegetação





natural ao seu redor, têm a capacidade de “produzir água” menos comprometida. Nascentes com entorno mais protegido também recebem menor carreamento de sedimentos, evitando o aterramento de nascentes, que faz com que elas diminuam ou mesmo percam sua capacidade de aflorar água.

### **B) Sistemas Agroflorestais**

Por conta dos efeitos negativos da mudança climática, possíveis fontes tradicionais de renda podem ser comprometidas, principalmente para a população que depende dos recursos naturais (como os recursos pesqueiros). Inserir na economia local uma cadeia produtiva centrada na produção de alimentos associada a sistemas agroflorestais, além de ser importante para o aumento da capacidade de adaptação climática, contribuirá na geração de emprego e renda, aumentando também a diversificação dos meios

de subsistência rurais (reduzindo a dependência de culturas ou criações que podem ser negativamente impactadas por secas extremas ou chuvas torrenciais).

### **C) Agricultura regenerativa**

A “intensificação ecológica sustentável” na produção agrícola é uma abordagem que visa recuperar ou incrementar os serviços ecossistêmicos em terras agrícolas, por meio de uma melhor gestão do solo e da vegetação. A cobertura vegetal permanente do solo, por exemplo, permite maior retenção de umidade no solo e ameniza os efeitos erosivos das chuvas torrenciais, evitando perda de solo fértil. Sistemas agrícolas onde os serviços ecossistêmicos são mantidos ou recuperados podem ser tão produtivos quanto sistemas agrícolas intensivos e de alta necessidade de insumos e, ao mesmo tempo, geram impactos muito menores ao ambiente.

A criação de hortas comunitárias orgânicas pode contribuir para o aumento da segurança alimentar de populações mais vulneráveis à mudança climática.

### **D) Ecoturismo e Turismo Rural**

Possíveis fontes tradicionais de renda, como a agricultura convencional ou a pesca artesanal, podem ser comprometidas por conta da mudança climática. Inserir na economia local novas perspectivas de emprego, neste caso, por meio do Ecoturismo e Turismo Rural, contribui na geração de emprego e renda, auxiliando principalmente a população de comunidades rurais dos municípios do litoral paranaense, por meio da diversificação de atividades. Também auxilia na valorização cultural de áreas naturais e de meios de subsistência mais sustentáveis (como agrofloresta e agricultura orgânica), que tornam essas regiões mais adaptadas às mudanças do clima.

### **E) Áreas verdes urbanas e Arborização urbana**

O incremento de áreas verdes urbanas e da arborização urbana torna a porção urbana dos municípios litorâneos mais resiliente a eventos extremos, como chuvas torrenciais, por exemplo. Parques lineares são uma boa opção para áreas de planícies de inundação ainda não ocupadas, pois evitam a ocupação urbana em áreas de risco e podem reter temporariamente grandes volumes de água, reduzindo o efeito das cheias a jusante. O aumento da cobertura vegetal também torna o microclima mais ameno (gerando conforto térmico e aumento da umidade por evapotranspiração), reduzindo os impactos previstos da elevação das temperaturas máximas.

Outros benefícios da existência e do aumento da cobertura vegetal dentro do perímetro urbano são beleza cênica e paisagística e atração de avifauna para o perímetro urbano. É

importante enfatizar o uso de espécies nativas, pois estas podem prover uma gama maior de serviços ecossistêmicos e incrementar a adaptação local à mudança climática.

### **F) Evitar a expansão urbana em áreas de Mata Atlântica conservada.**

É necessário evitar que áreas naturais provedoras de serviços ecossistêmicos que promovem maior resiliência do município à mudança climática (na forma de menor vulnerabilidade a enchentes ou deslizamentos, por exemplo) sejam degradadas. E, por isso, o ordenamento territorial, no sentido de favorecer a expansão urbana para áreas já convertidas, é uma importante estratégia de AbE.





## 5.2. Desenvolvimento de políticas públicas integradas

A mudança climática e seus desdobramentos representam um dos mais prementes desafios da humanidade no século 21, adquirindo relevância primordial, visto a gama complexa de problemas públicos associados direta ou indiretamente a este fenômeno. Desde eventos climáticos extremos até alterações nos padrões sazonais, a mudança climática influencia profundamente o modelo de desenvolvimento atual, interferindo em economias e sociedades. Assim, a abordagem eficaz desse fenômeno exige uma compreensão mais ampla de suas implicações, considerando não apenas seus efeitos imediatos, mas também as consequências a longo prazo.

