



UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOGRAFIA FÍSICA

RAQUEL ALFIERI GALERA

Vulnerabilidade socioecológica da Zona Costeira do Estado de São Paulo no contexto dos riscos costeiros em meio às mudanças climáticas

Versão Revisada

São Paulo - 2023

RAQUEL ALFIERI GALERA

**Vulnerabilidade socioecológica da Zona Costeira
do Estado de São Paulo no contexto dos riscos
costeiros em meio às mudanças climáticas**

Versão Revisada

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia,
Letras e Ciências Humanas da Universidade
de São Paulo para a obtenção do título de
doutora em Geografia Física na linha de
pesquisa Paisagem e Planejamento
Ambiental.

Orientadora: Prof^a D.^{ra} Celia Regina de
Gouveia Souza.

São Paulo

2023

ENTREGA DO EXEMPLAR CORRIGIDO DA DISSERTAÇÃO/TESE**Termo de Anuência da orientadora****Nome do (a) aluno (a): Raquel Alfieri Galera****Data da defesa: 14/12/2023****Nome do Profa. orientadora: Celia Regina de Gouveia Souza**

Nos termos da legislação vigente, declaro **ESTAR CIENTE** do conteúdo deste **EXEMPLAR CORRIGIDO** elaborado em atenção às sugestões dos membros da comissão Julgadora na sessão de defesa do trabalho, manifestando-me **plenamente favorável** ao seu encaminhamento ao Sistema Janus e publicação no **Portal Digital de Teses da USP**.

São Paulo, 09/02/2024



Celia Regina de Gouveia Souza

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada a fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

G221v Galera, Raquel Alfieri
Vulnerabilidade socioecológica da Zona Costeira do Estado de São Paulo no contexto dos riscos costeiros em meio às mudanças climáticas / Raquel Alfieri Galera; orientador Celia Regina de Gouveia Souza - São Paulo, 2023.
199 f.

Tese (Doutorado)- Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia. Área de concentração: Geografia Física.

1. vulnerabilidade socioecológica. 2. comunicação dos riscos costeiros. 3. mudanças climáticas. 4. governança adaptativa. 5. estratégias interdisciplinares. I. Souza, Celia Regina de Gouveia, orient. II. Título.

BANCA DE DEFESA

Nome: GALERA, Raquel Afieri

Título: Vulnerabilidade socioecológica da Zona Costeira do Estado de São Paulo no contexto dos riscos costeiros em meio às mudanças climáticas – Brasil

Tese apresentada à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo para a obtenção do título de doutora em Geografia Física na linha de pesquisa Paisagem e Planejamento Ambiental.

Aprovação em: 14 de dezembro de 2023.

Presidente da banca

Profa. Dra.:	Célia Regina de Gouveia Souza
Instituição:	Instituto de Pesquisas Ambientais / Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (IPA/SEMIL)

Banca examinadora

Prof. Dr.:	Pedro Roberto Jacobi
Instituição:	Faculdade de Educação da Universidade de São Paulo (FEUSP)
Prof. Dr.:	Claudio José Ferreira SEMA
Instituição:	Instituto de Pesquisas Ambientais / Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Meio Ambiente do Estado de São Paulo (IPA/SEMIL)
Profa. Dra.:	Debora Olivato Externo
Instituição:	Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN)

AGRADECIMENTOS

Caio, seu apoio inabalável foi meu alicerce.

À minha família, em especial à minha mãe, Patricia, e aos meus irmãos, Lucas e André, o meu profundo agradecimento. Seu amor e suporte foram essenciais nessa jornada.

Viviane e Patrick, meus melhores amigos, obrigada por suportarem os meus dramas e sempre estarem ao meu lado. Vocês são incríveis!

Aos meus colegas e amigos do grupo de pesquisa, agradeço ao Cerri e Rafael pela rica trajetória e companheirismo nos grupos de debate.

A todos os outros amigos que estiveram do meu lado, não preciso os nomear, porque "os de verdade sabem!"

Gostaria de estender um agradecimento especial ao CNPQ pela concessão da bolsa de doutorado e ao Programa Santander de Políticas Públicas em convênio com o Programa USP Municípios. O apoio deles foi crucial na proposição de soluções, visando ao desenvolvimento de políticas públicas nas cidades do estado de São Paulo, alinhadas ao Objetivo De Desenvolvimento Sustentável (ODS) de Número 11, da Agenda 2030 da ONU. Meu reconhecimento a todos os bolsistas e colaboradores que atuaram, direta ou indiretamente, nas ações da RedEcost.

Não posso deixar de mencionar a universidade, em especial todos os funcionários e equipe que compõem o Programa de Pós-Graduação em Geografia Física. Seu trabalho e dedicação foram essenciais para a realização deste projeto.

Por último, mas definitivamente não menos importante, minha mais sincera gratidão à minha orientadora, Celia Regina Gouveia Souza. Sem sua orientação, apoio e paciência, esta tese não teria sido possível.

RESUMO

Os cenários de risco e os desastres associados às mudanças climáticas têm aumentado significativamente em frequência e magnitude de seus impactos, incluindo as ameaças e perigos que impactam as zonas costeiras. A construção dos cenários de risco costeiro diante dos novos relatórios Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) desempenha um papel crucial para construção de uma agenda global de redução dos riscos e desastres. Nesse contexto, a tese propõe a integração de dados em plataformas digitais para uma tomada de decisão informada e a comunicação de riscos costeiros baseada em soluções com base na natureza (SbN).

Busca-se avaliar o perfil da vulnerabilidade socioecológica dos municípios da Zona Costeira do Estado de São Paulo (ZCESP) em relação aos riscos costeiros, fomentando estratégias de governança adaptativa para região pautadas pela inovação no uso das informações e o desenvolvimento de plataformas de comunicação digital. A pesquisa adota uma abordagem interdisciplinar entre os riscos costeiros e as mudanças climáticas, visando compreender e comunicar os cenários de risco costeiro. Propõe-se a integração de dados em plataformas digitais para uma tomada de decisão informada e a comunicação de riscos costeiros baseada em estratégias de educação ambiental crítica, com o objetivo de fortalecer a resiliência costeira e promover o engajamento comunitário. As estratégias interdisciplinares sugeridas incluem o mapeamento de digital, intervenções em áreas críticas e o desenvolvimento de ações em rede, destacando a importância de abordagens colaborativas e a cocriação para se alcançar a governança adaptativa dos riscos costeiros na região.

Os resultados da caracterização dos fatores que compõem o Índice de Vulnerabilidade Socioecológica (IVSeco) indicam alta vulnerabilidade socioecológica em áreas propensas à erosão e inundação costeira e

continental, com impactos significativos sobre as comunidades locais dependentes dos serviços ecossistêmicos associados às praias. A construção do cenário de risco costeiro diagnóstico da Zona Costeira do Estado de São Paulo (ZCESP) identificou que $n= 1.464.886$, ou 66,5% dos habitantes da região, residem em unidades da paisagem costeira suscetíveis a processos associados à erosão costeira e inundação costeira, além de outras ameaças correlatas. Cerca de 15% do total de habitantes da ZCESP encontra-se em situação de vulnerabilidade socioecológica alta e muito alta. Ademais, o delineamento da pesquisa, integrada às ações de pesquisa-ação, resultou em cinco ações de intervenção em territórios da ZCESP, especificamente praias classificadas com alto e muito alto risco de erosão costeira e inundação costeira, mobilizadas com o apoio de atores-chave mapeados. A pesquisa a apoio a formação da Rede de Erosão Costeira do Estado de São Paulo (RedEcost) e a identificação de onze perfis estratégicos para ações de comunicação de riscos costeiros, engajados em ações de ensino-aprendizagem adaptadas aos modelos remoto, híbrido e presencial.

Palavras-chave: vulnerabilidade socioecológica; comunicação dos riscos costeiros; mudanças climáticas; governança adaptativa; e interdisciplinaridade.

ABSTRACT

The scenarios of risk and disasters associated with climate change have significantly increased in frequency and magnitude of their impacts, including threats and dangers that affect coastal zones. The construction of coastal risk scenarios in light of the new reports from the Intergovernmental Panel on Climate Change (IPCC) plays a crucial role in shaping a global agenda for reducing risks and disasters. In this context, the thesis proposes the integration of data into digital platforms for informed decision-making and the communication of coastal risks based on Nature-Based Solutions (SbN).

The aim is to assess the socioecological vulnerability profile of municipalities in the Coastal Zone of the State of São Paulo (ZCESP) in relation to coastal risks, fostering adaptive governance strategies for the region guided by innovation in the use of information and the development of digital communication platforms. The research adopts an interdisciplinary approach to understanding and effectively communicating coastal risk scenarios. The proposal involves integrating data into digital platforms for informed decision-making and communicating coastal risks based on critical environmental education strategies, with the goal of strengthening coastal resilience and promoting community engagement. The suggested interdisciplinary strategies include digital mapping, interventions in critical areas, and the development of networked actions, highlighting the importance of collaborative approaches and co-creation to achieve adaptive governance of coastal risks in the region. The results of the characterization of factors comprising the Socioecological Vulnerability Index (IVSeco) indicate high socioecological vulnerability in areas prone to coastal and continental erosion and flooding, with significant impacts on local communities dependent on ecosystem services associated with beaches.

The construction of the diagnostic coastal risk scenario for the Coastal Zone of the State of São Paulo (ZCESP) identified that $n=1,464,886$, or 66.5% of

the region's inhabitants, reside in coastal landscape units susceptible to processes associated with coastal erosion and flooding, along with other related threats. Approximately 15% of the total inhabitants of ZCESP are in a situation of high and very high socioecological vulnerability. Additionally, the research design, integrated with research-action initiatives, resulted in five intervention actions in ZCESP territories, specifically in beaches classified with a high and very high risk of coastal erosion and flooding, mobilized with the support of mapped key stakeholders. The research supported the formation of the Coastal Erosion Network of the State of São Paulo (RedEcost) and the identification of eleven strategic profiles for communication actions on coastal risks, engaged in teaching and learning activities adapted to remote, hybrid, and in-person models.

Keywords: socio-ecological vulnerability; coastal risk communication; climate change; adaptive governance; interdisciplinary strategies

LISTA DE SIGLAS

CAT	Índice de concentração do fluxo hidrológico
COMPEDCs	Coordenadoria Municipal de Proteção e Defesa Civil
DEN	Índice da densidade populacional
EAC	Educação Ambiental Crítica
ECO	Índice de Serviço Ecosistêmico
ESG	Índice Coleta de Esgoto
IPVS	Índice Pauista de Vulnerabilidade Social
IVSeco	Índice de Vulnerabilidade Socioecológica
LIX	Índice Coleta de Lixo
MDT	Altura relativa de elevação acima do nível do mar
NRM	nível relativo do mar
ODS	Objetivos de Desenvolvimento Sustentável
PAV	Índice de Pavimentação
POI	Índice do potencial de indução do perigo de inundação
PPDC	Plano Preventivo de Defesa Civil
REC	Índice de Risco de Erosão Costeira
SARIC	de Sistema de Aviso de Ressacas e Inundações Costeiras
SbN	soluções baseadas na natureza
TICs	Tecnologias da Informação e Comunicação
TWI	Índice topológico de umidade
UTB	Unidades Territoriais Básicas
ZCESP	Zona Costeira do Estado de São Paulo

LISTA DE QUADROS

QUADRO 1.	RISCOS RELACIONADOS ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS PARA AS ZONAS COSTEIRAS	31
QUADRO 2.	PRINCIPAIS RECURSOS TEMÁTICOS DE FONTES DE DADOS ESPACIAIS	61
QUADRO 3.	DIMENSÕES DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA DA ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO	66
QUADRO 4.	INTERAÇÕES DOS IMPACTOS OBSERVADOS E PROJETADOS DOS RISCOS CLIMÁTICOS SOBRE OS ECOSSISTEMAS COSTEIROS.....	97
QUADRO 5.	ODS ALINHADOS COM A ABORDAGEM DA GOVERNANÇA ADAPTATIVA DOS RISCOS COSTEIROS	103
QUADRO 6.	CARACTERÍSTICAS SOCIODEMOGRÁFICAS E TERRITORIAIS DOS MUNICÍPIOS DA ZCESP.....	108
QUADRO 7.	NÍVEL DE EXPOSIÇÃO DOS HABITANTES DA ZCESP AOS RISCOS DE EROÇÃO COSTEIRA E INUNDAÇÃO COSTEIRA.....	112
QUADRO 8.	RANKING DOS MUNICÍPIOS DA ZCESP CONFORME O IVECO NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS	115
QUADRO 9.	PERFIS ESTRATÉGICOS DE COMUNICAÇÃO DOS RISCOS COSTEIROS DA REDECOST	123

LISTA DE TABELAS

TABELA 1.	MATRIZ DE PONDERAÇÃO DO ÍNDICE DE COLETA DE ESGOTO (ESG)	69
TABELA 2.	MATRIZ DE PONDERAÇÃO DO ÍNDICE DE COLETA DE LIXO (LIX)	69
TABELA 3.	COMBINAÇÃO MATRICIAL E NOTAS PONDERADAS PARA OBTENÇÃO DO ÍNDICE DE PAVIMENTAÇÃO (PAV)	70
TABELA 4.	MATRIZ DE PONDERAÇÃO. ÍNDICE DA DENSIDADE POPULACIONAL (HABITANTES POR KM ²)	71
TABELA 5.	MATRIZ DE PONDERAÇÃO DO ÍNDICE DE BALNEABILIDADE DAS PRAIAS	72
TABELA 6.	ÍNDICE DO POTENCIAL DE INDUÇÃO DO PERIGO DE INUNDAÇÃO/INUNDAÇÃO COSTEIRA RELATIVA À OCUPAÇÃO	72
TABELA 7.	MATRIZ DE PONDERAÇÃO DA ALTURA RELATIVA DO MAR (MDT)	74
TABELA 8.	MATRIZ DE PONDERAÇÃO DO ÍNDICE DE CONCENTRAÇÃO DO FLUXO HIDROLÓGICO	74
TABELA 9.	MATRIZ DE PONDERAÇÃO DO ÍNDICE TOPOLÓGICO DE UMIDADE (TWI)	75
TABELA 10.	MATRIZ DE PONDERAÇÃO DO ÍNDICE DE RISCO DE EROÇÃO COSTEIRA	76

LISTA DE FIGURA

FIGURA 1.	ORGANIZAÇÃO DOS FUNDAMENTOS QUE ESTRUTURAM A TESE	23
FIGURA 2.	GRÁFICO CONCEITUAL DO POTENCIAL DOS RISCOS CONFORME O CENÁRIO PROJETADO.....	27
FIGURA 3.	LOCALIZAÇÃO DOS MUNICÍPIOS QUE INTEGRAM A ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO (BRASIL)	29
FIGURA 4.	TOTALIDADE DO ESPAÇO GEOGRÁFICO E A ECOLOGIA DOS RISCOS	44
FIGURA 5.	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DA PESQUISA.....	55
FIGURA 6.	ETAPAS DOS PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS PARA CARACTERIZAÇÃO DOS PERFIS DE VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA DA ZCESP	59
FIGURA 7.	ETAPAS PARA REPRESENTAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NA ZCESP	62
FIGURA 8.	RESUMO GEOESTATÍSTICO DA NUVEM DE PONTOS DA COMPATIBILIZAÇÃO DE DADOS GEOESPACIAIS	64
FIGURA 9.	INTEGRAÇÃO DE BANCO DE DADOS UTILIZANDO FERRAMENTAS DE BUSINESS INTELLIGENCE PARA GESTÃO E REPRESENTAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA DA ZCESP	79
FIGURA 10.	ETAPAS DE ELABORAÇÃO DE PROJETO DE PESQUISA-AÇÃO VOLTADO À COMUNICAÇÃO SOBRE RISCOS COSTEIROS	81

FIGURA 11.	EVOLUÇÃO DAS CLASSES DE USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA ZCESP NO PERÍODO ENTRE 1990 E 2020	108
FIGURA 12.	EVOLUÇÃO DA QUALIDADE AMBIENTAL DAS PRAIAS E ÁGUAS LITORÂNEAS DA ZCESP.....	109
FIGURA 13.	MAPEAMENTO DOS RISCOS DE EROSÃO COSTEIRA, INUNDAÇÃO COSTEIRA E INUNDAÇÃO CONTINENTAL DA ZCESP	111
FIGURA 14.	PERFIL DA CONCENTRAÇÃO DA POPULAÇÃO NA ZCESP..	114
FIGURA 15.	DISTRIBUIÇÃO ESPACIAL DOS FATORES QUE COMPÕE O IVSECO DA ZCESP	116
FIGURA 16.	CARACTERIZAÇÃO DOS PERFIS DE ATIVO E DAS SUPERFÍCIES DA IVSECO DA ZCESP	118
FIGURA 17.	QUADRO RESUMO DAS ESTRATÉGIAS DE COMUNICAÇÃO DE RISCOS COSTEIROS APLICADAS ÀS ÁREAS DE INTERVENÇÃO DA ZCESP	122
FIGURA 18.	ROTEIRO DE CAMPO DA PESQUISA-AÇÃO NA PERSPECTIVA DOS RISCOS COSTEIROS	125
FIGURA 19.	ESTRATIFICAÇÃO DOS PERFIS DE ATIVOS E ESTRATÉGIAS INTERDISCIPLINARES DE COMUNICAÇÃO DOS RISCOS COSTEIROS.....	126

SUMÁRIO

1	INTRODUÇÃO DA TESE.....	21
1.1	Estrutura da tese	22
1.2	Emergência climática	24
1.3	As mudanças climáticas e os cenários de risco	25
1.4	Riscos climáticas e a Zona Costeira do Estado de São Paulo	27
1.5	Praia como unidade espacial de análise	30
1.6	Tema e justificativa	33
1.6.1	Ação contra as mudanças climáticas	35
1.6.2	Pesquisa acadêmica e extensão universitária	36
1.7	Objetivo.....	40
1.7.1	Objetivos específicos	40
1.8	Hipóteses.....	41
1.9	Pressupostos norteadores da tese	42
1.9.1	A epistemologia dos riscos: uma visão transformadora do mundo	42
1.9.2	A totalidade do espaço geográfico e os riscos.....	43
1.9.3	Escalas na perspectiva da interdisciplinaridade e a abordagem reflexiva.	45
1.9.4	Governança dos riscos	48
1.9.5	Governança adaptativa dos riscos costeiros e as redes complexas.....	49
2	ABORDAGENS INTERDISCIPLINARES PARA A AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA DA ZCESP	55
2.1	Arcabouço teórico	57
2.2	Identificação e coleta de bases de dados espaciais que representam a vulnerabilidade socioecológica da ZCESP	58
2.2.1	Compatibilização das bases cartográficas	60
2.2.2	Análise descritiva do conjunto de dados.....	63
2.2.3	Identificação das classes e categorias dos indicadores	65

2.2.4	Cômputo dos indicadores e do Índice de Vulnerabilidade Socioecológica (IVSEco) da ZCESP	77
2.2.5	Avaliação dos perfis de ativo e superfícies da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP	78
2.3	Proposta metodológica de comunicação dos riscos costeiros.....	79
2.3.1	Delineamento do escopo	81
2.3.2	Engajamento dos stakeholders	82
2.3.3	Construção das ferramentas de interlocução e educomunicação	82
2.3.4	Pesquisa-ação nas áreas de intervenção: roteiro de campo	83
3	BASES CONCEITUAIS DA SOCIOECOLOGIA DOS RISCOS COSTEIROS	87
3.1	As consequências da modernidade e o colapso ecológico	87
3.2	Os riscos ecológicos no antropoceno.....	88
3.2.1	Percepção dos riscos e das paisagens costeiras.....	91
3.2.2	Vulnerabilidade socioecológica no contexto das mudanças climáticas ...	93
3.3.1	Impactos das mudanças climáticas nas zonas costeiras e suas interações	96
3.4	Governança adaptativa dos riscos costeiros e as ODS.....	101
4	CENÁRIO DOS RISCOS COSTEIROS NA ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO	107
4.1	Caracterização sociodemográfica da área de estudo.....	107
4.2	Nível de exposição da população aos riscos costeiros	111
4.3	Caracterização dos perfis de ativos e superfícies do IVSEco	115
5	ESTRATÉGIAS MULTIDISCIPLINARES DE COMUNICAÇÃO DE RISCOS COSTEIROS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO.....	121
5.1	Desafios para sensibilização sobre os riscos costeiros.....	127
6	DESAFIOS PARA GOVERNANÇA ADAPTATIVA DOS RISCOS COSTEIROS NA ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO	133

6.1	Conclusão.....	133
7	REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	137
8	APÊNDICES	158
	Apêndice 1. Descrição dos dados e detalhamento das matrizes de ponderação atribuídas aos indicadores que compõe o Índice de Vulnerabilidade Socioecológica (IVSEco)	158
	Apêndice 2. Unidades geoespaciais compatibilizadas da ZCESP	158
	Apêndice 3. Cômputo dos indicadores e do 'Índice de Vulnerabilidade Socioecológica' (IVSEco) no contexto dos riscos costeiros da ZCESP	158
	Apêndice 4. Painéis de caracterização dos perfis da Vulnerabilidade Socioecológica (IVSEco) no contexto dos riscos costeiros da ZCESP	159
	Apêndice 5. Delineamento do escopo das ações da RedEcost.....	180
9	ANEXOS.....	181
	Anexo 1. Plataforma digital de comunicação dos riscos costeiros do Litoral de São Paulo	181

CAPÍTULO 1. INTRODUÇÃO DA TESE
EMERGÊNCIA CLIMÁTICA NA ZONA
COSTEIRA DO ESTADO DE
SÃO PAULO



1 INTRODUÇÃO DA TESE

A Zona Costeira do Estado de São Paulo (ZCESP) representa uma das áreas mais dinâmicas e vulneráveis à interação de fenômenos naturais e atividades humanas. Essa região, repleta de praias e ecossistemas costeiros, está constantemente em transformação, em grande parte devido às mudanças climáticas, que intensificam os riscos costeiros. O cenário torna-se ainda mais complexo ao considerar os aspectos socioeconômicos, culturais e ambientais das comunidades locais, que coexistem e interagem com esses ambientes em constante mudança.

Nesse contexto, a análise da vulnerabilidade socioecológica desses municípios torna-se fundamental, não apenas para entender as dinâmicas em curso, mas também para fundamentar a tomada de decisões que visem à construção de uma governança adaptativa e resiliente. Esta tese foca na investigação e compreensão dessa vulnerabilidade, com o intuito de proporcionar subsídios teóricos e práticos para uma gestão costeira mais eficaz na ZCESP.

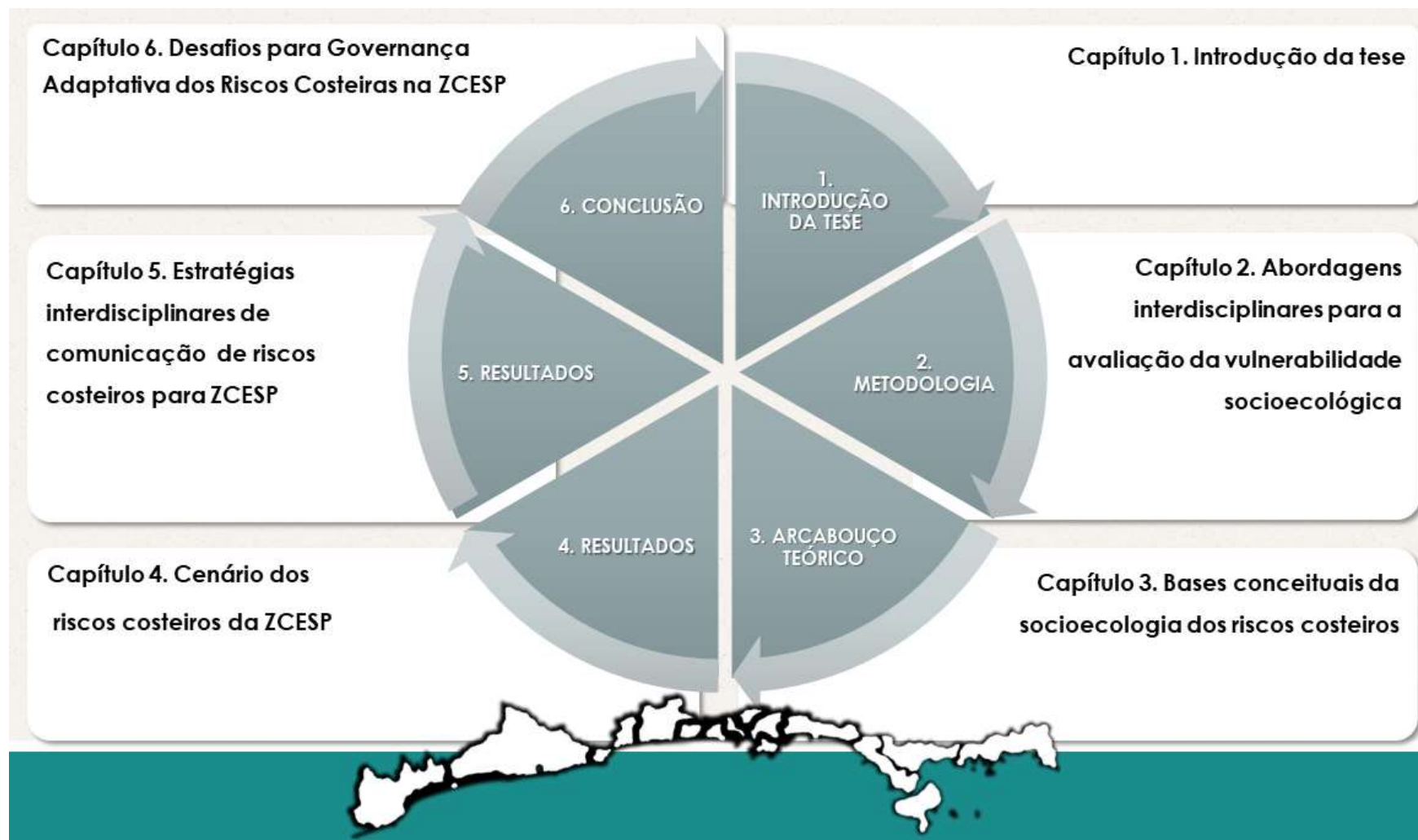
Os objetivos delineados para este estudo refletem a necessidade de construir uma base teórica sólida, coletar e analisar dados espaciais relevantes e, finalmente, apresentar um modelo metodológico que promova a comunicação e compreensão dos riscos costeiros, em um cenário marcado pelas mudanças climáticas. Espera-se que, ao final deste trabalho, se possa não apenas entender melhor a realidade socioecológica da ZCESP, mas também contribuir com ferramentas e estratégias adaptativas para gestão costeira e resiliência das comunidades locais.

1.1 Estrutura da tese

A estrutura da tese evolui em uma síntese analítica abrangente da vulnerabilidade socioecológica na Zona Costeira do Estado de São Paulo diante dos desafios impostos pelos riscos costeiros, sobretudo no contexto das mudanças climáticas. Esta pesquisa adota uma abordagem interdisciplinar e se concentra em estabelecer bases teóricas e práticas para a construção da governança adaptativa dos riscos costeiros na Zona Costeira do Estado de São Paulo. A centralidade da questão está na cocriação de estratégias e ações interdisciplinares na construção de comunidades resilientes aos riscos costeiros.

A estrutura da tese tem como princípios e fundamentos as práticas da gestão ambiental aplicadas à governança adaptativa dos riscos costeiros na Zona Costeira do Estado de São Paulo. Sua estrutura está organizada em seções, conforme ilustrado pela Figura 1. Os capítulos subsequentes se organizam em cinco capítulos, nos quais serão explorados: procedimentos metodológicos; arcabouço teórico; resultados; considerações finais; e conclusão.

Figura 1. Organização dos fundamentos que estruturam a tese



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

1.2 Emergência climática

Existe um consenso na comunidade científica que diz que, se mantido o modelo de desenvolvimento econômico vigente, a temperatura limite de 1,5°C que irá desencadear o colapso ecológico dos sistemas ambientais que sustentam a biosfera será atingida até 2050, podendo superar a média de 4°C até 2100, provocando o cenário de risco extremo (IPCC, 2019a, 2023).

O aquecimento dos oceanos somado à aceleração do derretimento das calotas polares pode induzir uma elevação de 140 cm no nível do mar até 2100, no cenário mais pessimista RC 8.5. Os cenários de riscos climáticos indicam que, até 2100, a habitabilidade das áreas costeiras elevadas em até 10 m acima do nível do mar atual podem ser comprometidas de forma irreparável (IPCC, 2021; OPPENHEIMER et al., 2019).

Essas projeções, quando combinadas às de aumento da ocorrência de eventos meteo-oceanográficos extremos, tornam a região costeira altamente vulnerável aos efeitos adversos das mudanças climáticas (MARENGO et al., 2017). Nesse contexto, as praias e todos os ambientes de orla, seja ela oceânica, estuarina ou lagunar, tendem a apresentar a maior vulnerabilidade socioecológica. Em muitas situações, a única alternativa viável será a remoção ou a realocação de pessoas e até de comunidades inteiras, de seus territórios, uma vez que muitos desses espaços correm o risco de desaparecer.

Os autores Neumann et al (2015) projetam que o Brasil, até 2060, terá cerca de 18,7 milhões de habitantes residindo em regiões expostas aos riscos de inundação, enchentes, alagamentos, erosão costeira e inundação costeira, um crescimento relativo de 61% (11,7 mi) com relação ao número de habitantes estimados para o ano de 2000. O cenário faz o

Brasil figurar como um dos países da América Latina em situação crítica em termos de população relativa e absoluta expostas aos riscos costeiros.

As mudanças climáticas não apenas ameaçam a integridade física das zonas costeiras, mas também desestabilizam os ecossistemas que sustentam economias locais (COSTANZA, 2007; COSTANZA et al., 1999a; SANDHU et al., 2018). A consequente exposição e o aumento da vulnerabilidade das comunidades costeiras tornam imperativo repensar as estratégias de mitigação e adaptação, em especial ao se considerar a ocorrência de eventos meteorológicos e oceanográficos severos/extremos e a elevação do nível do mar (MARENGO et al., 2017a, 2017b, 2022; MARENGO, 2009; NUNES; GRECO; MARENGO, 2018).

As mudanças climáticas, portanto, impõem novos paradigmas para o planejamento de ações climáticas, de forma a se refletir sobre a necessidade de ação de estratégias integradas para a redução dos riscos e desastres em múltiplas escalas (UNDRR, 2016; UNISDR, 2015).

A complexidade multidimensional da questão demanda uma abordagem colaborativa, englobando perspectivas diversas e valorizando o conhecimento local das comunidades costeiras. A interpretação dos impactos e a formulação de soluções devem ser realizadas coletivamente, envolvendo todos os *stakeholders* afetados. O olhar colaborativo dos espaços geográficos diretamente afetados necessita ser interpretado atrelado às percepções de quem vivencia, no cotidiano, as especificidades intrínsecas das paisagens costeiras (MORICHON et al., 2018; SCHLACHER et al., 2008; TZORAKI et al., 2018).

1.3 As mudanças climáticas e os cenários de risco

As mudanças climáticas têm colocado em evidência a necessidade de repensar a forma como a sociedade lida com os riscos que estão se tornando parte do cotidiano. O aquecimento global está prestes a superar o limite crítico de 1,5°C em relação aos níveis pré-industriais, caso as

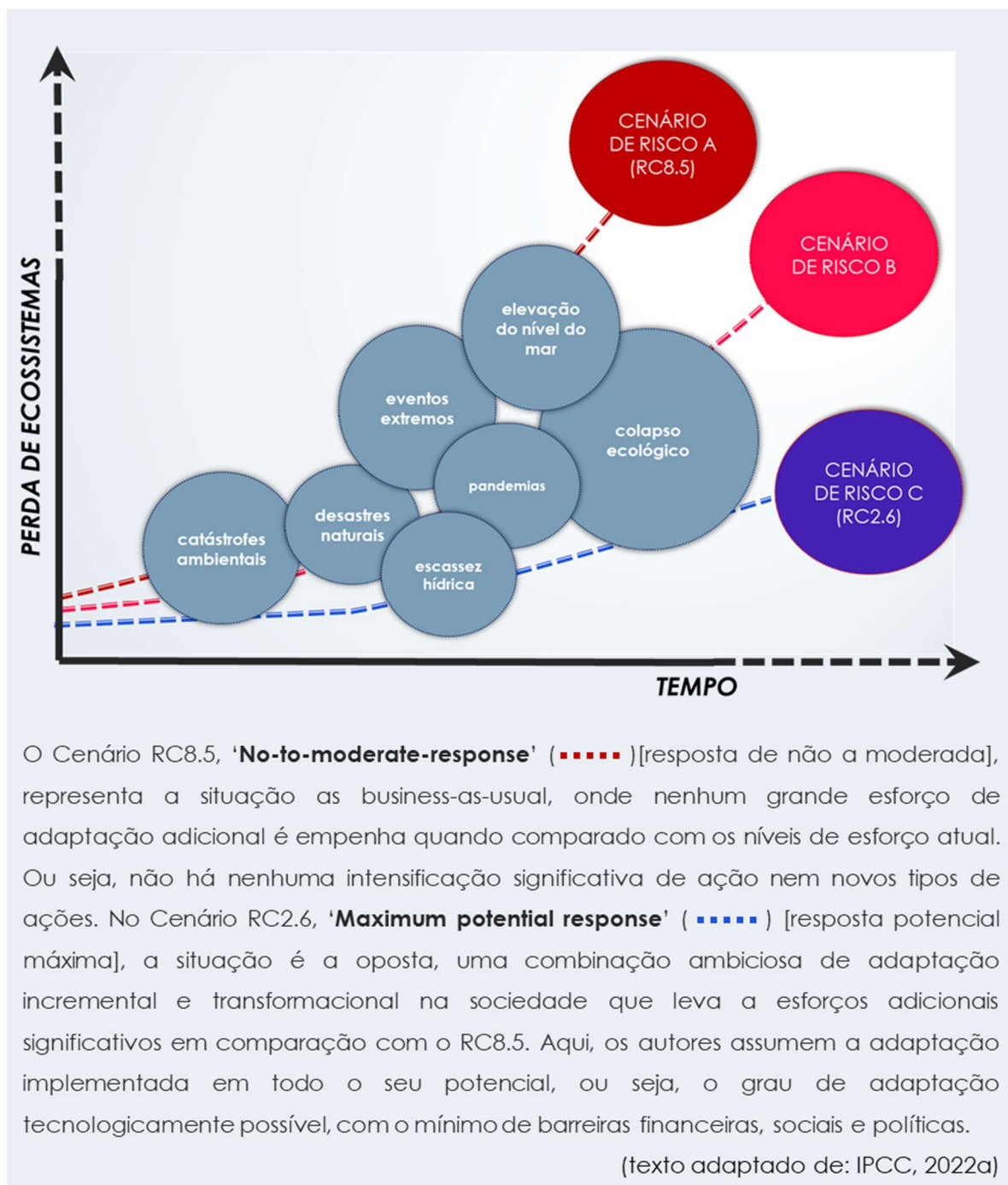
emissões de gases de efeito estufa continuam nos padrões atuais (IPCC, 2018, 2021). Essa trajetória pode nos levar a um período de mudanças climáticas sem precedentes, com riscos ainda desconhecidos para a humanidade.

Os efeitos das mudanças climáticas são multifacetados e podem gerar consequências em cascata, culminando em catástrofes humanitárias e ambientais (BECK, 2015). De forma paradigmática, em 2020, a Sars-cov-2 demonstrou a complexa relação entre as ameaças e como elas se sobrepõem no território, interagindo em diferentes níveis com as múltiplas vulnerabilidades locais (BOTZEN; DUIJNDAM; VAN BEUKERING, 2021; O'CALLAGHAN-GORDO; ANTÓ, 2020). O cenário caótico (“inesperado”) expôs as desigualdades, injustiças e necessidades distintas de capacidades para lidar com a questão em cada território.

O reconhecimento dos riscos está na centralidade do debate sobre o potencial de impacto das mudanças climáticas. Entender os **cenários de riscos climáticos** é crucial (IPCC, 2022). Sua concepção demanda desde sínteses diagnósticas sobre o quadro atual até modelagens matemáticas avançadas para previsões futuras (BECK, 2015). A construção e a interpretação desses cenários são fundamentais para uma resposta efetiva, moldando as decisões que visam um futuro mais sustentável e justo.

A emergência climática demanda uma abordagem holística. Reconhecendo a intrincada natureza dos riscos, é imperativo que a sociedade busque soluções transversais e interdisciplinares (COLLINS et al., 2019; IPCC, 2018, 2019a). Essa abordagem visa não apenas entender o cenário atual, mas também projetar e aspirar a um cenário “ideal”, em que as soluções beneficiem todos os envolvidos. A Figura 2 apresenta o gráfico conceitual da evolução do potencial dos riscos conforme o cenário projetado:

Figura 2. Gráfico conceitual do potencial dos riscos conforme o cenário projetado



Fonte: Adaptado de IPCC, 2022^a; Elaborado pela autora, 2023.

1.4 Riscos climáticas e a Zona Costeira do Estado de São Paulo

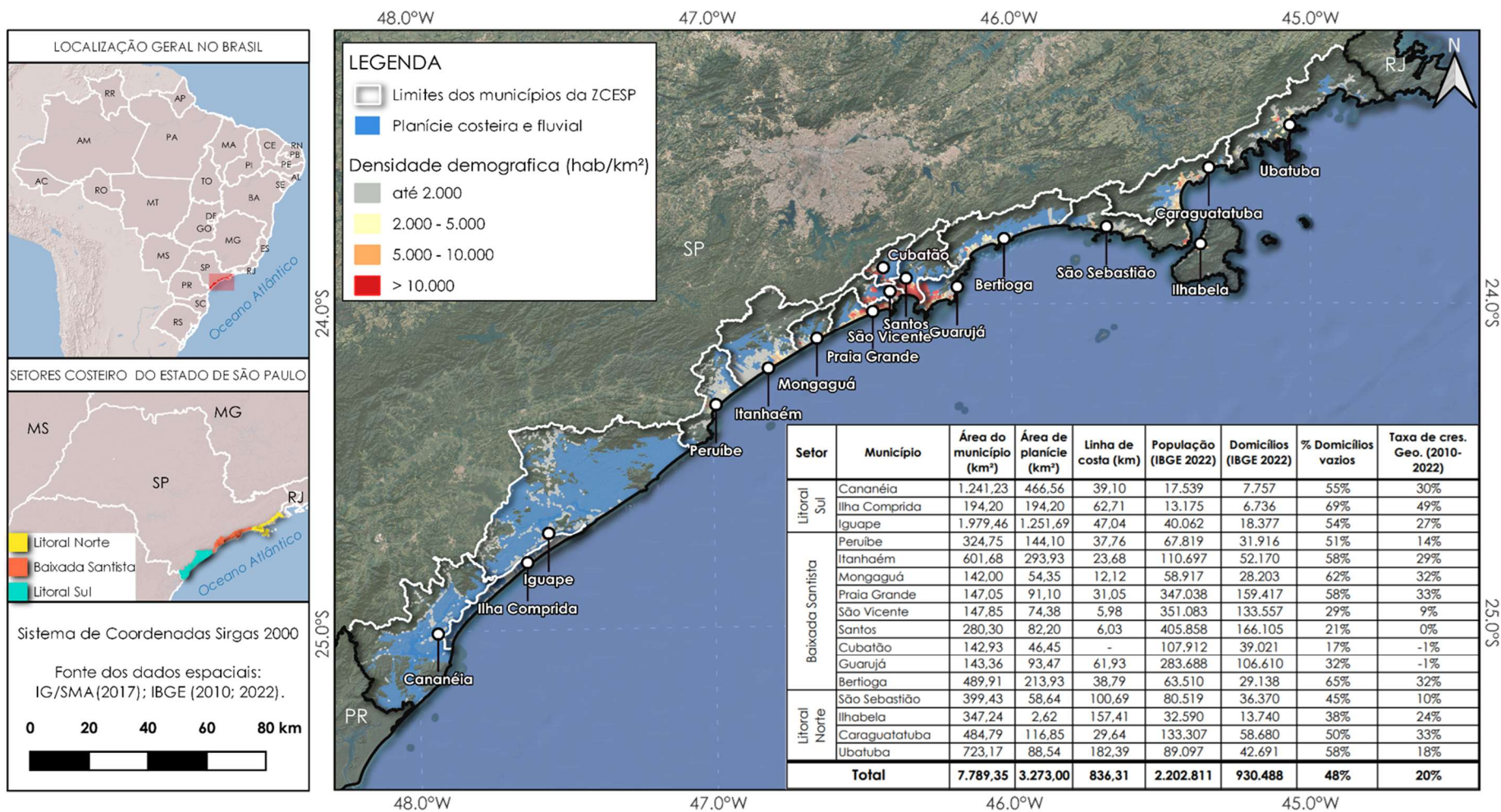
A ZCESP, com uma extensão territorial de 7.787 km², abrange 16 municípios distribuídos em três setores socioecológicos distintos: Litoral Sul,

Baixada Santista e Litoral Norte (ver Figura 3). O relevo da região é caracterizado pela presença de montanhas, como a Serra do Mar e a Serra de Paranapiacaba, além de morros isolados nas planícies costeiras e ao longo da linha de costa, onde estão localizadas as 98 praias monitoradas no litoral paulista (IG/SMA, 2017).

A população da ZCESP, de acordo com o censo de 2022, é de 2.202.811 habitantes, a maioria concentrada nas proximidades da costa. Entre 2010 e 2022, a região experimentou um aumento populacional de aproximadamente 20%, significativamente superior à média estadual do estado de São Paulo, que foi de 6,2% (IBGE, 2010). Esse aumento populacional, juntamente com a ocupação histórica e a degradação dos ecossistemas, tem intensificado o processo de construção social dos riscos e, conseqüentemente, intensificado os níveis de vulnerabilidade socioecológica das comunidades costeiras em relação aos impactos das mudanças climáticas (CAVALCANTI et al., 2017; LONDE et al., 2018; MARENGO et al., 2017, 2022; NUNES; GRECO; MARENGO, 2018).

Neste século, os municípios costeiros paulistas têm sofrido, sistematicamente, impactos decorrentes dos aumentos na frequência (67% dos eventos desde 1928), intensidade (73% dos eventos extremos) e magnitude (maior duração) de eventos severos/extremos de ressacas do mar e marés altas anômalas (MARENGO et al., 2022; SOUZA; SOUZA; HARARI, 2019; SOUZA; SILVA; SILVA, 2022). Esses eventos têm causado erosão e inundação costeira, agravadas pelo aumento do nível do mar, que está se elevando a uma taxa média de 2,56 mm/ano (MARENGO et al., 2022). A confluência desses fenômenos, muitas vezes, resulta em danos irreversíveis, tornando imperativo o desenvolvimento e a implementação de medidas de mitigação e adaptação.