Reconhecer que se trata de desafios de natureza pública direciona a

atenção para a urgência de desenvolver e implementar **políticas públicas integradas para a adaptação climática**. Essas políticas devem estar voltadas para a compreensão da paisagem social, a promoção do desenvolvimento sustentável, a construção da resiliência climática, o engajamento da sociedade, entre outras. Para tanto, a presente proposição de estratégias para se atingir um cenário de maior resiliência no litoral paranaense se sustenta em três pilares fundamentais:

1. visão estratégica e sistêmica da gestão do risco climático;
2. olhar social da paisagem;
3. promoção do conhecimento e da melhoria na qualidade de dados e informações.



O primeiro pilar, que envolve uma visão estratégica e sistêmica da gestão do risco climático, ressalta a importância de uma compreensão abrangente do território. Atestando que, para uma gestão eficaz e eficiente dos riscos climáticos, é essencial considerar uma variedade de questões ambientais, sociais, econômicas e culturais, e integrar diferentes políticas públicas. Portanto, a integração da temática do risco climático no planejamento e na gestão pública é imprescindível.

A abordagem sistêmica envolve também a utilização de medidas complementares, como ações de mitigação e adaptação, bem como o aproveitamento de Soluções baseadas na Natureza (SbN) de forma integrada a intervenções convencionais (infraestrutura cinza). Especificamente sobre as SBN, é necessário sublinhar que muitas das medidas adotadas em diferentes projetos para combater a mudança climática estão vinculadas ao uso da natureza, devido a vantagens

como boa relação custo-benefício e a geração de benefícios concomitantes por uma mesma SBN (OECD, 2020).

Outro ponto importante do primeiro pilar se refere à otimização dos recursos (financeiros, humanos e materiais) disponíveis e que, geralmente, são escassos por conta da alta complexidade decorrente dos problemas socioeconômicos que o Brasil enfrenta. Dessa forma, direcionar a atuação a curto prazo em frentes que abordem populações e ecossistemas mais vulneráveis é fundamental.

O segundo pilar, relacionado ao aspecto social da paisagem, concentra-se na necessidade de identificar e envolver os atores sociais nas estratégias de adaptação climática. Para garantir o sucesso dos Planos Regionais de Paisagem propostos pelo governo estadual, bem como outras iniciativas, é essencial o engajamento direto das pessoas que fazem parte e interagem com o ambiente. Isso requer não apenas uma participação ativa, mas

também uma compreensão aprofundada dos efeitos das ações humanas no meio ambiente em conjunto com os efeitos da mudança climática. Para atingir esse nível de envolvimento, é indispensável um esforço conjunto que abranja a educação ambiental, a sensibilização pública, incentivos econômicos, políticas públicas eficazes e duradouras e uma estrutura de governança sólida, baseada tanto em princípios científicos como em conhecimentos locais.

As comunidades locais, entidades governamentais, organizações não governamentais e o setor privado devem colaborar de maneira coordenada e coesa, reconhecendo que o desenvolvimento da resiliência climática local é essencial para o bem-estar humano e para a sustentabilidade de longo prazo da região.

O terceiro pilar concentra-se em impulsionar o conhecimento e aprimorar a qualidade dos dados e informações sobre os efeitos locais da mudança

climática e das medidas de adaptação climática mais adequadas, fortalecendo iniciativas que contribuam para a elaboração de estudos e análises capazes de embasar decisões assertivas para o aumento da resiliência à mudança climática. Isso requer um esforço constante para compreender e monitorar os riscos e impactos decorrentes da mudança climática, avaliar a vulnerabilidade das populações e ecossistemas, bem como a identificação de áreas prioritárias para desenvolvimento de ações de adaptação.

### **Eixos estratégicos**

A proposta dos eixos estratégicos visa impulsionar de forma planejada e eficaz o fortalecimento da resiliência climática na região litorânea do Paraná, com base nos pilares anteriormente apresentados. Para alcançar esse objetivo, foram definidos cinco eixos estratégicos que, além de estarem correlacionados, abordam áreas reconhecidas como essenciais na agenda climática:

- **Eixo estratégico A:** Realizar a gestão e o ordenamento do território de forma a promover a resiliência climática da Zona Costeira.
- **Eixo estratégico B:** Assegurar a integridade dos ecossistemas naturais costeiros e o uso racional e sustentável dos recursos naturais.
- **Eixo estratégico C:** Garantir o engajamento dos diferentes atores sociais nos processos que envolvem a gestão do risco climático.
- **Eixo estratégico D:** Fomentar a promoção de estudos e pesquisas que favoreçam a tomada de decisão para a adaptação climática.
- **Eixo estratégico E:** Fortalecer a capacidade institucional e humana para a adaptação climática.

Para cada eixo estratégico, foram propostas algumas linhas de ação para serem desenvolvidas pelos tomadores de decisão (Tabela 12).



**Tabela 12.** Eixos estratégicos e linhas de ação propostas pelo projeto “Olha o Clima, Litoral!” como forma de contribuição aos tomadores de decisão para o desenvolvimento da resiliência climática no Litoral do Paraná.

<b>Eixo estratégico</b>	<b>Linha de ação</b>
<b>Eixo estratégico A</b> (Realizar a gestão e o ordenamento do território de forma a promover a resiliência climática da Zona Costeira)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Integrar adaptação, gestão de risco de desastres e resiliência no planejamento estratégico do ordenamento territorial</li><li>• Elaborar ou atualizar instrumentos de ordenamento territorial com base na gestão eficiente do risco climático</li><li>• Promover o alinhamento de estratégias para a adaptação climática definidas em diferentes níveis de atuação da gestão pública, do municipal ao federal</li></ul>
<b>Eixo estratégico B</b> (Assegurar a integridade dos ecossistemas naturais costeiros e o uso racional e sustentável dos recursos naturais)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Conservar os ecossistemas naturais remanescentes, sobretudo os manguezais e brejos salinos</li><li>• Realizar a recuperação de áreas degradadas, principalmente em áreas definidas como de alta prioridade ecológica</li><li>• Fomentar o uso racional e sustentável dos recursos naturais em atividades antrópicas</li></ul>
<b>Eixo estratégico C</b> (Garantir o engajamento dos diferentes atores sociais nos processos que envolvem a gestão do risco climático)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Propiciar medidas de Educação Ambiental visando à sensibilização da sociedade</li><li>• Realizar o mapeamento dos atores que integram a paisagem social do litoral paranaense</li><li>• Estruturar rede ativa e permanente de governança multissetorial voltada para o desenvolvimento da resiliência climática</li><li>• Fomentar encontros regulares desta rede de governança para o compartilhamento de experiências</li><li>• Criar plataforma integrada de compartilhamento de dados e informações</li></ul>
<b>Eixo estratégico D</b> (Fomentar a promoção de estudos e pesquisas que favoreçam a tomada de decisão para a adaptação climática)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Realizar a identificação contínua dos riscos, impactos e vulnerabilidade associados à mudança climática</li><li>• Estabelecer e manter atualizado banco de dados relacionados às áreas prioritárias para adaptação climática</li><li>• Definir parâmetros e indicadores que permitam o monitoramento de ações de adaptação climática</li><li>• Garantir o avanço do conhecimento técnico-científico sobre este tema</li><li>• Estruturar protocolo(s) de monitoramento de ações de adaptação climática</li></ul>
<b>Eixo estratégico E</b> (Fortalecer a capacidade institucional e humana)	<ul style="list-style-type: none"><li>• Mobilizar recursos por meio de diferentes fontes de financiamento (públicas e privadas)</li><li>• Capacitar os atores sociais, sobretudo o corpo técnico dos órgãos públicos</li></ul>



## Considerações finais

Diante da urgência de fortalecer a resiliência climática em diversos ambientes e cenários sociais, o projeto “Olha o Clima, Litoral!” contribuiu, por meio desta publicação, com uma categorização mais detalhada da vulnerabilidade costeira, oferecendo uma visão precisa dos ecossistemas e comunidades costeiras potencialmente mais afetados pela mudança climática. A produção de dados e informações com esse nível de detalhamento é essencial para identificar pontos críticos e orientar estratégias de adaptação climática.

É importante ressaltar que a análise da vulnerabilidade costeira vai além da dimensão física do território. Avaliar as qualidades e deficiências da gestão socioambiental local é igualmente importante, pois essas variáveis influenciam diretamente a

capacidade de resposta das comunidades aos desafios climáticos. Integrar os aspectos geográficos e socioambientais é fundamental para uma compreensão mais aprofundada da vulnerabilidade, permitindo a formulação de intervenções de mitigação e adaptação mais específicas e eficazes. Assim, as políticas públicas e as iniciativas comunitárias podem ser mais assertivas e bem sucedidas na construção de uma resiliência climática sustentável.

Com base na contextualização de pesquisas existentes e das principais iniciativas de gestão pública sobre o tema, foram propostas medidas de Adaptação Baseada em Ecossistemas para o litoral paranaense. Essas medidas se aplicam tanto às áreas cobertas por brejos salinos e manguezais quanto às comunidades vizinhas a

estes ecossistemas, tendo em conta que as Soluções baseadas na Natureza têm se consolidado como uma das abordagens mais promissoras para enfrentar os desafios climáticos.