Figura 3. Localização dos municípios que integram a Zona Costeira do Estado de São Paulo (Brasil)



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

1.5 Praia como unidade espacial de análise

A localização litorânea possui particularidades relacionadas ao espaço geográfico que ela ocupa. As características naturais e a disposição das áreas ocupadas descrevem paisagens complexas, com especificidades, que atribuem valor ao espaço (MORAES, 2007). As zonas costeiras e os ambientes estuarinos representam sistemas com biodiversidade única. São caracterizados como paisagens dinâmicas devido ao gradiente formado pela interação entre continentes e oceanos, estando em constante processo de alteração. Em múltiplas escalas tempo-espaciais, os ambientes costeiros definem ecossistemas com diversidade única e sistemas associados a uma ampla variedade de serviços ecossistêmicos (BONGARTS LEBBE et al., 2021; DEFEO et al., 2021b).

A configuração de características morfométricas da bacia de drenagem, associadas à intervenção antrópica, modifica os padrões dos fluxos de acumulação e escoamento em seu interior. As pressões naturais ou antrópicas sobre os sistemas ampliam as susceptibilidades à ocorrência de processos erosivos e ao desenvolvimento de inundações costeiras e enchentes (e.g. SOUZA, 2005a; 2005b; 2005c).

Os processos dinâmicos sustentam o desenvolvimento de variados ecossistemas e delineiam a diversidade dos ambientes geoambientais. Nas regiões costeiras, os ambientes destacam-se pela prestação de serviços essenciais para a manutenção e integridade das paisagens litorâneas. Historicamente, a ocupação das zonas costeiras é marcada pela degradação dos ecossistemas e pelo aumento da pressão sobre os serviços por elas oferecidos.

Quanto a perdas e danos, a frequência e a magnitude dos desastres nas zonas costeiras têm aumentado os impactos sobre as pessoas, as comunidades e a infraestrutura na ZCESP (MARENGO et al., 2017, 2022; MARENGO, 2009). De forma global, os riscos costeiros causam danos

irreparáveis aos sistemas ambientais e às estruturas sociais com perdas financeiras incomensuráveis (COLLINS et al., 2019; LAVELL et al., 2012). A fragilidade desses ambientes se intensifica com as projeções climáticas, a elevação do nível relativo do mar (NRM) e a alteração nos padrões dos eventos meteorológicos e oceanográficos extremos. O Quadro 1 apresenta a síntese dos fenômenos associados aos riscos costeiros:

Quadro 1. Riscos relacionados às mudanças climáticas para as zonas costeiras

TIPO DE RISCO	PERIGO NATURAL	DEFINIÇÃO
<i>Risco de início rápido</i>	Sobre-elevação do NMM e ressaca do mar (storm surge)	Elevação temporária do NMM (maré meteorológica positiva) e forte agitação marítima causada por tempestades intensas, associadas a sistemas de baixa pressão atmosférica e fortes ventos (tempestades tropicais e extratropicais).
	Ondas geradas por ventos extremos	Ondas extremas geradas por ventos locais ou no oceano.
<i>Risco cumulativo ou progressivo</i>	Elevação do NRM de longo período	Elevação global do NRM devido à expansão térmica dos oceanos e ao derretimento de geleiras.
	Erosão costeira	Perda de terras costeiras causada pela ação de ondas, marés e correntes associadas, potencializadas ou não por intervenções antrópicas.

Fonte: PBMC, 2016.

As praias, com suas vastas extensões de areia e água até o horizonte, transcendem a simples visão de destinos turísticos. A síntese analítica e geográfica deste espaço revela uma complexidade que abriga aspectos naturais, influência humana e desafios globais para o

desenvolvimento sustentável (DEFEO et al., 2021; LÓPEZ-DÓRIGA et al., 2019; TZORAKI et al., 2018).

Por meio da análise sistêmica da unidade espacial "praia", consegue-se monitorar tais mudanças. Estudos voltados para essa unidade podem avaliar o impacto das mudanças climáticas, tornando-se essenciais para estratégias de adaptação e mitigação e, conseqüentemente, fornecendo fundamentos ao planejamento estratégico das zonas costeiras.

A erosão costeira e a inundação nas zonas costeiras já se consolidaram como problemas globais, impactando comunidades e ecossistemas litorâneos. As praias são paisagens especialmente sensíveis onde tais fenômenos se manifestam. A identificação dos contextos socioecológicos das praias é essencial para compreender os diversos fatores que exacerbam a erosão costeira, como os eventos meteo-oceanográficos extremos, a elevação do nível do mar e o desenvolvimento urbano (BONGARTS LEBBE et al., 2021; PÉREZ-MAQUEO; INTRALAWAN; MARTÍNEZ, 2007; QUETZALCÓATL et al., 2019; SMALL; NICHOLLS, 2003). Essa compreensão é a base para o desenvolvimento de estratégias de gestão costeira sustentável, que visam conservar a biodiversidade e fortalecer a resiliência das comunidades vulneráveis residentes nas zonas costeiras (BUCHORI et al., 2018; OLIVEIRA et al., 2022b).

As praias têm um papel significativo na economia, servindo como polos de atração turística e geradoras de empregos. A análise da unidade espacial "praia" permite a investigação do turismo litorâneo e seus respectivos impactos econômicos e ambientais. Ademais, elas também são espaços valiosos para lazer e recreação, contribuindo para a qualidade de vida das comunidades locais (LÓPEZ-DÓRIGA et al., 2019; TZORAKI et al., 2018).

Diante do aumento populacional nas regiões litorâneas, promover um desenvolvimento urbano sustentável se intensifica como desafio.

Analisar a unidade espacial "praia" é crucial para avaliar como esse desenvolvimento ocorre nessas áreas. Isso inclui o zoneamento costeiro, o manejo de resíduos sólidos e a proteção de habitats naturais, o que envolve desde o mapeamento de áreas dos riscos costeiros até a implementação de sistemas de alerta precoce e o planejamento de evacuações em caso de desastres (DOONG et al., 2012; HARIS RISMAYANA; SUGIANTO; BAGUS BUDIYANTO, 2018; HARLEY et al., 2016; SEOK; SUH, 2018).

As praias representam espaços propícios para a promoção de ações de educação ambiental e conscientização pública, priorizando soluções baseadas na natureza (SbN). Abordagens focadas nos ecossistemas possibilitam propor medidas adaptativas e de mitigação, promovendo uma agenda, inclusive, de redução de riscos de desastres, conservação costeira e preservação da vida marinha. Esse modelo se propõe a envolver as comunidades locais em processos participativos de proteção das praias e na promoção da sustentabilidade nas zonas costeiras frente as mudanças climáticas.

1.6 Tema e justificativa

Os processos contínuos de desterritorialização refletem e reforçam as disparidades e assimetrias presentes nas injustiças sociais, destacando-se como um dos principais paradigmas para um enfoque global em governança adaptativa. O risco, tal como percebido e concebido, vincula-se intrinsecamente a práticas que, por negligenciarem os sistemas ecológicos e ambientais, exacerbam desigualdades e a distribuição desequilibrada de danos (ACSELRAD, 2002). Beck (1992; 2006; 2009; 2010) salienta que a complexidade dessa temática radica, principalmente, nas incertezas advindas da multiplicidade de relações e da falha das instituições em categorizar, tanto objetiva quanto subjetivamente, sua percepção na realidade vigente.

Assim sendo, o desenvolvimento de uma agenda voltada para pesquisa e políticas públicas deve ancorar-se na concepção de novos paradigmas com um escopo interdisciplinar (IWAMA et al., 2016; OJIMA; MARANDOLA-JR., 2013; VILLA; COSTANZA, 2000). Estratégias que confrontam os desafios das mudanças climáticas, ao primar por sensibilizar a sociedade mediante uma abordagem reflexiva, pavimentam o caminho para novas capacidades técnicas e abordagens gerenciais bem como para a governança de problemas socioecológicos (JACOBI, 2005; MARCHEZINI et al., 2017).

Diante desse cenário, é imperativo que a construção da governança adaptativa em relação aos riscos costeiros seja solidamente fundamentada no acesso e a transparência na informação (MUÑOZ et al., 2017). A participação ativa de *stakeholders*, centralizada na temática dos “riscos”, assume uma posição estratégica na ampliação das capacidades institucionais e interpessoais. O indivíduo, ao compreender sistematicamente a relação entre aspectos ambientais e sociais, fortalece sua resiliência contra os impactos diretos e colaterais das mudanças climáticas. Nessa direção, a pesquisa acadêmica, aliada à extensão, é vital para catalisar a aprendizagem social, incentivando um diálogo contínuo e colaborativo para mediar desafios sociais complexos (JACOBI, 2003a; JACOBI; TRISTÃO; FRANCO, 2009).

A pesquisa proposta busca decifrar o quadro político-institucional atual relativo às políticas climáticas e de redução de riscos de desastres na ZCESP, enfocando os pilares cruciais para a concretização de políticas de governança adaptativa. Por meio de uma análise reflexiva acerca dos cenários de risco — erosão costeira, inundação costeira e enchentes/alagamentos —, o estudo pretende discernir relações potenciais ligadas à geração, gerenciamento e comunicação de riscos, considerando os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), estruturação de redes colaborativas interinstitucionais e a elaboração de plataformas digitais de comunicação de riscos costeiros.

O cerne da tese visa orientar a formulação de novos modelos de gestão interconectados, promovendo estratégias adaptativas ancoradas em soluções naturais. Tais modelos complexos têm o intuito de retratar as dinâmicas peculiares em relação às zonas costeiras e os impactos potenciais relacionados a riscos e vulnerabilidades socioecológicas na Zona Costeira do Estado de São Paulo diante dos desafios climáticos emergentes.

1.6.1 Ação contra as mudanças climáticas

A região costeira do estado de São Paulo apresenta uma crescente vulnerabilidade socioecológica, agravada pelas mudanças climáticas. O avanço do aquecimento global, combinado com a intensificação dos eventos climáticos extremos, põe em xeque a viabilidade de ocupação das áreas litorâneas e, por conseguinte, compromete a qualidade de vida dos habitantes dessas zonas (OPPENHEIMER et al., 2019). Dado o elevado contingente populacional habitando essas áreas limítrofes, torna-se imperativo encarar tais desafios, visando preservar a integridade e o bem-estar dessas comunidades.

Tal cenário de alterações climáticas repercute, ainda, nas estruturas econômicas da região litorânea. Áreas-chave como turismo e pesca, intrinsecamente atreladas aos ecossistemas costeiros, veem-se ameaçadas pela progressiva erosão costeira, da inundação costeira e inundação continental. Assim, a gestão e mitigação desses riscos emergem como um pilar para assegurar a viabilidade econômica da ZCESP em longo prazo.

Em consonância com os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS), este estudo ressoa particularmente com os princípios do ODS 4 (Educação de Qualidade), do ODS 11 (Cidades e Comunidades Sustentáveis), do ODS 13 (Ação Contra a Mudança Global do Clima) e do ODS 17 (Parcerias e Meios de Implementação).

Para avaliar adequadamente o progresso na implementação desses objetivos, é crucial dispor de métricas e indicadores robustos. Ainda que os pactos globais representem avanços significativos, a ausência de métricas e indicadores concretos pode limitar a compreensão da efetividade das atividades-chave em relação aos objetivos estipulados (IPCC, 2022, 2023). Essa lacuna se torna ainda mais perceptível em contextos complexos, como o brasileiro, em que a transversalidade das ações intersetoriais é essencial para um desenvolvimento equitativo e sustentável.

A eficácia de uma política ou iniciativa não pode ser determinada sem ferramentas adequadas de avaliação. Indicadores são essenciais para quantificar progresso, identificar áreas de melhoria e justificar futuros investimentos ou realocações de recursos. Dada a diversidade de questões abrangidas pelos ODS, esses indicadores devem ser desenvolvidos através de uma abordagem interdisciplinar, englobando variáveis que abrangem desde fatores socioeconômicas até as mais intrínsecas do meio físico-natural.

A construção desses indicadores, portanto, exige a integração de várias bases de informação para refletir adequadamente as condições multifacetadas do país. Tais métricas permitiriam ao Brasil não apenas monitorar e avaliar o progresso em direção aos ODS, mas também reforçar a transparência, a prestação de contas e o compromisso com um desenvolvimento sustentável.

1.6.2 Pesquisa acadêmica e extensão universitária

O estado de São Paulo, reconhecendo os impactos acentuados das mudanças climáticas em sua extensa região costeira, tem se esforçado para desenvolver ações de adaptação e mitigação. No epicentro desses esforços encontra-se a formação de uma rede interinstitucional robusta,

focada na promoção de políticas públicas para lidar com os desafios climáticos.

A pesquisa deve contribuir com o processo de consolidação da rede de cooperação interinstitucional para o desenvolvimento de políticas públicas de adaptação às mudanças climáticas pelo Governo do Estado de São Paulo. Como escopo norteador, o projeto de pesquisa colabora com o projeto Fapesp (Processo 2018/14601-0), sob coordenação da orientadora e pesquisadora Celia Regina de Gouveia Souza, Instituto de Pesquisas Ambientais (IPA).

O projeto propõe o desenvolvimento de um protótipo de Sistema de Aviso de Ressacas e Inundações Costeiras (SARIC) para São Paulo, baseado em um método de operacionalização de modelos numéricos acoplados (meteorológico, hidrodinâmico de nível do mar e de agitação marítima/ondas) e com foco na previsão de eventos intensos e extremos, por meio de uma plataforma computacional construída em software livre, que relacionará espacialmente o Mapa de Risco à Erosão Costeira com os diferentes níveis do PPDC de Ressacas e Marés Altas Anômalas.

De forma complementar à estruturação da tese, foi desenvolvido o projeto de extensão intitulado *RedECOST - Plataforma digital de comunicação dos riscos costeiros no litoral de São Paulo*¹, contemplado com o valor de R\$ 75.000,00 pelo edital 01/2021 Programa Santander de Políticas Públicas - USP MUNICÍPIOS, para o custeio de bolsas e atividades em campo. A iniciativa teve como objetivo financiar ações focadas na inovação de soluções de problemas das cidades do estado de São Paulo, em especial, colaborar para atingir o ODS de número 11 da Agenda 2030 da ONU.

A proposta teve como objetivo estruturar uma rede e fomentar estratégias de comunicação dos riscos costeiros por meio de atividades para fomentar a percepção e a sensibilização dos atores locais sobre

¹Plataforma - RedEcost

riscos costeiros. O projeto foi uma iniciativa de alunos de pós-graduação vinculados ao Programa de Pós-Graduação em Geografia Física-USP, orientados pela Profa. Dra. Célia Regina de Gouveia Souza, mentora da RedECOST. O projeto, coordenado pelas doutorandas do departamento Aline Cardinale de Araújo de Oliveira e Raquel Alfieri Galera, envolveu a participação de dez pós-graduandos e oito bolsistas de graduação de várias unidades da USP.

Os principais resultados alcançados incluíram a realização de atividades de campo, focando em praias com risco alto e muito alto de erosão e inundação costeira do litoral do estado de São Paulo, com o envolvimento de diversos atores locais, como agentes da defesa civil, gestores públicos e comunidades vulneráveis aos riscos costeiros. As iniciativas se desenvolveram nos municípios de Ilha Comprida, Ubatuba, Ilhabela, São Sebastião, Caraguatatuba e Guarujá, além da realização de dois minicursos à distância sobre riscos costeiros para a capacitação de técnicos das COMPEDCs dos municípios costeiros, focando em ações direcionadas ao PPDC de Ressacas e a formação complementar de professores da rede de ensino do Litoral Norte de São Paulo.

Esse conjunto colaborativo de ações exemplifica a cooperação interinstitucional em sua máxima eficácia. Com a contribuição de universidades, institutos de pesquisa, gestores públicos, ONGs e a própria comunidade, é possível nortear decisões com base científica sólida e experiência prática, assegurando a eficácia das estratégias propostas.

Os frutos dessas iniciativas se alinham com os direcionamentos do *“Plano Preventivo de Defesa Civil para erosão costeira, inundações costeiras e enchentes/ alagamentos causados por eventos meteorológicos-oceanográficos extremos como ressacas do mar e marés altas”*, definidos pela Resolução CMIL 17-610 - Cedec, de 28 de novembro de 2016 (SÃO PAULO, 2016).

Ademais, o projeto teve a sua homologação pela DELIBERAÇÃO CC/IPA no 56/2022, em reunião realizada no dia 04/11/2022, na qual o

Conselho Científico do Instituto de Pesquisas, da Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística, integrado pelos pesquisadores, avaliou o projeto em epígrafe de que trata o processo SIMA 67010/2022-46, deliberando sua aprovação no Cadastro e Gestão de Pesquisas da unidade.

1.7 Objetivo

Avaliar o perfil da vulnerabilidade socioecológica dos municípios da ZCESP em relação aos riscos costeiros, especialmente no contexto das mudanças climáticas, para fomentar uma governança adaptativa na região.

1.7.1 Objetivos específicos

- I. Explorar o arcabouço-teórico e os conceitos relacionados à socioecologia dos riscos costeiros, estabelecendo uma base teórica para a pesquisa;
- II. Identificar e coletar as bases de dados espaciais que representam a vulnerabilidade socioecológica da ZCESP em relação aos riscos costeiros, incluindo os fatores socioeconômicos e socioambientais, e os perigos relativos aos aspectos do meio físico-natural;
- III. Desenvolver índices e métricas de vulnerabilidade socioecológica, com base nos dados coletados, que possa ser aplicada de forma prognóstica nos municípios que integram a ZCESP;
- IV. Propor um modelo metodológico interdisciplinar para a concepção de projetos híbridos de comunicação e sensibilização dos riscos costeiros e das mudanças climáticas, pautados no processo de identificação de perfis estratégicos de *stakeholders* da ZCESP.

1.8 Hipóteses

A presente proposta de pesquisa tem como hipóteses norteadoras:

- A.** Os instrumentos de gestão ambiental e costeira, quando baseados em critérios subjetivos, tendem a não reduzir eficazmente os riscos costeiros associados às mudanças climáticas.
- B.** A insuficiência de informação, combinada com mecanismos de comunicação não integrados, limita a percepção social dos riscos costeiros, tornando as comunidades da ZCESP mais vulneráveis aos impactos das mudanças climáticas.

1.9 Pressupostos norteadores da tese

1.9.1 A epistemologia dos riscos: uma visão transformadora do mundo

O conceito de risco, intrínseco à sociedade contemporânea, evoluiu ao longo das últimas décadas, sendo moldado por diversas áreas do conhecimento. Sua caracterização e compreensão são fortemente influenciadas pelo contexto em que estão inseridos, abrangendo tanto riscos já conhecidos quanto aqueles emergentes (BECK, 2006, 2010; DI GIULIO; FERREIRA, 2013; JUNIOR; HOGAN, 2004; LEISS et al., 1994; MARANDOLA JUNIOR; HOGAN, 2004; MARQUES; GIULIO, 2013; MENDONÇA, 2011; ZINN, 2019).

Contrastando com a visão comum de que riscos são meros acidentes, a realidade é que são construções sociais, oriundas de interações humanas com a natureza ao longo do tempo. Esses riscos, sobretudo os associados a fenômenos naturais, são intrinsecamente ligados às complexidades socioecológicas das sociedades contemporâneas, determinadas pelas relações sociais (ACSELRAD, 2002; MARCHEZINI, 2018; OLIVER-SMITH, 2016; VALENCIO et al., 2009).

Segundo Beck (2015) em "Sociedade de risco mundial", é possível que, ao reconhecer, compreender e gerenciar riscos, a realidade seja transformada para uma mais resiliente. Essa interpretação, embora profunda, está entrelaçada aos hábitos cotidianos e à forma como se relacionam com o ambiente. A aceitação e a integração cultural dos riscos são cruciais. A ciência deve ser usada para reforçar a percepção de segurança em vez de a subverter. A verdadeira resolução dos desafios ecológicos da era pós-moderna surgirá apenas da harmonização entre tradições culturais e princípios ecológicos.

No panorama global, a gestão de riscos abrange múltiplas áreas, desde economia até política. A questão se traduz na construção de marcos internacionais e na consolidação de agendas, como o Marco de

Ação de Sendai (UNDRR, 2016; UNISDR, 2015), o Acordo de Paris (MARCOVITCH, 2016; ONU, 2015) e os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS)².

1.9.2 A totalidade do espaço geográfico e os riscos

A visão constitutiva do fato geográfico não abarca completamente a complexidade e a totalidade dos sistemas, o que pode dificultar a sua compreensão. Contudo, ao reconhecer os espaços globalizados, emerge uma compreensão empírica da totalidade que dá margem a novas epistemologias do espaço geográfico. A noção de totalidade, conforme apresentada por Santos (2006), é intrínseca à compreensão e à análise da realidade.

Para Milton Santos (2006), a totalidade do espaço geográfico está em constante processo de transformação – uma metamorfose. As transformações sociais modificam suas estruturas, levando à evolução da totalidade. Nesse panorama, a análise fragmentada é crucial para se entender a funcionalidade e o movimento dos elementos do espaço geográfico, sempre levando em consideração as interações e relações que emanam de diferentes escalas de investigação.

Eventos significativos, como a pandemia da covid-19, têm o poder de fragmentar e, posteriormente, reconfigurar o conceito individual de totalidade, gerando uma nova realidade espaço-temporal. Esses eventos disruptivos realinham a percepção da realidade.

A modernidade, repleta de suas próprias contradições, ameaça a continuidade da sociedade. A progressão do mundo moderno, baseada em poder econômico e manutenção do status quo (GIDDENS, 1991), gera repercussões que transpassam barreiras temporais e espaciais. Como Beck (2010) sugere, essa trajetória conduz a um território de incertezas.

²[Clique para acessar: Objetivos do Desenvolvimento Sustentável \(ODS\)](#)

A abordagem positivista e tecnocrática atual, orientada pelo capitalismo, tende a ver a natureza como uma mercadoria, levando à alienação do indivíduo. Nesse cenário, a sociedade está repleta de contradições, imersa em um sistema que ela mesma originou. Essa desconexão perpetua perigos e riscos, resultando em uma dicotomia entre o ego e o espaço geográfico como um todo. Conforme representado pela Figura 4, o ego representa um microcosmos, um recorte espaço-temporal reflexo da identidade individual, configurando um olhar único sobre a totalidade do espaço. A ruptura entre a conexão do Homem com a natureza redefiniu sua experiência com esta, distanciando-o de uma existência coletiva harmoniosa e guiando-o para uma representação cosmológica individualizada do espaço geográfico (BECK, 2015; GIDDENS; LASH; BECK, 2012).

Figura 4. Totalidade do espaço geográfico e a ecologia dos riscos



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

O conceito de risco, enquanto ideia abstrata e subjetiva, não representa uma condição palpável, mas é percebido sensorial e cognitivamente como a potencialidade de um evento adverso em um futuro incerto. Dessa forma, entender a amplitude e as consequências dos impactos relacionados às práticas sociais diárias torna-se essencial para a concepção de alternativas de futuros distintos, moldados por variados cenários de risco. O risco se transforma à medida que se adaptam a ele. Sob o ponto de vista da sociedade global dos riscos, ações individuais podem amplificar perigos em uma escala mundial. Portanto, para resolver questões locais, é crucial que as soluções se originem de um consenso e sejam parte de um processo de mudança global (BECK, 2010, 2015).

1.9.3 Escalas na perspectiva da interdisciplinaridade e a abordagem reflexiva

Dentro do contexto das mudanças climáticas, a compreensão limitada da verdadeira magnitude dos problemas ambientais restringe a percepção geral, principalmente devido à multiplicidade de vulnerabilidades e à variedade de escalas consideradas. A sobreposição dos aspectos relativos aos riscos sociais e ambientais se compartimentaliza nas estruturas socialmente modificadas. Dentro dessa sobreposição, entre fatores sociais e as dinâmicas ambientais as vulnerabilidades são agravadas pela exposição aos perigos potenciais deflagrados por eventos físicos. A complexa relação sinérgica entre os estratos altera a epistemologia dos fenômenos observados, que associam diferentes níveis de relevância em acordo com a escala de análise (BRONDIZIO; OSTROM; YOUNG, 2009; IWAMA et al., 2016; IWAMA; BATISTELLA; FERREIRA, 2014; WILSON et al., 1999).

Dimensionar a extensão do problema socioecológico, associado às mudanças globais, está diretamente relacionado às “escalas”, enquanto unidade de análise. A associação entre a ordem de grandeza dos fenômenos, em diferentes noções de espaço e tempo, e a

operacionalização das escalas alteram a visibilidade e a natureza dos elementos dentro de cada contexto.

Os desafios apresentados pelas alterações ambientais e climáticas exigem uma reavaliação do aspecto geográfico, utilizando a integração de sistemas de informação geográfica (MARCHEZINI et al., 2019; NOBLE et al., 2019, 2021; SHERROUSE; CLEMENT; SEMMENS, 2011). A consolidação das formas de representação do espaço, para a governança adaptativa, busca reconhecer as dimensões sociais em novos modelos de práticas de produção do conhecimento e tomada de decisão (DI GIULIO; FERREIRA, 2013; GIULIO et al., 2015; MARCHEZINI et al., 2017). Os padrões desiguais de distribuição dos riscos, nas estruturas e na ordenação territorial dos espaços, definem os padrões de vulnerabilidade. O processo de adensamento extremo das edificações e infraestruturas caracteriza a ruptura dos processos que ambientalmente manter o equilíbrio sistêmico das paisagens costeiras (ANAZAWA; FEITOSA; MONTEIRO VIEIRA, 2014; KAZTMAN, 2000; MARCHEZINI et al., 2017; MENDONÇA, 2011).

A abordagem reflexiva propõe perspectivas transversais e amplia o envolvimento de vários *stakeholders* na troca de conhecimentos, formando redes de governança adaptativa (COSTANZA et al., 1999b; DEFEO et al., 2021; FRA.PALEO, 2015; RENN; KLINKE, 2015). As relações funcionais e de grandeza explicitam, em termos, um fenômeno em detrimento de outro. As formas de representação percebidas nas múltiplas escalas permitem abordar as correspondências cógicas e as abstrações conceituais identificadas em cada nível.

A visão interdisciplinar perspectiva busca, assim, construir mecanismos de análise transescalar, que dinamizam a observação dos fenômenos e processos de transformação, em diferentes níveis de interação (COSTANZA, 2007; MARANDOLA JUNIOR; HOGAN, 2004; OJIMA; MARANDOLA-JR., 2013; ROSS, 2009). Desse modo, a abordagem interdisciplinar visa criar mecanismos de análise que abordem diferentes

escalas, dinamizando a observação de fenômenos e processos de transformação em variados níveis de interação.

Guiados pela organização de índices e indicadores ligados à dinâmica territorial, os sistemas de informação permitem o gerenciamento colaborativo de vastas bases de dados, identificando potenciais ameaças e riscos (FERREIRA et al., 2015; IBRAHIM et al., 2017). A gestão da informação e comunicação sobre os riscos caracteriza um mecanismo eficaz para o planejamento de ações de redução dos riscos de desastres. A consolidação do plano de informação subsidia o modelo de tomada de decisão, repondendo às demandas do enquadramento político-institucional. Para adequação e consolidação de uma política de gestão de riscos e de desastres naturais prospectiva, ainda é necessário fortalecer os mecanismos de governança e as tecnologias para o monitoramento, avaliação e compreensão dos riscos de forma integrada, tendo como pressuposto o compartilhamento da informação e sua ampla divulgação (DOONG et al., 2012; FENG; LI, 2018; HORITA; DE ALBUQUERQUE; MARCHEZINI, 2018; MARCHEZINI et al., 2018; SAITO; SORIANO; LONDE, 2015).

O desenvolvimento e o refinamento de técnicas e métodos de análise de dados fortalecem o planejamento territorial e a definição de diretrizes para o uso e ocupação do solo, promovendo medidas de mitigação e adaptação diante de cenários de mudanças climáticas (ANAZAWA; FEITOSA; MONTEIRO VIEIRA, 2014). A inovação tecnológica aprimora os serviços das instituições, garante alinhamento e consistência das informações, reduz redundâncias e valida a participação de diversos atores sociais nas estruturas organizacionais com potencial de fomentar a gestão costeira integrada (MAHBOUBI et al., 2015; NOBLE et al., 2019; SHERROUSE; CLEMENT; SEMMENS, 2011b).

1.9.4 Governança dos riscos

Dentro dos cenários globais e regionais de mudanças climáticas e seus impactos, o modelo de desenvolvimento impõe uma multiplicidade de riscos que amplificam as desigualdades (IWAMA; BATISTELLA; FERREIRA, 2014; JACOBI, 2002, 2005, 2013). Em meio à degradação intensa dos serviços ecossistêmicos, os processos de transformação social exigem respostas concretas voltadas ao desenvolvimento sustentável. Isso evita que os paradigmas da sociedade de risco intensifiquem a atual crise ecológica (LANGE et al., 2014; LEVIN et al., 2009; LONG; CHARLES; STEPHENSON, 2015).

No contexto da **governança do risco**, segundo Renn e Klinke (2015), há um processo de formação de estruturas e estabelecimento de interações para resolver problemas complexos, utilizando-se múltiplos mecanismos de gestão. Centralmente, a comunicação permeia transversalmente a organização coletiva (*stakeholders*) e a geração de novos conhecimentos, estabelecendo os fluxos de dados e informações. Em resumo, a construção de uma governança de riscos deve abordar questões complicadas de maneira integrada, transfronteiriça e coletiva, baseada em cenários de risco, para guiar o planejamento de ações e estratégias visando à redução do potencial de riscos.

Associando-se às mudanças climáticas e ambientais, o engajamento comunitário no processo decisório motiva o público a agir, seja individual ou coletivamente, para enfrentar os riscos e desenvolver novos conhecimentos voltados à mitigação e à adaptação dos impactos. Nesse âmbito, a formulação da governança de riscos climáticos e desastres sugere a integração dos conhecimentos coletivos sobre problemas socioecológicos no processo decisório (COSTANZA et al., 1999b; DI GIULIO; FERREIRA, 2013; JACOBI; SULAIMAN, 2016).

Adicionalmente, entender a causalidade dos fenômenos sociais na percepção dos riscos é essencial para a efetiva redução dos riscos de

desastres (LAVELL et al., 2012; LAVELL, 1996). Especialmente em zonas costeiras, é crucial integrar os impactos do aumento do nível do mar para redefinir os modelos de ocupação costeira e adaptar a gestão costeira, com foco em estratégias de adaptação baseadas na natureza. Valorizar os conhecimentos e perspectivas das comunidades costeiras, que dependem dos serviços dos ecossistemas locais, é fundamental. Propõe-se, assim, a criação de um quadro analítico para identificar a arquitetura das estruturas de governança de riscos, com ênfase nos elementos do cenário de risco costeiro.

1.9.5 Governança adaptativa dos riscos costeiros e as redes complexas

A abordagem da governança adaptativa de riscos busca a construção de uma agenda de gestão integrada, associada às mudanças climáticas e eventos extremos. Entre os principais paradigmas da governança dos riscos relacionados ao gerenciamento costeiro, na atualidade, estão envolvidos (BRONDIZIO; OSTROM; YOUNG, 2009a; COSTANZA et al., 1999; DEFEO et al., 2021; HURLBERT et al., 2019; LOCKWOOD et al., 2010; LONG; CHARLES; STEPHENSON, 2015; RENN; KLINKE, 2015; SCHLACHER et al., 2008; URBANO, 2015): a. a **participação** dos diversos atores envolvidos no gerenciamento dos riscos costeiros, promovendo a colaboração e a construção de soluções conjuntas; b. uma abordagem **interdisciplinar**, que integre diferentes áreas do conhecimento e setores, incluindo governo, sociedade civil, setor privado e academia; c. gestão **adaptativa**, que considere as incertezas e complexidades dos sistemas socioecológicos costeiros, permitem ajustes e aprendizados contínuos; d. a **prevenção** é importante para evitar ou minimizar os riscos costeiros, incluindo a redução da vulnerabilidade dos sistemas socioecológicos; e. a **resiliência** na capacidade fundamental dos sistemas socioecológicos para lidar com os riscos costeiros e se adaptar às mudanças climáticas, a elevação do nível do mar e a ocorrência de extremos; e f. o **aprendizado** contínuo é importante para aprimorar a

gestão de riscos costeiros, garantido a manutenção, ajustes e melhorias ao longo do tempo, de forma a construir uma agenda de gestão integrada e adaptativa dos riscos na zona costeira.

A análise de redes complexas respalda o processo de identificar as conexões críticas e os pontos de vulnerabilidade em um sistema socioecológico, permitindo o desenvolvimento de estratégias para aumentar a resiliência e a capacidade de adaptação em zonas costeiras. Nesse sentido, três aspectos podem ser considerados ao se tratar da transversalidade dos temas. Em primeiro lugar, a governança do risco envolve a participação de diferentes atores e interessados na tomada de decisões bem como a criação de sistemas de informação e comunicação para compartilhar o conhecimento.

As redes complexas oferecem mecanismos de representação e análise das interações relativa aos diferentes agentes, identificando potenciais padrões de colaboração ou conflitos de comunicação e o fluxo da informação entre as conexões. Em segundo lugar, a governança do risco busca promover a resiliência e a adaptabilidade dos sistemas socioecológicos em face de ameaças e incertezas. Logo, a análise de redes complexas auxilia no processo de identificação das conexões críticas e os pontos de vulnerabilidade em um sistema, permitindo o desenvolvimento de estratégias para aumentar a resiliência e a capacidade de adaptação. Por fim, a governança adaptativa dos riscos se preocupa com lidar com os efeitos latentes tangíveis aos conflitos socioecológicos da modernidade, analisando de forma crítica as incertezas e as complexidades em situações que envolvam riscos para a sociedade (BAGGIO et al., 2016; BODIN; CRONA, 2009; LIU et al., 2007; OTEROS-ROZAS et al., 2014).

Assim, as redes representam abstrações que permitem codificar tipos de relacionamentos entre pares de objetos, como elementos que se interligam em diferentes níveis. Na forma de uma rede inteligente, esta

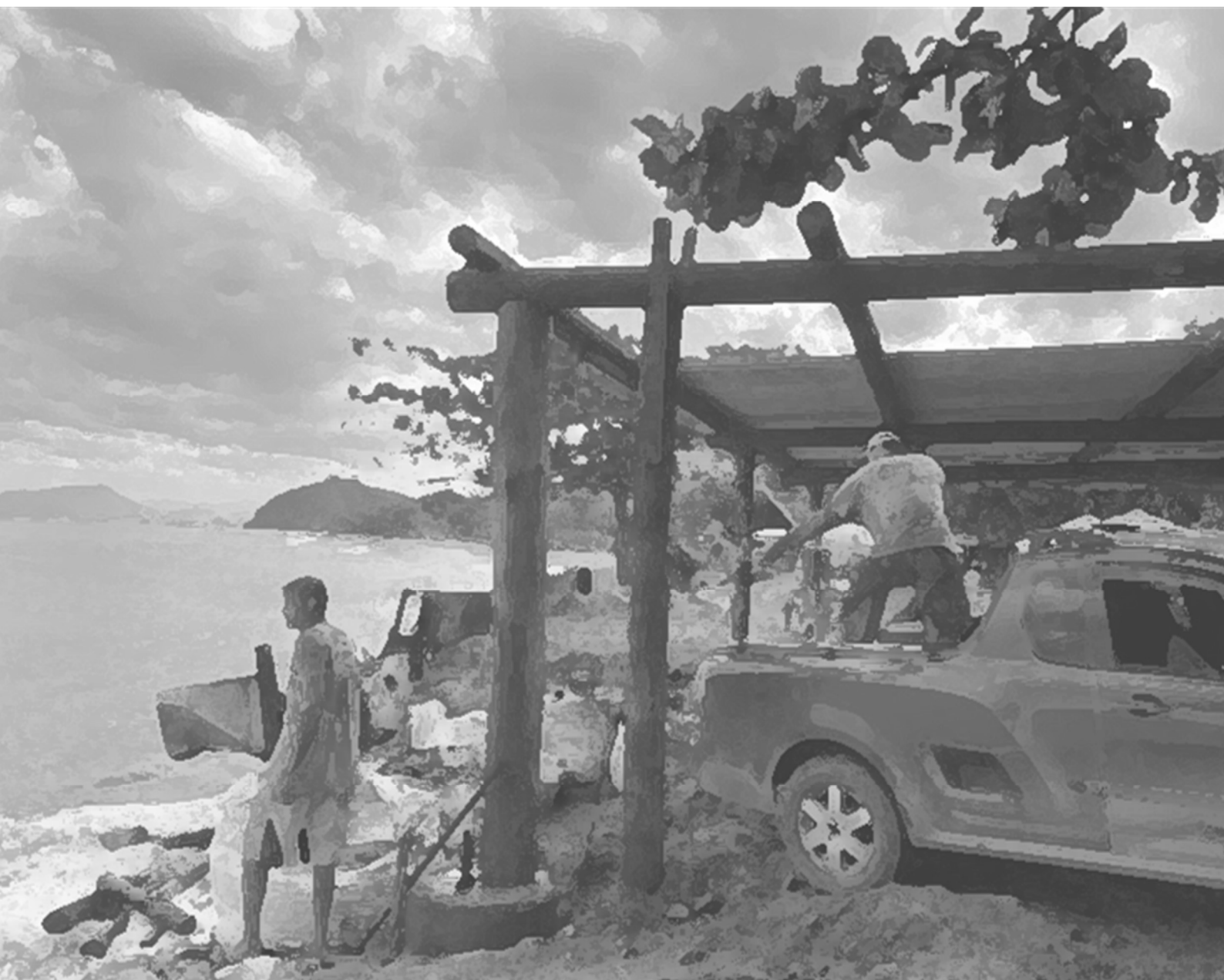
busca a construção de relacionamentos persistentes, sem que se haja um controle central para a sua evolução. Dentro desse aspecto, os mecanismos de auto-organização criam as oportunidades e as condições de adaptabilidade conforme o ambiente. Neste cenário, as tecnologias da informação se configuram como ferramentas na análise de redes complexas e respaldam a governança dos riscos em conflitos emergentes que surgem com as mudanças climáticas.

As tecnologias da informação são essenciais para a coleta e o processamento de dados necessários para a construção de redes complexas. Com o avanço da tecnologia, tem-se acesso a uma quantidade cada vez maior de dados e ferramentas computacionais para analisar esses dados, permitindo a construção de modelos integrados mais precisos e abrangentes de redes complexas (BROWN; ROUNSEVELL, 2021; VILLA; COSTANZA, 2000).

A construção de plataformas digitais é crucial para a comunicação e a colaboração entre os atores envolvidos na governança dos riscos costeiros. Plataformas digitais e redes sociais podem ser utilizadas para compartilhar informações, trocar conhecimentos, criar espaços de diálogo e de negociação entre os atores envolvidos em conflitos socioecológicos (HARIS RISMAYANA; SUGIANTO; BAGUS BUDIYANTO, 2018; JACOBI, 2002; MARCHEZINI et al., 2017, 2017; TRAJBER et al., 2019a). Ademais, viabilizam a estruturação de sistemas de alerta e comunicação precoce, permitindo o monitoramento em tempo real dos riscos costeiros, com respostas rápidas às emergências (ACOSTA-COLL; BALLESTER-MERELO; MARTÍNEZ-PEIRÓ, 2018; DOONG et al., 2012; HARLEY et al., 2016; TRAVIS, 2013). Por fim, como mecanismos de comunicação representam que garantem a transparência da informação e o acesso a diferentes públicos, incluindo decisores políticos, organizações da sociedade civil e comunidades locais (HURLBERT et al., 2019; NOBLE et al., 2019b).

CAPÍTULO 2. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

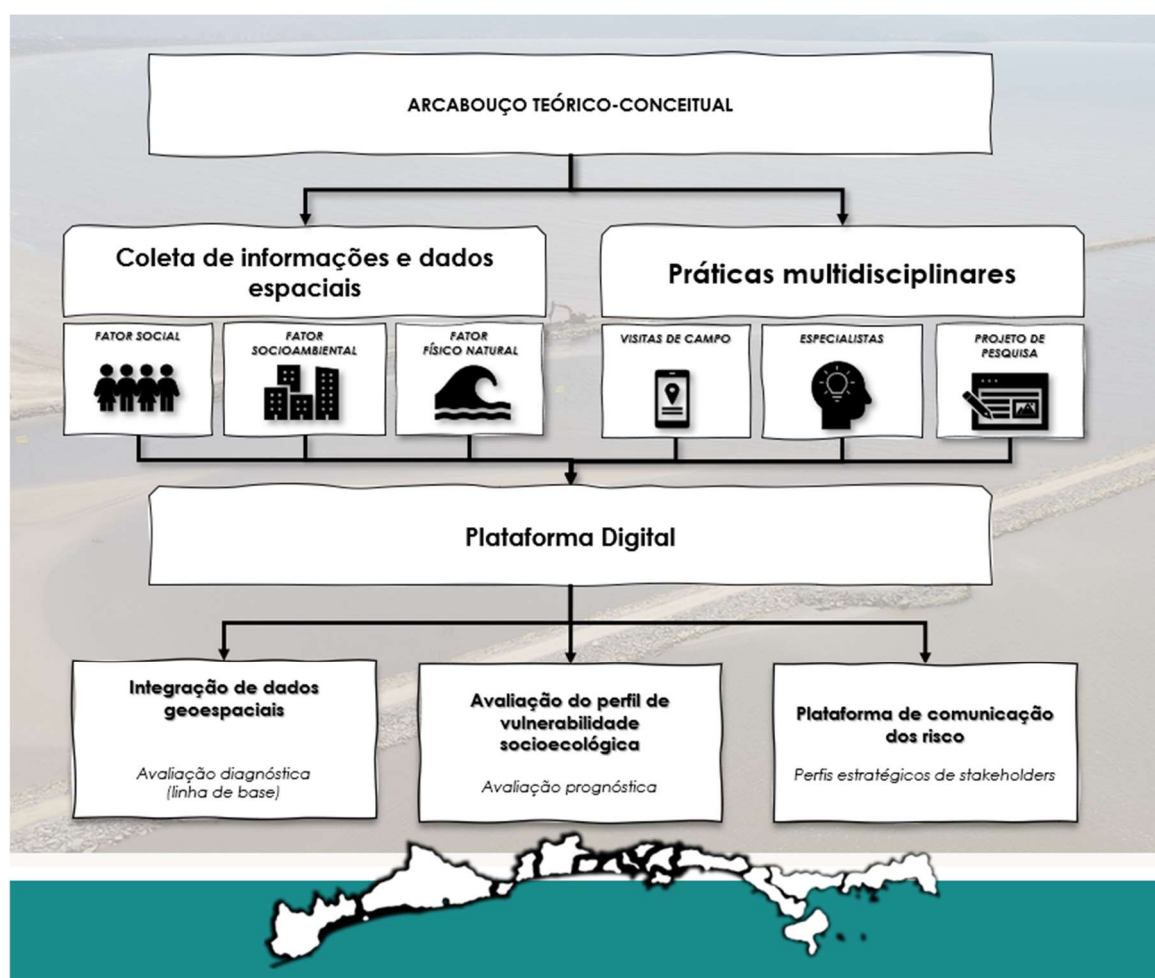
ABORDAGENS INTERDISCIPLINARES PARA A AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA DA ZCESP



2 ABORDAGENS INTERDISCIPLINARES PARA A AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA DA ZCESP

A pesquisa propõe uma abordagem metodológica interdisciplinar para avaliar a vulnerabilidade socioecológica dos municípios na Zona Costeira do Estado de São Paulo (ZCESP) em face dos riscos costeiros e das mudanças climáticas, com o objetivo principal de promover a governança adaptativa na região. Para atingir esse objetivo, foram delineados quatro objetivos específicos que se inter-relacionam e formam a estrutura metodológica deste estudo. A Figura 5 ilustra as principais etapas e os resultados esperados com a pesquisa:

Figura 5. Procedimentos metodológicos da pesquisa



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Primeiramente, o **Objetivo Específico I** envolve a exploração do arcabouço teórico e dos conceitos relacionados à socioecologia dos riscos costeiros. Esse objetivo é a base sobre a qual se construiu a compreensão das dinâmicas socioecológicas na ZCESP, permitindo identificar as interações complexas entre fatores ambientais, econômicos e sociais.