Frente à complexidade da gestão do risco climático, é necessário direcionar esforços para o desenvolvimento e a implementação de políticas públicas para diferentes setores, geridas de forma integrada, voltadas para a compreensão da paisagem social, a promoção do desenvolvimento sustentável, a construção da resiliência climática e o engajamento da sociedade, entre outros aspectos. Para alcançar um cenário de maior resiliência, foram propostos eixos estratégicos e linhas de ação como forma de contribuição aos tomadores de decisão para o desenvolvimento da resiliência climática no Litoral do Paraná.





# Referências

ANGULO, R.J.; SOUZA, M.C.; MÜLLER, M.E.; NOERNBERG, M.A.; OLIVEIRA, L.H.; SOARES, C.R.; BORZONE, C.A.; MARONE, E.; QUADROS, C.J. Panorama da Erosão Costeira no Brasil – Capítulo Paraná. In Panorama da Erosão Costeira do Brasil no Brasil, MMA, 2018.

AZEVEDO, N.T. A vulnerabilidade social dos municípios do litoral do Paraná: construção do Índice de Vulnerabilidade Social (IVS) com base nos dados dos setores censitários IBGE 2010. In Guaju – Revista Brasileira de Desenvolvimento Territorial Sustentável, vol. 2, 2016.

BANCO MUNDIAL. A Catalogue of Nature-based Solutions for Urban Resilience. Washington, D.C. World Bank Group, 2021

BRITEZ, R. M. Mapeamento da cobertura vegetal e uso da terra no litoral do Paraná. Curitiba: Laboratório de Geoprocessamento e Estudos Ambientais (LAGEAMB) - UFPR, 2023.

FILGUEIRAS, G. D. L.; ALBINO, J. Vulnerabilidade Costeira a partir da abordagem multicritério: Estudo de caso no litoral sul do Espírito Santo. Revista do Departamento de Geografia, v. 40, p. 78-93, 2020.

FGB - Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza. Cidades do Futuro - As Soluções Baseadas na Natureza ajudando a enfrentar a emergência climática. Fundação Grupo Boticário, 2023

FGB - Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza & ICLEI – Governos Locais pela Sustentabilidade. Adaptação baseada em Ecossistemas: Oportunidades para políticas públicas em mudança climática. Curitiba: Fundação Grupo Boticário de Proteção à Natureza, 2015

GORNITZ, V. M. Global Coastal Hazards from Future Sea Level Rise. Global and Planetary Change, v. 3, n. 4, p. 379-398, 1991.

ICMbio - Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade. Atlas dos Manguezais do Brasil. Brasília: Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, 2018.

IIED - International Institute for Environment and Development, IUCN - União Internacional para a Conservação da Natureza; UNEP- Programa das Nações Unidas para o Meio Ambiente, 2019. Nature-based solutions to climate change adaptation. IIED, 2019

MARBRASIL. Saúde dos manguezais da Grande Reserva Mata Atlântica - Enfoque na ampliação do conhecimento sobre estoques de carbono - Relatório Final. Associação MarBrasil, 2023

MCTI - Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovações. Documento teórico-metodológico para avaliação de risco de impacto de mudança climática no Setor Estratégico de Desastres Geo-hidrológicos da plataforma AdaptaBrasil. Brasília-DF: MCTI, 2022

MMA-Ministério do Meio Ambiente. Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima – Estratégia Geral/ Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Mudança do Clima e Florestas. – Brasília, DF: MMA, 2016.

NICOLODI, J.L.; PETERMANN, R.M. Mudança climática e a Vulnerabilidade da Zona Costeira do Brasil: Aspectos ambientais, sociais e tecnológicos. Revista da Gestão Costeira Integrada 10(2):151-177, 2010.

OECD - Organização para a Cooperação e Desenvolvimento Econômico. Nature-based solutions for adapting to water-related climate risks. OECD Environment Policy Papers, No. 21, OECD Publishing, Paris, 2020.

PENDLETON, E.A., BARRAS, J.A., WILLIAMS, S.J., TWICHELL, D.C. 2010, Coastal Vulnerability Assessment of the Northern Gulf of Mexico to Sea-Level Rise and Coastal Change: U.S. Geological Survey, 2010

SANTOS, M. S. T.; AMARO, V. E.; FERREIRA, A. T. S.; BARBOZA, A. A.; FIGUEIREDO, M. C.; ARAÚJO, A. G. Metodologia para Mapeamento de Vulnerabilidade Costeira à Elevação do Nível Médio do Mar (NMM) em Escala Local. Boletim de Ciências Geodésicas, v. 21, n. 4, p. 691-705, 2015.

THIELER, E. R.; HAMMAR-KLOSE, E. S. National Assessment of Coastal Vulnerability to Sea-Level Rise: Preliminary Results for the U.S. Atlantic Coast. U.S. Geological Survey Open-File Report, v. 99-593, p. 1-15, 1999.