O **Objetivo Específico II** se concentra na identificação e coleta de bases de dados espaciais que representam a vulnerabilidade socioecológica da região. Isso inclui a reunião de informações abrangentes sobre fatores socioeconômicos, socioambientais e as características do meio físico-natural. Esses dados são essenciais para uma avaliação completa e fundamentada. A partir dessa abordagem, foi possível identificar o cenário diagnóstico relativo ao cenário de riscos costeiros na ZCESP.

Com os dados em mãos, o **Objetivo Específico III** tornou-se fundamental. Nessa fase, elaborou-se índices e métricas de vulnerabilidade socioecológica, fundamentados nas informações previamente coletadas. Essas métricas e índices servirão como instrumentos prognósticos e a construção de modelos preditivos, possibilitando a avaliação e projeção da vulnerabilidade em diversos cenários e localidades dentro da ZCESP.

Por fim, o **Objetivo Específico IV** propõe um modelo metodológico interdisciplinar que integra os três primeiros objetivos em uma abordagem holística. Além disso, esse objetivo busca conceber projetos de comunicação e sensibilização que se baseiem no processo de identificação de perfis estratégicos de *stakeholders* da ZCESP. Isso assegura que as descobertas sejam disseminadas eficazmente e que as partes interessadas estejam plenamente envolvidas no processo de tomada de decisões e na implementação de medidas adaptativas.

A interconexão desses quatro objetivos específicos é fundamental para o sucesso deste estudo. Juntos, eles constituem um método abrangente que permitirá compreender, quantificar e comunicar a vulnerabilidade socioecológica na ZCESP, capacitando a região a enfrentar os desafios crescentes associados aos riscos costeiros e às mudanças climáticas.

Os itens que seguem serão detalhados em relação aos materiais e métodos aplicados para atender as premissas de cada um dos objetivos específicos propostos.

2.1 Arcabouço teórico

Este objetivo específico visa à construção da base teórica fundamental para a pesquisa por meio de uma revisão bibliográfica abrangente. Essa revisão será baseada em um levantamento documental inicial, que servirá como ponto de partida. A principal fonte de informação consistirá em artigos acadêmicos, indicadores (ambientais, econômicos e sociais), relatórios técnicos, manuais, livros, periódicos e sites que contenham dados oficiais relevantes para a temática.

A revisão bibliográfica desempenha um papel crucial ao fornecer subsídios para a compreensão dos conceitos teóricos subjacentes à pesquisa. Isso ajudará a definir o escopo e a estrutura geral do estudo. Além disso, essa revisão será complementada com informações e insights obtidos por meio de consultas a especialistas e pesquisadores experientes na área. Para esta pesquisa, a revisão fornece a base teórica necessária para a compreensão dos riscos costeiros, mudanças climáticas e adaptabilidade na Zona Costeira do Estado de São Paulo. À medida que a pesquisa avançar, essa base teórica ajudará a sistematizar informações, correlacionar variáveis e analisar indicadores, permitindo a construção progressiva dos pressupostos básicos que orientaram o processo de investigação.

2.2 Identificação e coleta de bases de dados espaciais que representam a vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

Para operacionalizar o conceito de “vulnerabilidade socioecológica” e parametrizar indicadores e índices relevantes para a qualificação dos cenários de riscos costeiros e desastres, adaptou-se os procedimentos propostos por Anazawa, Feitosa e Monteiro Vieira (2014). Essa adaptação desempenha um papel central na síntese dos dados geoespaciais e compõe a modelagem ambiental ZCESP.

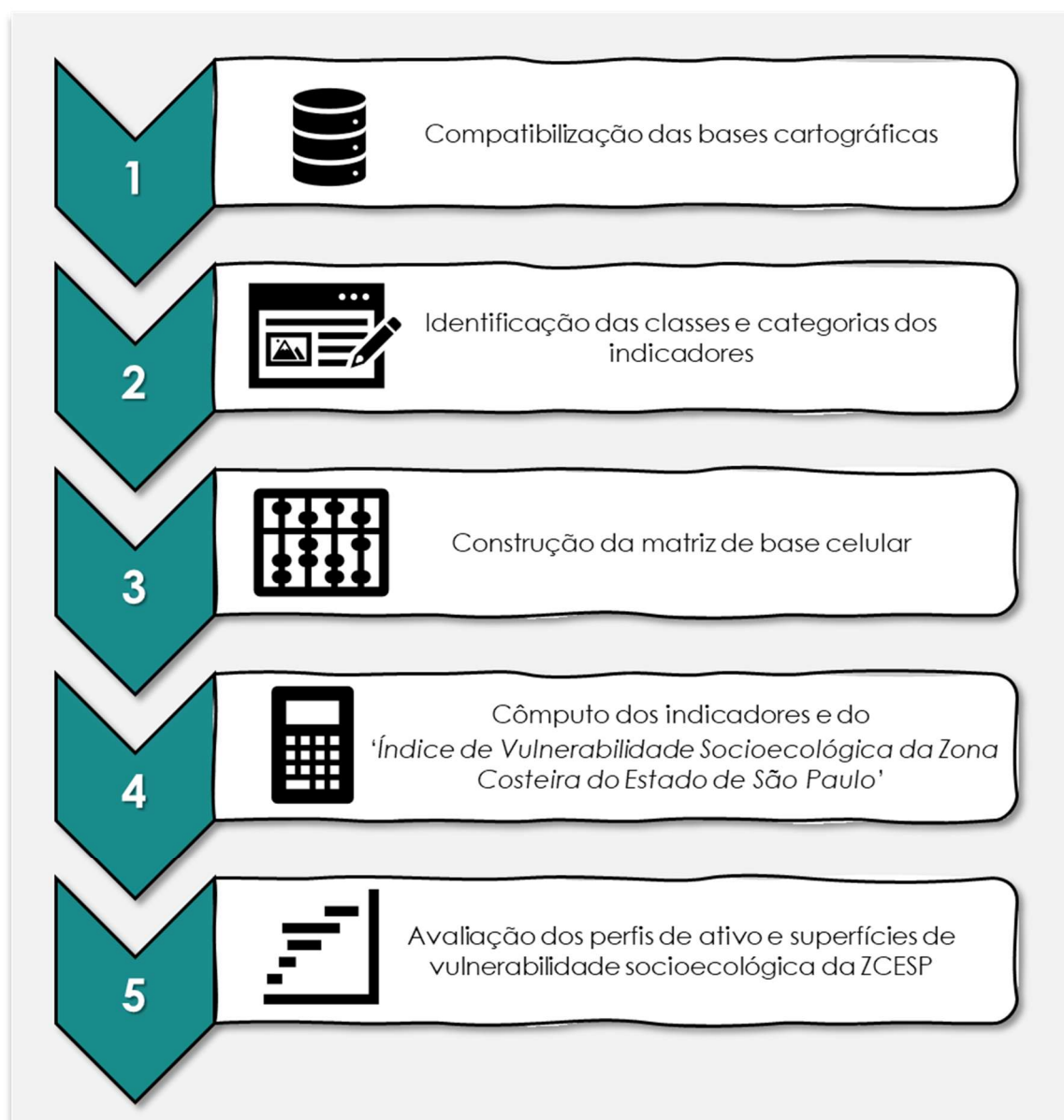
A abordagem metodológica, inspirada na análise social de Kaztman (2000), amplia a base conceitual ao destacar o papel das pessoas e promover a integração de elementos ecológicos da paisagem na composição de indicadores dos ativos socioecológicos. Essa abordagem organiza os ativos sob análise em três perspectivas: fatores socioeconômicos; fatores socioambientais; e fatores físico-naturais. Adaptações específicas foram realizadas para considerar as peculiaridades das planícies costeiras conforme as premissas apresentadas por Souza (2009, 2005, 2017).

As revisões de termos e a requalificação de variáveis foram fundamentadas em uma revisão da literatura que engloba aspectos relacionados às vulnerabilidades e questões socioecológicas em paisagens costeiras.

Em linha com as premissas apresentadas por Costanza (2007), que destaca a importância da transdisciplinaridade, a metodologia busca abordar questões socioecológicas complexas. Costanza enfatiza a necessidade de uma ciência de síntese que integre análise e síntese e que reconheça a ausência de verdades universais, mas valorize representações abstratas úteis. Ele também enfatiza a importância de compartilhar objetivos sociais e avaliar a utilidade e qualidade dos modelos em aplicativos do mundo real.

Nesse sentido, para avaliação da caracterização dos perfis de vulnerabilidade socioecológica da Zona Costeira do Estado de São Paulo, foram definidas unidades geoespaciais de análise, focadas em criar uma superfície contínua representando setores com características homogêneas. Foram utilizadas técnicas de análise geoestatística, utilizando-se formas de dados mistos, grids e vetoriais. A Figura 6 detalha as etapas utilizadas no geoprocessamento das bases de dados espaciais:

Figura 6. Etapas dos procedimentos metodológicos para caracterização dos perfis de vulnerabilidade socioecológica da ZCESP



Fonte: Adaptado de Anawaza (2014); Elaborado pela autora, 2023.

A metodologia proposta baseia-se em fontes de dados de acesso público catalogadas por instituições governamentais, institutos de pesquisa e organizações sem fins lucrativos. O uso de bases de dados indexadas e catalogadas em metadados permite a integração escalonável de informações. Isso não apenas permite a ressignificação dos dados, mas também garante que os resultados tenham impacto positivo ao longo do tempo. Nesse sentido, a proposta metodológica e a seleção das fontes de dados preconizaram o uso de base de informação de acesso público e catalogadas por instituições de forma pública (agências governamentais, institutos de pesquisas e organizações sem fins lucrativos). O uso de bases de informação indexadas e catalogadas em metadados permite que a informação, uma vez integrada, seja escalonada. Do ponto de vista teórico-metodológico, os dados são ressignificados e o alcance de seus resultados tenha impactos positivos e escalabilidade no tempo.

2.2.1 *Compatibilização das bases cartográficas*

Para assegurar a confiabilidade e a acessibilidade dos dados, optou-se por utilizar fontes de informações públicas e catalogadas por instituições reconhecidas. Cada fonte de dados foi criteriosamente selecionada com base na sua relevância para os objetivos da pesquisa. Todos os dados coletados passaram por processos de padronização, indexação e catalogação. Essas etapas são essenciais para manter a consistência dos dados e permitir sua escalabilidade, possibilitando seu uso futuro e tornando-os acessíveis ao público.

A sistematização da base de informações se baseou em dados espaciais e alfanuméricos, organizados de maneira apropriada para a composição do Índice de Vulnerabilidade Socioecológica da Zona Costeira do Estado de São Paulo (IVSeco). A síntese dos processos está representada na tabela a seguir. Os indicadores foram estruturados em duas frentes de análise.

A primeira análise exploratória teve como objetivo identificar as fontes de dados que representam as classes e tipos de informações necessários para a quantificação das variáveis selecionadas no modelo. As fontes de dados principais utilizadas estão descritas no Quadro 2:

Quadro 2. Principais recursos temáticos de fontes de dados espaciais

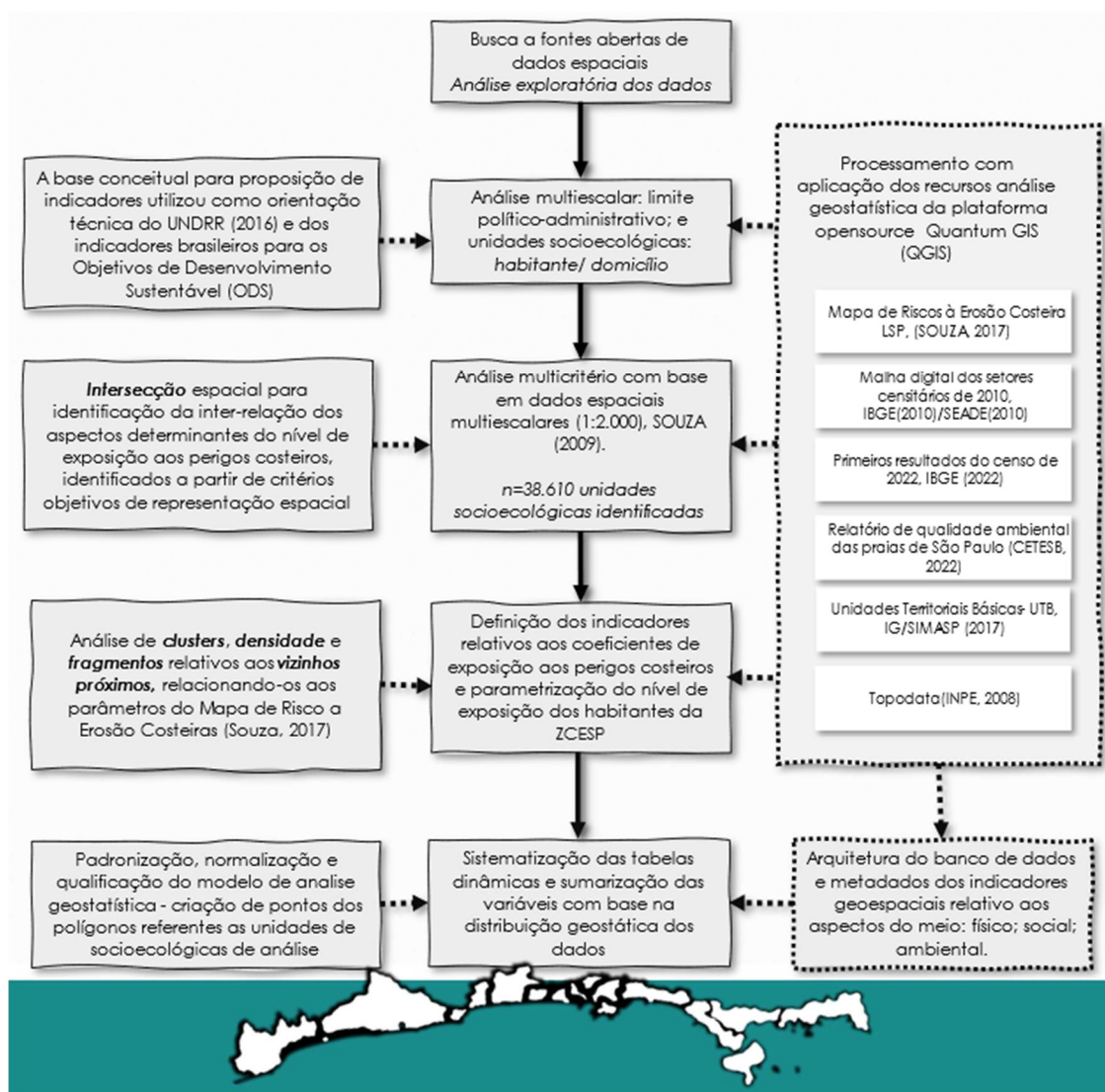
BASE DE DADOS	ESCALA	ANO	FONTE
SISTEMA INTEGRADOR DE INFORMAÇÕES GEOAMBIENTAIS PARA O LITORAL DO ESTADO DE SÃO PAULO, APLICADO AO GERENCIAMENTO COSTEIRO - PROJETO SIIGAL	1:5.000	2005; 2007; 2017	Instituto Geológico do Estado de São Paulo
UNIDADES TERRITORIAIS BÁSICAS (UTB)	1:10.000	2017	Instituto Geológico do Estado de São Paulo
MALHA DIGITAL DOS SETORES AGREGADOS POR SETOR CENSITÁRIO	1:2.0000	2010	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IPVS - ÍNDICE PAULISTA DE VULNERABILIDADE SOCIAL POR SETOR CENSITÁRIO 2010	1:2.000	2013	Coordenadoria de Planejamento Ambiental
BANCO DE DADOS GEOMORFOMÉTRICOS DO BRASIL - PROJETO TOPODATA	1:50.000	2009	Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais - INPE
MAPA DE COBERTURA E USO DA TERRA (1985-2020)	1:50.000	2021	Plataforma MapBioma – Coleção 6

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Em simultâneo, realizou-se a integração geoespacial das diversas bases de dados espaciais, permitindo a indexação de valores e o cálculo de uma única superfície de dados territoriais. Nesse processo, considerou-se a área do setor censitário como a unidade mínima de análise. Além disso, incorporou-se as Unidades Territoriais Básicas (UTB) (IG/SMA-SP, 2017)

para melhorar a qualificação dos atributos relacionados à forma e à ponderação dos padrões de ocupação nas unidades de análise. Essa abordagem possibilitou quantificar e qualificar com maior precisão as áreas ocupadas e não ocupadas. A integração das bases geoespaciais viabilizou a compatibilização e a unificação de múltiplas camadas de informações geoespaciais. A Figura 7 apresenta uma representação esquemática das etapas utilizadas:

Figura 7. Etapas para representação da vulnerabilidade socioecológica na ZCESP



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

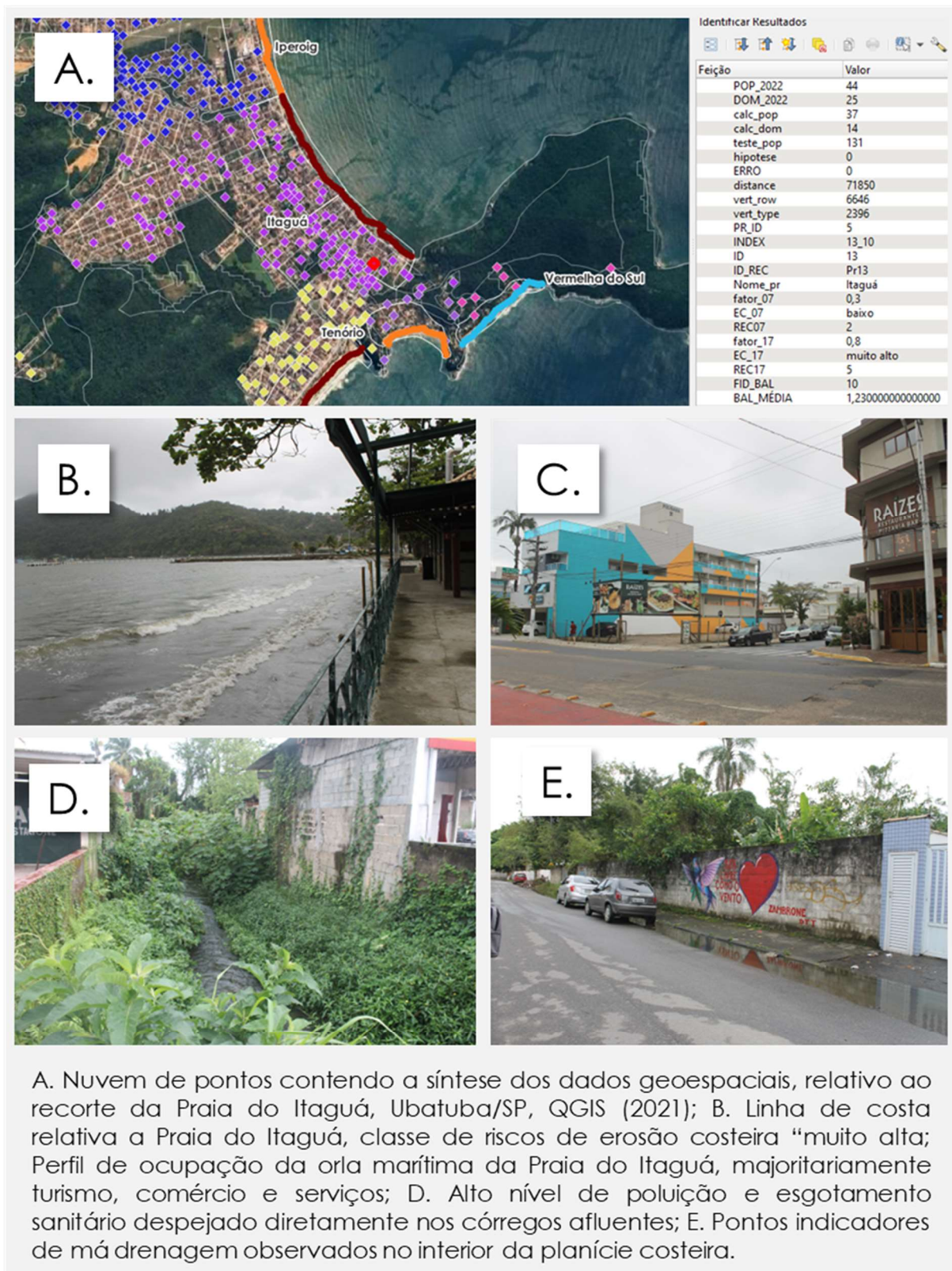
2.2.2 Análise descritiva do conjunto de dados

Para ilustrar o cenário atual dos riscos de erosão e inundação costeiras na ZCESP, o mapeamento dos riscos de erosão costeira desenvolvido por Souza (2017) é utilizado como referência espacial, permitindo uma representação visual do estado atual dos riscos. Um dos objetivos centrais é identificar o nível de exposição da população residente na ZCESP aos riscos associados à erosão e à inundação costeiras, envolvendo a análise dos dados para entender como as comunidades locais podem ser afetadas direta ou indiretamente pelos riscos costeiros.

Os dados coletados foram convertidos em uma nuvem de pontos, totalizando 38.311 pontos de dados. Esses pontos foram processados para estabelecer redes e relacionamentos geoespaciais entre as unidades de análise (MAHBOUBI et al., 2015; SHERROUSE; CLEMENT; SEMMENS, 2011b; SOUZA, 2009): a. a referência da linha de costa e praias com monitoramento da erosão e inundação costeiras (SOUZA, 2017); e as unidades geoespaciais compatibilizadas. A Figura 8 apresenta um exemplo, relativo à Praia do Itagua, Ubatuba/SP, do resumo geoestatístico relativo à nuvem de pontos e atividades de reconhecimento em campo.

A coleta de dados espaciais desempenha um papel fundamental na definição do escopo da pesquisa. Com base nas informações reunidas, foram identificados os principais fatores de risco costeiro, áreas críticas e aspectos socioecológicos que exigem atenção especial. O principal resultado deste estudo é uma síntese diagnóstica do cenário de riscos costeiros na ZCESP. Essa síntese é resultado de uma análise abrangente de dados espaciais, interpretação conceitual e contextualização dos riscos costeiros locais.

Figura 8. Resumo geoestatístico da nuvem de pontos da compatibilização de dados geoespaciais



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

O Capítulo 4 apresenta os principais resultados desta análise, oferecendo uma visão clara dos desafios e do potencial dos impactos associados à vulnerabilidade socioecológica na Zona Costeira do Estado de São Paulo. Os dados espaciais compilados e a interpretação conceitual fornecem uma base sólida para compreender a situação atual dos riscos costeiros na região, o que é essencial para orientar a governança adaptativa e as ações de mitigação/adaptação.

2.2.3 Identificação das classes e categorias dos indicadores

O desenvolvimento de índices e métricas de vulnerabilidade socioecológica é um passo crucial e estratégico no processo de avaliação e prognóstico da vulnerabilidade na Zona Costeira do Estado de São Paulo (ZCESP). Essas medidas quantitativas e analíticas desempenham um papel fundamental na compreensão da vulnerabilidade em diferentes cenários e localidades. O geoprocessamento dos dados foi realizado em duas etapas distintas: i. identificação das classes e categorias de indicadores; e ii. cômputo dos indicadores e índices. Os itens que seguem detalham os materiais e métodos adotados.

O Quadro 3 apresenta a síntese descritiva dos indicadores utilizados para caracterização do perfil de vulnerabilidade socioecológica da ZCESP:

Quadro 3. Dimensões da vulnerabilidade socioecológica da Zona Costeira do Estado de São Paulo

Quadro 3. Dimensões da vulnerabilidade socioecológica da Zona Costeira do Estado de São Paulo					
Dimensão		ID	Indicadores	Variável	Fonte
Fator 1. Socioeconômico	O Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) é uma medida analítica que avalia a vulnerabilidade de indivíduos, famílias ou grupos sociais bem como sua capacidade de enfrentar fatores que afetam seu bem-estar. O IPVS considera dois principais conjuntos de indicadores para compor o fator socioeconômico . O primeiro é o <u>capital financeiro</u> : esse indicador se concentra nos recursos financeiros disponíveis, como salários, acesso a crédito e posse de bens. A renda domiciliar per capita é um importante indicador desse grupo, pois ajuda a medir a vulnerabilidade relacionada à insuficiência de renda. Geralmente, famílias com renda per capita inferior a meio salário-mínimo são consideradas em situação de pobreza, enquanto aquelas com renda inferior a um quarto do salário-mínimo são consideradas indigentes. O segundo componente é o <u>capital humano</u> : esse indicador envolve variáveis demográficas que representam as habilidades, conhecimento e capacidade de trabalho das pessoas. O trabalho é considerado o ativo humano mais crítico, pois está diretamente ligado à produção e ao bem-estar pessoal, social e econômico. No contexto familiar, o capital humano se refere à quantidade de trabalho potencial, à qualidade da força de trabalho e à capacidade de coordenação e colaboração entre os membros da família (SEADE, 2010).	IVSEco_01	Renda domiciliar per capita	v19	SEADE; IBGE (2010; 2022)
		IVSEco_02	Rendimento médio da mulher responsável pelo domicílio	v35	SEADE; IBGE (2010; 2022)
		IVSEco_03	Proporção de domicílios com renda domiciliar per capita até 1/2 SM	v25	SEADE; IBGE (2010; 2022)
		IVSEco_04	Proporção de domicílios com renda domiciliar per capita até 1/4 SM	v26	SEADE; IBGE (2010; 2022)
		IVSEco_05	Proporção de pessoas responsáveis pelo domicílio alfabetizadas	v29	SEADE; IBGE (2010; 2022)
		IVSEco_06	Proporção de pessoas responsáveis de 10 a 29 anos	v30	SEADE; IBGE (2010; 2022)
		IVSEco_07	Proporção de mulheres responsáveis com menos de 30 anos	v34	SEADE; IBGE (2010; 2022)
		IVSEco_08	Idade média das pessoas responsáveis	v27	SEADE; IBGE (2010; 2022)
		IVSEco_09	Proporção de crianças de 0 a 5 anos de idade	v16	SEADE; IBGE (2010; 2022)

Quadro 3. Dimensões da vulnerabilidade socioecológica da Zona Costeira do Estado de São Paulo

Dimensão		ID	Indicadores	Variável	Fonte
Fator 2. Socioambiental	O fator socioambiental engloba a síntese dos fatores que representam as relações e estruturas sociais em determinada região. Isso inclui condicionantes que expressam as formas de organização do território; a qualidade ambiental; e os processos de degradação ecossistêmica. A análise do capital socioambiental, quando aplicada por domicílio, revela variações nas oportunidades econômicas e sociais, o que pode levar a processos de exclusão em determinada área geográfica. Esses fatores também desempenham um papel importante na predisposição a eventos perigosos na planície costeira, aumentando o potencial de danos relacionados a ameaças (ANAZAWA; FEITOSA; MONTEIRO VIEIRA, 2014; IG/SMA-SP, 2017).	IVSEco_10	Índice de coleta de esgoto	ESG	SEADE; IBGE (2010; 2022)
		IVSEco_11	Índice de coleta de lixo	LIX	SEADE; IBGE (2010; 2022)
		IVSEco_12	Índice de pavimentação	PAV	UTB (IG/SMA-SP, 2017)
		IVSEco_13	Índice de densidade populacional	DEN	IBGE (2010; 2022)/ IG/SMA-SP (2017)
		IVSEco_14	Índice de balneabilidade das praias	BAL	CETESB (2023)
		IVSEco_15	Índice do potencial de indução dos perigos costeiros	POI_IR	IG/SMA-SP (2017)
Fator 3. Físico-natural	Os fatores físico-naturais referem-se aos aspectos relacionados às condições naturais de determinado local. Isso inclui os elementos dinâmicos que compõem a paisagem e a interação entre os elementos naturais e aqueles criados pela sociedade ao longo do tempo. Essa categoria de ativos engloba as características geotécnicas do terreno que influenciam a ocorrência de processos com potencial desastrosos, como erosão e inundação costeiras, inundação e alagamentos na planície costeira. Em outras palavras, os ativos do capital físico-natural consideram que a topografia, as características geológicas, hidrológicas e outras características do ambiente natural desempenham um papel fundamental na determinação dos riscos e perigos relacionados a eventos costeiros. Esses ativos naturais interagem com os aspectos socioeconômicos e socioambientais para moldar a vulnerabilidade socioecológica em determinada região costeira (SOUZA, 2009).	IVSEco_16	Altura relativa de elevação acima do nível do mar	MDT	TOPODATA (2008)
		IVSEco_17	Índice de concentração do fluxo hidrológico (modificado)	CAT	TOPODATA (2008)
		IVSEco_18	Índice topológico de umidade	TWI	TOPODATA (2008)
		IVSEco_19	Índice de serviço ecossistêmico	ECO	MAPBIOMA (2020)
		IVSEco_20	Relação fatorial com as praias e as classes de risco de erosão costeira	REC	SOUZA (2007; 2017)

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

2.2.3.1 Fator socioeconômico

O IPVS é uma ferramenta importante para avaliar a vulnerabilidade socioeconômica, identificar grupos em situação de risco e orientar políticas sociais e econômicas para melhorar o bem-estar das populações vulneráveis. Ele oferece insights valiosos sobre aspectos financeiros e de capital humano que afetam a capacidade das famílias e indivíduos de lidar com adversidades econômicas. Logo, os indicadores incorporados foram sintetizados em duas dimensões (ver Quadro 3): capital financeiro e capital humano. O IPVS (SEADE, 2010) possui um manual detalhando as etapas e apresenta a matriz de ponderação de cada um dos indicadores apresentados no Quadro 3.

2.2.3.2 Fator socioambiental

O capital socioambiental compreende a complexa interação entre fatores sociais e ambientais em uma região, influenciando a vulnerabilidade e a capacidade de resposta a eventos adversos, como riscos costeiros (ANAZAWA; FEITOSA; MONTEIRO VIEIRA, 2014; IG/SMA-SP, 2017; OLIVEIRA et al., 2022a).

As descrições e as matrizes de ponderação de cada indicador estão detalhadas nos itens subsequentes, proporcionando uma compreensão mais aprofundada de como esses fatores sociais e ambientais são considerados e avaliados na análise da vulnerabilidade socioecológica.

Índice Coleta de Esgoto (ESG)

Esse indicador aborda as condições relacionadas ao saneamento básico, especificamente o esgotamento sanitário. A presença ou a inadequação desse sistema pode ter um impacto significativo na situação sanitária de uma área, aumentando a vulnerabilidade das comunidades e as expondo a perigos associados à inundação costeira e à inundação continental (IBGE, 2010; IG/SMA-SP, 2017; SEADE, 2010). A avaliação desse

indicador permite compreender a necessidade de melhoria no serviço de coleta e tratamento de esgoto. A Tabela 1 apresenta a matriz de ponderação do ESG com base nos valores obtidos da unidade de análise geoespacial compatibilizada (item 2.2.1):

Tabela 1. Matriz de ponderação do Índice de Coleta de Esgoto (ESG)

ID	INDICADOR	NULA	MUITO BAIXA	BAIXA	MODERADA	ALTA	MUITO ALTA
IVSECO_10	ESG	-	0 - 17	17 - 35	35 - 52	52 - 70	70 - 87
	ESG normalizado	-	0,0 - 0,2	0,2 - 0,4	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8	0,8 - 1,0

Fonte: Adaptado (IBGE, 2010; IG/SMA-SP, 2017; SEADE, 2010).

Índice Coleta de Lixo (LIX)

Esse indicador avalia as condições da coleta e disposição de lixo em determinada área. A acumulação de lixo e entulho em propriedades pode criar condições favoráveis ao acúmulo de água em solos hidromórficos (suscetíveis à água) com baixas declividades e fluxos de vazão restritos devido às características geotécnicas da paisagem costeira. Esse fator tem um impacto direto no perigo de inundação e na vulnerabilidade da região (IBGE, 2010; IG/SMA-SP, 2017; SEADE, 2010; SOUZA, 2005). A avaliação desse indicador permite compreender como o manejo inadequado do lixo e dos resíduos pode contribuir para o aumento dos riscos de inundação. A Tabela 2 apresenta a matriz de ponderação do LIX com base nos valores obtidos da unidade de análise geoespacial compatibilizada (item 2.2.1):

Tabela 2. Matriz de ponderação do Índice de Coleta de Lixo (LIX)

ID	INDICADOR	NULA	MUITO BAIXA	BAIXA	MODERADA	ALTA	MUITO ALTA
IVSECO_11	LIX	-	0 - 16	16 - 33	33 - 49	49 - 66	66 - 82
	LIX normalizado	-	0,0 - 0,2	0,2 - 0,4	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8	0,8 - 1,0

Fonte: Adaptado (IBGE, 2010; IG/SMA-SP, 2017; SEADE, 2010).

Índice de Pavimentação (PAV)

Esse indicador avalia o nível impermeabilização do terreno em determinada área. A impermeabilização se relaciona com a quantidade de superfícies urbanizadas que não permitem a absorção natural da água da chuva pelo solo. Esse fator é um condicionante do perigo de inundação, pois a impermeabilização pode levar ao acúmulo de água durante eventos de precipitação.

A obtenção desse indicador envolve a ponderação de classes do Ordenamento Urbano (IG/SMA-SP, 2017), conforme representado na Tabela 3. Isso significa que diferentes tipos de uso do solo e níveis de urbanização são considerados na avaliação da impermeabilização, permitindo uma análise mais precisa da vulnerabilidade à inundação na região costeira. A Tabela 3 apresenta a matriz de ponderação do PAV com base nos valores obtidos na unidade de análise geoespacial compatibilizada (item 2.2.1):

Tabela 3. Combinação matricial e notas ponderadas para obtenção do índice de pavimentação (PAV)

Classe de ordenamento urbano	Elementos urbanos			Nota	Notas
	Traçado do sistema viário	Pavimentação	Vegetação urbana	Ordenamento urbano (oru)	Pavimentação indução da inundação (pav)
MUITO ALTO	sim	sim	sim	0,1	0,7
ALTO	sim	sim	não	0,3	0,7
MÉDIO	sim	não	sim ou não	0,5	0,3
BAIXO	não	não	sim	0,7	0,3
MUITO BAIXO	não	não	não	0,9	0,3

Fonte: Adaptado (IG/SMA-SP, 2017).

Índice da densidade populacional (DEN)

O Índice da Densidade Populacional (DEN) é um indicador que avalia a densidade de população em áreas costeiras. A densidade populacional nessas áreas está diretamente relacionada ao risco costeiro,

pois, quanto maior a densidade, maior é a exposição das pessoas e dos ativos a eventos como inundações costeiras, marés altas anômalas e aos processos de longo prazo relacionados ao aumento do nível do mar (IBGE, 2010; IG/SMA-SP, 2017; NEUMANN et al., 2015). A Tabela 4 apresenta a matriz de ponderação do DEN com base nos valores obtidos da unidade de análise geoespacial compatibilizada (item 2.2.1):

Tabela 4. Matriz de ponderação. Índice da densidade populacional (habitantes por km²)

ID	INDICADOR	NULA	MUITO BAIXA	BAIXA	MODERADA	ALTA	MUITO ALTA
IVSECO_13	DEN	0	1 - 500	501 - 1000	1001 - 1500	1500 - 2000	> 2000
	DEN normalizado	0	0,01 - 0,2	0,2 - 0,4	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8	0,8 - 1,0

Fonte: Adaptado (IBGE, 2010; IG/SMA-SP, 2017).

Índice de balneabilidade das praias (BAL)

Esse indicador avalia a relação entre os índices de qualidade das praias, especificamente a contaminação microbiológica da água. Ele considera diversos aspectos, incluindo os riscos à saúde pública, impactos econômicos negativos, danos aos ecossistemas marinhos, interrupção das atividades de pesca e aquicultura e maior vulnerabilidade a eventos climáticos extremos (CETESB, 2019, 2023).

Praias com baixa qualidade da água, ou seja, com balneabilidade ruim devido à contaminação microbiológica, tendem a ser mais vulneráveis a eventos climáticos extremos. Isso ocorre, porque a presença de poluentes na água pode agravar os impactos desses eventos, tornando as consequências ainda mais severas. A Tabela 5 apresenta a matriz de ponderação do DEN com base nos valores obtidos da unidade de análise geoespacial compatibilizada (item 2.2.1):

Tabela 5. Matriz de ponderação do índice de balneabilidade das praias

ID	INDICADOR	NULA	MUITO BAIXA	BAIXA	MODERADA	ALTA	MUITO ALTA
IVSECO_14	BAL_MED	0	5	4	3	2	1
	BAL normalizado	0	0	0,25	0,5	0,75	1

Fonte: Adaptado (CETESB, 2023).

Índice do potencial de indução do perigo de inundação (POI)

A infraestrutura social, que engloba edifícios, estradas, sistemas de abastecimento de água, sistemas de esgoto, instalações médicas e outros elementos construídos para atender às necessidades das comunidades costeiras, desempenha um papel crucial na influência e na resposta aos perigos costeiros. A forma como essa infraestrutura é planejada, construída e mantida pode afetar significativamente o potencial de ocorrência e a intensidade de perigos costeiros. A Tabela 6 apresenta um “quadro índice” das classes de uso e cobertura da terra bem como uma proposta de adaptação do cálculo do potencial de indução relativo à infraestrutura residencial, comercial e de serviços (IG/SMA-SP, 2017).

Tabela 6. Índice do potencial de indução do perigo de inundação/inundação costeira relativa à ocupação

Classes de uso e cobertura da terra	Perigo de inundação
Vegetação arbórea	0,1
Espaço verde urbano	0,2
Vegetação herbáceo-arbustiva	0,3
Solo exposto/área desocupada	0,5
Corpos d'água	0,9
Loteamento	0,3
Grande equipamento	0,7
Residencial/comercial/serviços	$POI_{IR} = (ESG + LIX + PAV + DEN) / 4$

Fonte: Adaptado (IG/SMA, 2017).

2.2.3.3 Fator físico-natural

O fator físico-natural se refere aos aspectos relacionados à condição natural do lugar, incluindo elementos dinâmicos da paisagem. Esses elementos representam uma interação entre objetos naturais e aqueles socialmente fabricados ao longo do tempo. Esse capital engloba as características geotécnicas do terreno que influenciam a ocorrência de processos com potencial desastroso, como erosão e inundação costeiras, inundação e alagamentos na planície costeira (SOUZA, 2009).

As descrições e as matrizes de ponderação de cada indicador estão detalhadas nos itens subsequentes, proporcionando uma compreensão mais aprofundada de como esses fatores físico-naturais são considerados e avaliados na análise da vulnerabilidade socioecológica.

Altura relativa de elevação acima do nível do mar (MDT)

Refere-se à diferença entre a elevação de um ponto ou localização específica em relação ao nível médio do mar (ou MDT, que significa Modelo Digital de Terreno). Em termos mais simples, indica quão alto ou baixo está determinado ponto em relação ao nível médio das águas do mar. Essa informação é fundamental em diversas aplicações geoespaciais, especialmente quando se lida com áreas costeiras ou terrenos sujeitos a inundações. Por exemplo, a altura relativa de elevação é usada para determinar quais áreas podem estar em risco durante eventos de maré alta, tempestades ou aumento do nível do mar devido às mudanças climáticas.

Conforme definido por Neumann et al. (2015), o valor de referência utilizado como referência crítica base é até dez metros verticais acima do mar. A Tabela 7 apresenta a matriz de ponderação do MDT com base nos valores obtidos da base do Topodata (INPE, 2008):

Tabela 7. Matriz de ponderação da altura relativa do mar (MDT)

ID	INDICADOR	NULA	MUITO BAIXA	BAIXA	MODERADA	ALTA	MUITO ALTA
IVSECO_16	MDT	<10	> 10	6 - 8	4 - 6	2 - 4	2 - 0
	MDT normalizado	0	0,0 - 0,2	0,2 - 0,4	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8	0,8 - 1,0

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Índice de concentração do fluxo hidrológico (CAT)

É um indicador que representa métricas utilizadas em estudos de hidrologia e de drenagem para avaliar a distribuição do fluxo de água em determinada unidade de análise. O modelo de FREEMAN, 1991 foi adaptado para reconhecer a linha relativa ao nível do mar, identificando regiões com suscetibilidade de morfometria à inundação costeira.

Esse índice ajuda a entender como o fluxo d'água é distribuído entre diferentes partes dos ecossistemas costeiros da ZCESP. Um CAT alto significa que a água tende a uma maior concentração do fluxo, enquanto um CAT baixo indica que o fluxo de água está mais bem distribuído. A Tabela 8 apresenta a matriz de ponderação do CAT com base nos valores obtidos da base do Topodata (INPE, 2008):

Tabela 8. Matriz de ponderação do índice de concentração do fluxo hidrológico

ID	INDICADOR	MUITO BAIXA	MUITO ALTA
IVSECO_17	CAT	max = 1,79	min = -0,44
	CAT normalizado	0	1

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Essa métrica é relevante em estudos relacionados à gestão de recursos hídricos, prevenção de inundações, planejamento urbano e ambiental bem como na avaliação de riscos costeiros e mudanças

climáticas em áreas costeiras, onde a distribuição do fluxo de água desempenha um papel importante na vulnerabilidade socioecológica. O CAT pode ser calculado usando-se dados hidrológicos e geoespaciais da bacia de estudo.

Índice topológico de umidade (TWI)

Em estudos costeiros representa uma valiosa modelagem ambiental para entender a dinâmica zonas úmidas, neste caso as unidades geoambientais relacionadas as áreas costeiras e como os fluxos hidrológicos interagem com a topografia da região. O TWI pode ser aplicado para identificar áreas úmidas costeiras que desempenham um papel importante na ecologia costeira e podem ser sensíveis às mudanças nas condições hidrológicas (BEVEN; KIRKBY, 1979; MOORE; GRAYSON; LADSON, 1991).

Essas análises podem ser usadas em estudos de modelagem para prever os impactos das mudanças climáticas nas áreas costeiras. Isso inclui a avaliação de como o aumento do nível do mar, tempestades e eventos climáticos extremos afetarão a dinâmica das zonas costeiras. A Tabela 9 apresenta a matriz de ponderação do TWI com base nos valores obtidos da base do Topodata (INPE, 2008):

Tabela 9. Matriz de ponderação do índice topológico de umidade (TWI)

<i>ID</i>	<i>INDICADOR</i>	<i>MUITO BAIXA</i>	<i>MUITO ALTA</i>
IVSECO_18	TWI	max = 1,04	min = -2,27
	TWI normalizado	0	1

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Índice de Serviço Ecosistêmico (ECO)

O Índice de Serviço Ecosistêmico é um indicador que avalia e quantifica os serviços ecosistêmicos com base na categorização das classes de uso e ocupação do solo identificadas em determinada região. O ECO pode ser uma ferramenta valiosa para avaliar a contribuição dos ecossistemas costeiros na redução da vulnerabilidade a riscos costeiros e na promoção da resiliência das comunidades costeiras. Ele ajuda a destacar a importância da conservação e gestão sustentável de ecossistemas-chave para lidar com os desafios das mudanças climáticas e dos riscos costeiros. Os dados foram obtidos com base na coleção de dados da Plataforma MapBiomas (SOUZA et al., 2020).

O Apêndice 1 apresenta o detalhamento das categorias e matrizes de ponderação relativas aos indicadores selecionados.

Índice de Risco de Erosão Costeira (REC)

As classes de REC podem revelar áreas onde a preservação ou restauração de ecossistemas costeiros é crucial para reduzir o risco de erosão e inundação costeira. Identificar áreas com alto REC pode orientar o uso do solo e a implementação de estratégias de adaptação que promovam a conservação dos ecossistemas costeiros. A Tabela 10 apresenta a matriz de ponderação do DEN com base nos valores obtidos da unidade de análise geoespacial compatibilizada (item 2.2.1):

Tabela 10. Matriz de ponderação do Índice de Risco de Erosão Costeira

ID	INDICADOR	MUITO BAIXA	BAIXA	MODERADA	ALTA	MUITO ALTA
IVSECO_20	REC	1	2	3	4	5
	REC normalizado	0,0 - 0,2	0,2 - 0,4	0,4 - 0,6	0,6 - 0,8	0,8 - 1,0

(SOUZA, 2017)

2.2.4 Cômputo dos indicadores e do Índice de Vulnerabilidade Socioecológica (IVSEco) da ZCESP

Com suporte de recursos geotecnológicos (MAHBOUBI et al., 2015; NOBLE et al., 2019b; QGIS DEVELOPMENT TEAM, 2021; SHERROUSE; CLEMENT; SEMMENS, 2011), a base nos dados geoespaciais compatibilizadas passou por etapas de geoprocessamento para o desenvolvimento dos índices compostos e métricas que representam fatores socioeconômicos, socioambientais e do meio físico-natural relevantes para a avaliação da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP. Nessa etapa, foi considerada a proposta metodológica apresentada por Anazawa; Feitosa; e Monteiro Vieira (2014). Os itens que seguem detalham as etapas da modelagem dos dados geoespaciais:

- 1. Seleção de indicadores relevantes:** com base nos dados coletados, foram identificados indicadores socioeconômicos, socioambientais e do meio físico-natural que são mais relevantes para a avaliação da vulnerabilidade socioecológica na região costeira. Foram utilizados modelos de análise exploratória, a identificação dos fatores de correlação e covariação dos dados geoespaciais.
- 2. Ponderação dos indicadores:** foram atribuídos pesos aos indicadores com base em sua importância relativa na determinação da vulnerabilidade socioecológica. Conforme a fonte e a base de informação, algumas variáveis já possuíam pesos previamente definidos. Nesses casos, a ponderação e os testes de sensibilidade consideraram os valores atribuídos pela fonte.
- 3. Normalização de dados:** para garantir que os indicadores tenham a mesma escala e sejam comparáveis entre si, as

variáveis foram convertidas em informação matricial, com pixels com representação 30X30. Conforme os valores de ponderação e/ou categoria da informação, os *layers* foram padronizados em valores com variação entre 0 e 1, sendo os valores mais próximos ao 0 categorias de dados com menor correlação com os riscos costeiros e os próximos ao 1 com maior relação.

- 4. Construção de índices compostos:** as camadas de indicadores foram combinadas em índices compostos para representação dos fatores que representam a vulnerabilidade socioecológica. Isso foi realizado utilizando-se técnicas e funções geoestatísticas, com suporte da ferramenta Raster Calculator. De forma complementar, os dados submetidos à Análise dos Componentes Principais (PCA) subsidiam a validação dos resultados.

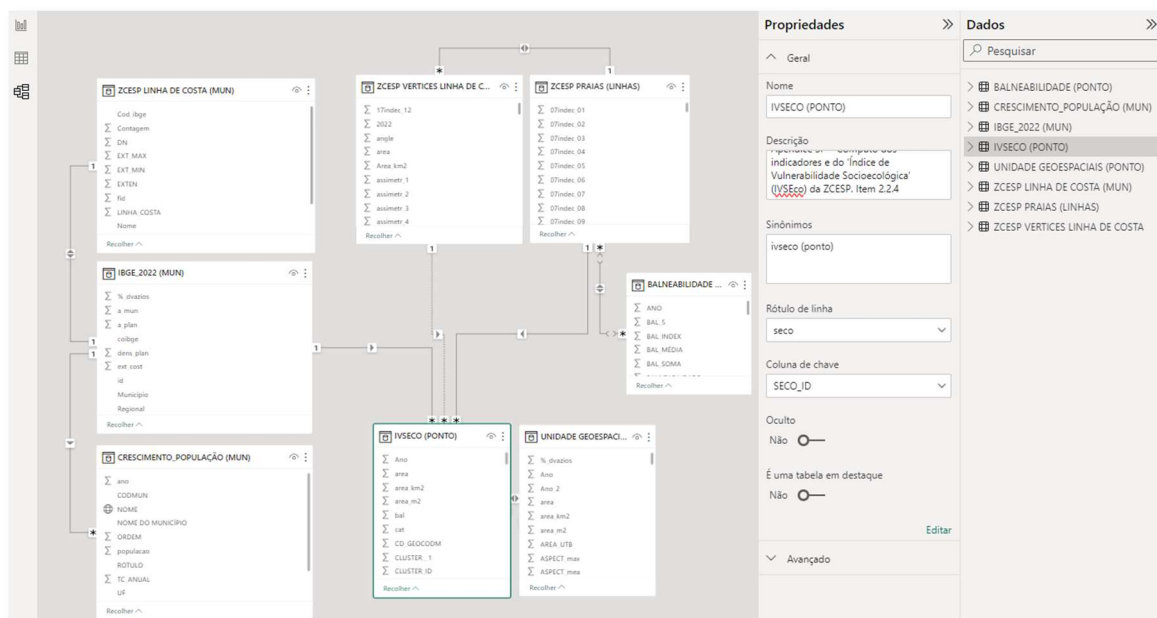
Os resultados integrais da análise geoestatística e o cômputo dos indicadores e índices, por unidade geoespacial, estão acessíveis no Apêndice 1, na descrição e detalhamento da categorização das matrizes de ponderação.

2.2.5 Avaliação dos perfis de ativo e superfícies da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

Os dados foram sumarizados por estatística zonal, integrando-se às unidades de análise geoespaciais. Para a análise sintética e a diferenciação dos perfis, atribuiu-se identificadores únicos a cada uma das 38.610 entidades. Esses dados foram consolidados em um banco de dados para representação dinâmica. Recursos de bancos de dados, como o Power Query e SQL (conforme ilustrado na Figura 8), foram combinados com ferramentas de web mapping, business intelligence e storytelling, com o intuito de apresentar um panorama consolidado da vulnerabilidade

socioecológica na ZCESP, associando-a ao fator que compõe o cenário de riscos costeiros.

Figura 9. Integração de banco de dados utilizando ferramentas de business intelligence para gestão e representação da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

2.3 Proposta metodológica de comunicação dos riscos costeiros

Como abordagem metodológica, foram aplicados os pressupostos da Educação Ambiental Crítica (EAC). Como método, a EAC permite construir as bases para a concepção das estratégias de comunicação dos riscos costeiros. Nesse processo, os participantes são conduzidos em ações de sensibilização e análise crítica das causas e consequências da erosão costeira, inundação costeira e outros perigos correlatos, incentivando a participação ativa das comunidades na identificação e tomada de decisões sobre medidas de adaptação. Isso impulsiona o desenvolvimento de habilidades críticas, conscientiza sobre direitos e responsabilidades, promove justiça social e equidade, em um processo de busca por ações transformadoras.

Na trajetória de aprendizagem, os indivíduos, grupos e comunidades impactadas pelos perigos costeiros passam a compreender os fenômenos por outro viés. De maneira informada e colaborativa, passam a enfrentar os desafios climáticos e fortalecem a resiliência costeira (JACOBI, 2002, 2003b, 2005; JACOBI; TRISTÃO; FRANCO, 2009; MARCHEZINI et al., 2017; MATSUO et al., 2020; TRAJBER et al., 2019b).

Os *stakeholders* são mobilizados em práticas colaborativas e reflexivas sobre as causas da erosão costeira e dos fatores que intensificam os impactos associados aos eventos extremos. Isso permite que as comunidades vulneráveis avaliem as implicações desses fatores em suas vidas e no ambiente local (DI GIULIO; FERREIRA, 2013; IWAMA et al., 2016; IWAMA; BATISTELLA; FERREIRA, 2014; MARCHEZINI, 2019). Dentro dos pressupostos do projeto, as paisagens costeiras associadas às **praias** se tornam objeto central do processo reflexivo e das estratégias de comunicação dos riscos costeiros.

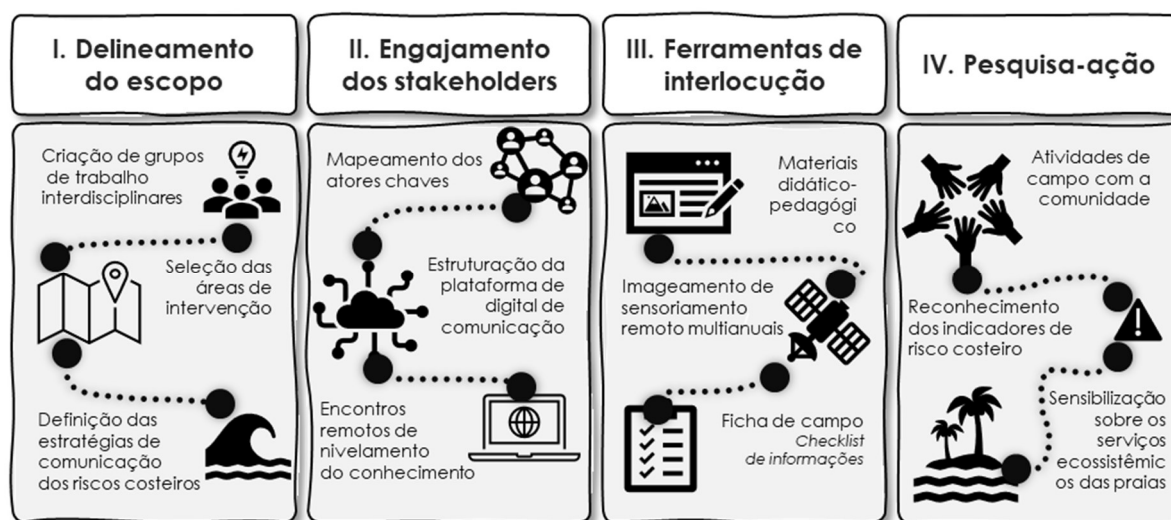
Em vista dos desafios e paradigmas impostos pela pandemia da covid-19, a proposta foi concebida no modelo híbrido, integrando estratégias de ensino-aprendizagem remotas, em suas modalidades síncrona e assíncrona com suporte das IaaS, e pesquisa-ação no formato presencial em praias identificadas como de risco de erosão costeira e inundação costeira *alto* e *muito alto*. A proposta metodológica apresentada emerge de adaptações e sistematização do arcabouço teórico, das abordagens de EAC: a. aprendizagem social (JACOBI, 2002, 2003, 2005, 2012, 2013; JACOBI; SULAIMAN, 2016; JACOBI; TRISTÃO; FRANCO, 2009; TORRES et al., 2021) e b. educação para redução dos riscos de desastres (ERRD) (GOMES; TRAJBER; MARCHEZINI, 2022; MARCHEZINI et al., 2017, 2017, 2019b; MARCHEZINI; AGUILAR MUÑOZ; TRAJBER, 2018; MATSUO et al., 2020), integrada a experiências vivenciadas e ações³ em

³ Programa de Monitoramento da Erosão Costeira no Estado de São Paulo (IG-SMA, IPA-SEMIL); Proj. Sistema de Aviso de Ressacas e Inundações Costeiras para o Litoral de São Paulo, com foco em Impactos das Mudanças Climáticas (Fapesp 2018/14601-0); Proj. Resposta Morfodinâmica de Praias do Sudeste Brasileiro aos Efeitos da Elevação do Nível do Mar e Eventos Meteorológico-Oceanográficos Extremos até 2100 (Capes 88887.139056/2017-00).

curso na ZCESP. Em perspectiva, foram incorporados os Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), buscando-se disseminar o conhecimento científico aplicado à formulação de políticas públicas de adaptação às mudanças climáticas.

A construção do projeto de pesquisa-ação para percepção e sensibilização sobre riscos costeiros e mudanças climáticas envolveu o desenvolvimento de práticas colaborativas híbridas, em ambientes virtual e presencial, pautadas na interdisciplinaridade e organizadas segundo um roteiro metodológico em quatro etapas (ver Figura 10), a saber: *I.* delineamento do escopo no contexto de riscos costeiros; *II.* engajamento dos *stakeholders* regionais e das comunidades locais; *III.* construção das ferramentas de interlocução; e *IV.* desenvolvimento de pesquisa-ação nos territórios de intervenção selecionados.

Figura 10. Etapas de elaboração de projeto de pesquisa-ação voltado à comunicação sobre riscos costeiros



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

2.3.1 Delineamento do escopo

Nessa etapa inicial, são criados grupos de trabalho interdisciplinares em atividades colaborativas e interativas, de forma remota, organizados

em grupos de trabalhos associados às áreas do conhecimento: geociências, educação, comunicação e tecnologia da informação. Os grupos delimitam o escopo do trabalho e pautam as estratégias de comunicação dos riscos costeiros.

2.3.2 Engajamento dos stakeholders

A segunda etapa teve como objetivo a formação de uma rede de atores-chave para promover o engajamento dos diferentes *stakeholders*, com potencial de envolvimento nas práticas da pesquisa-ação. Para tanto, foram estabelecidos os planos de ação para cada área de intervenção. A escolha dos *stakeholders* se baseou em dois métodos de identificação: a. perfis de grupos focais locais/regionais previamente conhecidos (comunidades em risco, gestores públicos, defesa civil, redes de ensino e pesquisa, ONGs, outras redes locais e regionais); b. bola-de-neve, em que os indivíduos de grupos focais convidaram novos participantes de suas redes e conhecidos.

Nesse momento, são realizados encontros virtuais com o intuito de: compartilhar informações; nivelar o conhecimento teórico-prático sobre os temas centrais de cada área; e participar do processo de mobilização dos ativos necessários à proposta de atividade de pesquisa-ação. Todo o processo pode ser concebido de forma virtual, orientado com suporte das IAA e/ou com apoio de oficinas presenciais.

2.3.3 Construção das ferramentas de interlocução e educomunicação

A terceira etapa é focada na construção e estruturação de estratégias de comunicação sobre riscos costeiros, considerando as especificidades de cada território de intervenção e os respectivos atores-chave envolvidos.

O processo consistiu em: levantamento de dados; produção de materiais didático-pedagógicos; elaboração dos cronogramas de atividades práticas de campo, acordados estrategicamente com os

atores-chave; elaboração e envio de folders-convite para boas práticas de convívio; e estruturação dos roteiros de campo para cada área de intervenção. Materiais didático-pedagógicos e materiais de divulgação (glossário de termos técnicos, cartões e infográficos, fotos etc.) foram adaptados para dar suporte à mediação das atividades práticas colaborativas e facilitar a comunicação antes e após as atividades de campo, conforme as necessidades de cada público-alvo e perfil dos participantes da atividade.

2.3.4 Pesquisa-ação nas áreas de intervenção: roteiro de campo

A última etapa consistiu em atividades presenciais de pesquisa-ação, voltadas à comunicação com os atores-chave, por meio de oficinas de campo realizadas em praias previamente selecionadas, em função do risco alto a muito alto de erosão costeira e de conflitos socioecológicos relacionados à gestão da praia.

O roteiro de campo, adaptado para cada área de intervenção, é desenvolvido na perspectiva da análise sistêmica da paisagem (OTEROS-ROZAS et al., 2014; SONG et al., 2021; WILSON et al., 1999), visando à apresentação de conceitos básicos necessários à compreensão do tema central (erosão costeira), ao aumento da percepção individual e coletiva sobre esse perigo e à sensibilização dos atores que habitam a zona costeira, em relação à importância da conservação de suas praias, em especial considerando a lente climática. O roteiro foi estruturado nas cinco etapas descritas a seguir, sendo as duas primeiras realizadas num determinado local da orla, e as demais durante o caminhamento pela praia: a. análise e percepção dos espaços urbanos; b. análise e percepção dos ambientes naturais; c. análise e percepção do ambiente praial (ou o sistema praia-duna); d. percepção e sensibilização sobre os riscos costeiros; e. assimilação de conceitos e sensibilização sobre os fenômenos (ficha de campo).

CAPÍTULO 3. ARCABOUÇO TEÓRICO

BASES CONCEITUAIS DA SOCIOECOLOGIA DOS RISCOS COSTEIROS



3 BASES CONCEITUAIS DA SOCIOECOLOGIA DOS RISCOS COSTEIROS

3.1 As consequências da modernidade e o colapso ecológico

O final do século XX simbolizou o início de uma nova era, sujeita a uma ordem global que alterou profundamente as relações espaço-temporais (HARVEY, 2003, 2008). Essa "nova modernidade", nascida da Revolução Industrial, posicionou o consumo como pilar central das interações humanas com a natureza, transformando o espaço em função de relações abstratas. O tempo, nessa nova configuração, está em constante mudança, redefinindo o valor das coisas e, conseqüentemente, transformando a humanidade e as estruturas espaciais que dão suporte às dimensões institucionais modernas.

O sistema capitalista, com sua racionalidade intrínseca, impõe estruturas que distorcem a verdadeira natureza humana, conduzindo a um desacordo entre o ser humano e seu ambiente (HARVEY, 2006, 2011, 2014). Como Marx enfatizou em seu trabalho, existe uma necessidade inerente do homem de se reconectar com sua essência natural para superar as contradições nascidas da modernização das relações sociais (MARX, 2010):

"A natureza é o corpo inorgânico do homem, a saber, a natureza enquanto ela mesma não é o corpo humano. O homem viver da natureza significa: a natureza é o seu corpo, com a qual ele tem de ficar num processo contínuo para não morrer. Que a vida física e mental do homem está interconectada com a natureza não tem outro sentido senão que a natureza está interconectada consigo mesma, pois o homem é uma parte da natureza. Na medida em que o trabalho estranhado 1) estranha do homem a natureza 2) [e o homem] de si mesmo, de sua própria função ativa, de sua atividade

vital; ela estranha do homem ou gênero [humano]; faz-lhe da vida genérica apenas um meio de vida individual" (MARX, 2010).

A modernidade cria as suas próprias contradições, que ameaçam a existência da sociedade como a conhecemos. Sua trajetória de desenvolvimento, pautada na geopolítica de poder econômico, direcionada para a manutenção do status quo, produz efeitos secundários latentes, que superam as fronteiras do espaço e tempo no período pós-globalização (GIDDENS, 1991). Esses efeitos, muitas vezes subestimados ou não percebidos, empurram a sociedade para uma era de incertezas e alienação, como destacado por BECK (2010) em sua teoria da "sociedade dos riscos".

A desigualdade inerente na construção da sociedade global, somada aos avanços de uma civilização que frequentemente compromete o meio ambiente e desconsidera valores humanos, trouxe consigo ameaças e perigos, muitas vezes invisíveis para aqueles não são conscientizados. O desafio para o século XXI está em entender e superar esses paradigmas, relacionando-os às incertezas do capitalismo e à resistência das instituições em reconhecer e categorizar os impactos derivados (BECK, 2015; GIDDENS; LASH; BECK, 2012).

3.2 Os riscos ecológicos no antropoceno

A intensificação do processo de destruição da natureza nos últimos séculos, especialmente no período pós-industrial, tem causado profundos desequilíbrios nos sistemas ambientais. As mudanças nos padrões climáticos, a extinção em massa de plantas e animais, o aumento da temperatura dos oceanos e no nível do mar, o descongelamento das calotas polares e a magnitude dos impactos dos desastres naturais são reflexos do processo global de mudança dos sistemas ambientais, reflexo direto da ação humana na Terra, indicando o início de uma nova era

geológica: o Antropoceno (CECHIN; BARRETO, 2015; DA VEIGA, 2017; DELANTY, 2018; VILCHES; PRAIA; VALENCIA, 2008).

A transição dos anos 60 para os anos 70 marcou o começo de um período caracterizado por uma crescente globalização e uma revolução técnico-científica-informacional (SANTOS, 1986, 1999, 2006; SANTOS; SOUZA; SILVEIRA, 1998). Nessa época, o movimento ambientalista ganhou força, influenciado pelas ideias de Rachel Carson, em seu livro intitulado *Primavera silenciosa* (CARSON, 1962). Segundo a autora, o estilo de vida moderno tornava ocultos os riscos das relações sociais sobre o meio ambiente, em particular o uso intensivo de agentes químicos não biológicos.

As palavras "ecologia" e "eco" começaram a simbolizar a necessidade de uma reconexão do ser humano com a natureza, apoiada por uma abordagem científica interdisciplinar (GUERASIMOV, 1983; SANTOS, 1992).

A natureza, toda a sua biodiversidade e a garantia das estruturas ecológicas essenciais à vida respeitam as leis da Geografia Física geral. As dinâmicas dos estratos geográficos possuem uma estreita inter-relação entre os seus componentes, caracterizadas por relações funcionais entre paisagens. Toda essa riqueza de oportunidades que a natureza produz e que se tem à disposição na atualidade são reservas arquitetadas pela ecologia ao longo de milhares ou até milhões de anos (BERTRAND, 1972; DELPOUX, 1974; GRIGORIEV, 1968). Quando as suas funções passam a ser submetidas às necessidades puramente humanas, a contraposição do sistema regido por forças elementares passa a estar subjugada a outro, o sistema das convenções sociais. O domínio do homem sobre a natureza reproduz os perigos ecológicos nas sínteses das relações cotidianas, nas formas de pensar e agir, recriando espaços sociais sujeitos aos riscos (DE GROOT, 1987; HOLLEMAN, 2015; LÖWY, 2018).

A quantidade de energia e matéria e a imprescindibilidade destas, utilizada para manter o metabolismo das novas formas sociais vivenciadas na modernidade e pós-modernidade, vão além da capacidade limite do planeta Terra (FARBER; COSTANZA; WILSON, 2002; FOSTER, 2012; LÖWY, 2018). Os laços fundamentais com o lugar habitado foram perdidos, criando desconexões e rupturas no espaço, respaldadas pelo falso sentimento de segurança ontológica (GIDDENS, 1991). A compressão do tempo-espaço cria contextos de confiança que refletem as circunstâncias (e formas de risco e perigo) do lugar, vinculado a explosões de relações impessoais, genéricas, estranhas e abstratas entre os ambientes sociais e físicos.

O rompimento da relação do homem com a natureza para vivenciar a experiência do ambiente criou o transformou de um ser coletivo em harmonia com o meio que o criou para vivenciar uma realidade guiada por uma visão cosmológica do mundo individual, uma visão positivista e tecnocrática de natureza, que mercantiliza os serviços ecossistêmicos. O capitalismo, como projeto de dominação e poder, criou múltiplos universos pautados em um sistema desigual de distribuição da riqueza, estruturados em valores opressores de classe, gênero, raça, cor e sexualidade que desmembraram os indivíduos entre o corpo e sua alma. Como principais atores desse multiverso de realidades, o indivíduo está preso a padrões e dogmas que definem a forma de viver. A sociedade está imersa nessas contradições. Os indivíduos, aprisionados nesse sistema, tornam-se alienados, correndo riscos que surgem dessa desconexão (ENGELS, 1966; FOSTER, 2012, 2015; MARX, 2010).

Os perigos ecológicos surgem das transformações do meio físico natural construído socialmente. Nesse processo, a unidade da paisagem perde a sua função ecológica elementar e passa a caracterizar um espaço desconexo em relação ao meio natural, com uma função puramente social. As perdas nas capacidades e as pressões sobre os sistemas ambientais, em processo de socialização, rompem com o

equilíbrio dinâmico e modificam as estruturas que mantêm os estratos geográficos. As alterações dos fluxos causam rupturas que tornam os ecossistemas suscetíveis às mudanças ambientais, perdendo a sua capacidade funcional.

3.2.1 Percepção dos riscos e das paisagens costeiras

A percepção individual em relação a qualquer tema é moldada por sua visão cosmológica, a qual é fruto de experiências pessoais contextualizadas no ambiente sociocultural, ao qual estão inseridas (GIULIO et al., 2015; MODESTO; CARMO, 2017). O entendimento que as pessoas têm sobre um lugar é uma síntese de valores associados, transmitidos àqueles que interagem com esses ambientes. O imaginário e a compreensão que pessoas e comunidades têm sobre praias e orlas, presentes em seu cotidiano, influenciam a construção de perspectivas únicas acerca das dinâmicas ambientais e sociais nesses territórios. Em relação a esses ambientes, diante das mudanças climáticas, há muitas incertezas sobre os riscos futuros para as comunidades costeiras. Tais incertezas resultam em desafios na decisão e implementação de ações para mitigar riscos presentes e adaptar-se aos impactos futuros (BARRADAS; GHILARDI-LOPES, 2020; DEFEO et al., 2021; ENRIQUEZ-ACEVEDO et al., 2018).

Nesse cenário, a comunicação de riscos deve ser embasada por processos que envolvam a transmissão de informações claras e acessíveis sobre perigos, como erosão costeira, inundações costeiras e continentais, além de outros eventos extremos com potencial de afetarem as zonas costeiras. Para sensibilizar comunidades e autoridades, a abordagem busca minimizar danos através de preparação, prevenção e resposta efetiva. A divulgação de alertas, monitoramento contínuo, engajamento comunitário e planos de ação emergencial são componentes-chave desse processo (BONGARTS LEBBE et al., 2021; DOONG et al., 2012; SUCKALL et al., 2017; TZORAKI et al., 2018).

A clareza nas informações e a participação da comunidade são vitais para o sucesso do processo, fomentando a resiliência costeira e reduzindo impactos negativos. A colaboração entre *stakeholders* e o engajamento ativo das comunidades locais, em especial os jovens, são cruciais para resultados efetivos (MARCHEZINI, 2019; MARCHEZINI et al., 2017; TRAJBER et al., 2019b)

A partir dessas reflexões, emergem várias perguntas que envolvem o tema da comunicação dos riscos costeiros. Como definir um conceito, para muitos, ainda abstrato, sendo capaz de representá-lo de forma categórica e concreta? Qual é a melhor forma de apresentar a informação? Como apresentar um mesmo dado, ou informação, para diferentes grupos de atores sociais e comunidades, com níveis distintos de conhecimento e percepção sobre problemas ambientais?

O debate central aborda os desafios de desconstrução e reconstrução de conhecimento para redefinir a percepção das partes envolvidas no fluxo informativo (DI GIULIO; FERREIRA, 2013; LANGE et al., 2014; MAHBOUBI et al., 2015). Esse debate conduz ao conceito de "redes". Com a pandemia da covid-19, observou-se uma reconfiguração global em relação ao desenvolvimento de redes, dando origem a novos espaços virtuais e formas de interação social. Seja por trabalho, estudo ou relações pessoais, a interação se intensificou no ambiente virtual (IANNI et al., 2022), no qual as Tecnologias da Informação e Comunicação (TICs), as infraestruturas como serviço (IaaS), as novas plataformas digitais e redes sociais, utilizadas para compartilhamento de informações, têm se mostrado fundamentais para a disseminação de informações, estabelecendo espaços colaborativos de diálogo e negociação entre os *stakeholders* (HARIS RISMAYANA; SUGIANTO; BAGUS BUDIYANTO, 2018; HUMAN; DAVIES, 2010; MARCHEZINI et al., 2017; MUÑOZ et al., 2017).

Os desafios colocados pelas mudanças ambientais e climáticas demandam um novo olhar sobre o fator geográfico, com a integração dos

sistemas de informação geográfica (MAHBOUBI et al., 2015; NOBLE et al., 2019b, 2021b). A representação espacial, apoiada pela governança de riscos, busca reconhecer dimensões sociais em novos modelos de práticas para a produção de conhecimento e tomada de decisões (BOLLE et al., 2018; MARENGO et al., 2017).

3.2.2 Vulnerabilidade socioecológica no contexto das mudanças climáticas

As zonas costeiras, por sua natureza intrínseca, estão na linha de frente das mudanças climáticas. Com a ameaça crescente da elevação do nível do mar, erosão e eventos climáticos extremos, essas regiões tornam-se cenários vulneráveis tanto em termos ecológicos quanto socioculturais. No entanto, a vulnerabilidade não é um destino inevitável; é um alerta para a necessidade de ação adaptativa.

Para entender a vulnerabilidade e a resiliência dessas áreas, é necessária uma abordagem que considere tanto os elementos ecológicos quanto os sociais. A abordagem socioecológica, nesse contexto, fornece uma visão holística que combina estudos dos sistemas ecológicos e sociais, propondo soluções integradas para os desafios enfrentados por essas regiões (ALESSA; KLISKEY; BROWN, 2008; MONONEN et al., 2016; OLIVEIRA et al., 2022a; WILSON et al., 1999) .

A análise socioecológica vai além da simples observação dos efeitos das mudanças climáticas em um ambiente natural. Ela procura compreender como as comunidades humanas interagem, dependem e influenciam esses ambientes. Ao considerar as dimensões sociais e culturais de uma região, as estratégias adaptativas se tornam mais eficazes. Nesse processo, o envolvimento da comunidade na formulação de estratégias adaptativas favorece a incorporação dos conhecimentos tradicionais e locais, o que tende a enriquecer e melhorar as abordagens técnicas (BOHNET; SMITH, 2007; BRONDIZIO; OSTROM; YOUNG, 2009b; KOTZEE;

REYERS, 2016; OTEROS-ROZAS et al., 2014; PALOMO; HERNÁNDEZ-FLORES, 2019; SONG et al., 2021b).

A vulnerabilidade socioecológica frente aos riscos costeiros na mudança climática descreve a suscetibilidade das comunidades e dos ecossistemas litorâneos às adversidades exacerbadas pelas alterações climáticas. Ela considera o grau de exposição a ameaças costeiras, como a elevação do nível do mar e eventos climáticos extremos, a sensibilidade intrínseca de comunidades e ecossistemas a essas ameaças e a capacidade dessas comunidades e sistemas de se adaptar ou se recuperar de tais adversidades (ANAZAWA; FEITOSA; MONTEIRO VIEIRA, 2014; IPCC, 2022; IWAMA et al., 2016; KAZTMAN, 2000; LAVELL et al., 2012).

3.3 Cenários de riscos costeiros

O reconhecimento dos riscos é fundamental no debate sobre os impactos potenciais das mudanças climáticas. A interpretação desses cenários vai desde sínteses diagnósticas do cenário atual até modelagens matemáticas sofisticadas, que sustentam análises sobre os impactos projetados e suas interações espaço-temporais (REZENDE et al., 2019; SANDHU et al., 2018). Dessa forma, os cenários de risco representam um significativo desafio, demandando ampla compreensão e ações imediatas.

Nessa perspectiva, é imprescindível que a sociedade aborde a emergência climática de maneira integrada, reconhecendo a complexidade dos riscos. Caminhando em direção a soluções alinhadas com os ODS, os cenários de risco destacam a necessidade de adotar abordagens interdisciplinares para enfrentar desafios complexos. Esse processo sustenta o desenvolvimento de soluções adaptativas, que se alinham aos cenários “ideais” desejados. A cada cenário, atribui-se uma responsabilidade dentro da governança adaptativa, visando à gestão dos riscos a curto, médio e longo prazo. Essas premissas visam promover uma

profunda transformação na sociedade, objetivando uma drástica redução das perdas de ecossistemas e biodiversidade (IPCC, 2018, 2019a, 2023).

O consenso na comunidade científica é de que, mantendo o atual modelo desenvolvimentista econômico, até 2050 a sociedade superará a temperatura limite de 1,5°C⁴, levando ao colapso ecológico dos sistemas ambientais que sustentam a biosfera. Sem ações climáticas contundentes de mitigação, a temperatura média do planeta Terra pode chegar a 4°C até o final do século, considerando os cenários de riscos extremos (RC8.5) (IPCC, 2019b).

O aquecimento dos oceanos, somado à aceleração do derretimento das calotas polares, pode levar a uma elevação de 110 cm no nível mar até 2100, conforme as projeções do cenário RC8.5 (OPPENHEIMER et al., 2019). Ao levar em conta as estimativas de crescimento da população global⁵, o aumento das desigualdades sociais mundiais, as catástrofes atuais e a variabilidade no padrão de eventos climáticos extremos, as incertezas podem tornar os cenários projetados ainda mais críticos.

Globalmente, os riscos costeiros impactam infraestruturas, causando danos irreparáveis tanto a sistemas ambientais quanto a estruturas sociais. A fragilidade desses ambientes se intensifica nos cenários de mudanças climáticas, pois a elevação do nível relativo do mar (NRM) e a alteração nos padrões de frequência e magnitude de eventos meteorológicos extremos definem diferentes tipos de riscos costeiros, com impactos diretos e indiretos (IPCC, 2014a, 2022, 2007; MARENGO et al., 2017; MARENGO, 2009).

⁴ Com relação aos níveis pré-industriais – de 1850 a 1900.

⁵ População global: 2020 (atualmente) – 7,8 bilhões/hab; 2030 – 8,5 bilhões/hab; 2050 – 9,7 bilhões/hab; e 2100 – 10,9 bilhões/hab.

O Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas aponta os principais desafios para a governança adaptativa para os países do Caribe e da América do Sul no que tange à urgência para a construção de uma agenda para ação climática em curto prazo. Estão colocados (IPCC, 2022):

1. O risco à segurança hídrica (hidrosfera – ciclo da água);
2. Os efeitos graves sobre a saúde devido ao aumento de epidemias, em particular, as doenças transmitidas por vetores;
3. A degradação dos ecossistemas de recifes devido ao branqueamento de corais;
4. O risco para a segurança alimentar em decorrência das secas frequentes/extremas;
5. Os danos à vida e à infraestrutura devido a inundações, deslizamentos de terra, aumento do nível do mar, tempestades e erosão costeira.

Para atender as premissas da tese, no item subsequente será apresentada a síntese do sumário técnico do IPCC, relacionado aos “Impactos, Adaptação e Vulnerabilidade”, buscando-se identificar os aspectos associados ao item cinco da agenda. Em especial, ao sintetizar as interpretações relativas ao potencial dos impactos projetados e dos riscos relativos ao aumento do nível do mar, dos eventos meteorológicos severos/extremos e dos perigos de erosão costeira, inundação costeira e inundação continental.

3.3.1 Impactos das mudanças climáticas nas zonas costeiras e suas interações

O Quadro 4 apresenta o resumo sistematizado da busca pelas palavras-chave “COASTAL” ou “COASTAL ZONE” no relatório técnico do (IPCC, 2022a). A síntese descreve os aspectos gerais dos impactos observados e projetados e, conseqüentemente, o potencial dos riscos em seus efeitos em cascata e são considerados três grandes temas: i. ecossistemas e biodiversidade; ii. cidades, assentamentos e infraestrutura; e iii. migrações e deslocamento.

Quadro 4. Interações dos impactos observados e projetados dos riscos climáticos sobre os ecossistemas costeiros ⁶			
ASPECTOS GERAIS			INTERAÇÕES
ECOSSISTEMA E BIODIVERSIDADE	Impactos observados	As mudanças climáticas têm alterado os ecossistemas costeiros, terrestres e aquáticos em todo o planeta terra. Os impactos observados nos ecossistemas já acarretaram perdas imensuráveis nos ecossistemas, nas economias e nas formas de vida, alterando de forma paradigmática a realidade material desta e das futuras gerações.	A transformação nos oceanos e ecossistemas costeiros ainda é agravada pela poluição, fragmentação dos habitats e mudanças no uso da terra, ameaçando os meios de subsistência e segurança alimentar como também a perda de espaços naturais sob alguma forma de proteção. Os riscos climáticos emergentes sobre a segurança alimentar têm aumentado globalmente, em especial quando considerada a pesca. O aumento das temperaturas e de acidificação dos oceanos tem o potencial de desequilibrar a sua bioquímica, acarretando o declínio da pesca tropical e da sustentabilidade das comunidades tradicionais.
	Impactos projetados e riscos	Sem a urgente e ambicionada adoção de estratégias de redução das emissões em escala global, mais territórios e quaisquer espécies, sejam terrestres, marinhas e de água fresca, irão enfrentar circunstâncias que excedem a sua capacidade e os limites da sua existência nas condições histórico-materiais, como são conhecidas. Espécies e ecossistemas costeiros, particularmente os hotspots de biodiversidade, apresentam um risco global intrínseco que aumentará a cada décimo de grau adicional de aquecimento.	Os ecossistemas costeiros formadores de habitats, incluindo os recifes de corais, manguezais e estuários, sofrerão mudanças de fase irreversíveis devido a ondas de calor marinhas, estando em alto risco neste século, mesmo em cenários de aquecimento < 1,5°C. Alimentos provenientes de fontes aquáticas irão decair em termo de disponibilidade e segurança, com impactos que irão aumentar conforme a alta exposição a elevados níveis de bioacumulações, de poluentes orgânicos persistentes e ao mercúrio. Nesse processo, os danos e a degradação sobre os ecossistemas tendem a exacerbar os impactos das mudanças climáticas conhecidos sobre a biodiversidade.

⁶ O quadro síntese foi estruturado com base na busca pela palavra-chave "COASTAL" no relatório técnico do que descrevem os aspectos gerais dos impactos observados e projetados e, conseqüentemente, o potencial dos riscos em seus efeitos em cascata.

Quadro 4. Interações dos impactos observados e projetados dos riscos climáticos sobre os ecossistemas costeiros⁴

ASPECTOS GERAIS		INTERAÇÕES
CIDADES, ASSENTAMENTOS E INFRAESTRUTURA	Impactos observados	As cidades localizadas em zonas costeiras são e serão desproporcionalmente afetadas pelas interações em cascata dos impactos climáticos e das mudanças nas dinâmicas oceânicas, em parte associadas ao nível de exposição dos ativos sociais e populações concentrados ao longo da linha de costa. Como consequência, as cidades costeiras necessitam de maior implementação de estratégias de governança de riscos e de adaptação dos impactos das mudanças climáticas, além de maiores investimentos para a manutenção e proteção da linha de costa.
	Impactos projetados e riscos	A elevação do nível do mar, aumentos e intensidade dos eventos extremos meteorológicos, ondas de calor e mudanças no escoamento subsuperficial tendem a causar rupturas nas infraestruturas e serviços essenciais das cidades, como o fornecimento e transmissão de energia, comunicação, abastecimento de água e alimentos, além de interrupções no sistema de transporte dentro e nas imediações de áreas urbanas/periurbanas.

Quadro 4. Interações dos impactos observados e projetados dos riscos climáticos sobre os ecossistemas costeiros ⁴		
ASPECTOS GERAIS		INTERAÇÕES
MIGRAÇÕES E DESLOCAMENTOS	Impactos observados	Os riscos associados ao aumento do nível do mar demonstram o potencial de comprometimento e tendência de perda massiva dos ecossistemas costeiros até o final do século XXI, impactando diretamente os ecossistemas, pessoas, meios de subsistência, infraestrutura, segurança alimentar, patrimônio cultural e natural e as chances de mitigação das zonas costeiras. Aspectos históricos da ocupação das proximidades das linhas de costa e regiões de baixa amplitude com relação ao nível do mar têm tornado as comunidades que vivem nessas regiões cada vez mais vulneráveis à variabilidade dos extremos climáticos.
	Impactos projetados e riscos	Os riscos compostos com impactos escalonados criam oportunidades para o surgimento de tipos de riscos "inesperados", com fluxos complexos e tendências desconhecidas, na ocorrência de um ou mais eventos de extremos climáticos. O potencial de marginalização e aumento das vulnerabilidades em assentamentos urbanos, já classificados como precários, aumenta as perdas e danos às comunidades tradicionais, tornando a situação irreparável na materialização do cenário de desastre. A perda de ecossistemas costeiros e continentais para o avanço do mar ainda exigirá a realocação, temporária ou definitiva, de milhares ou até milhões de pessoas nas zonas costeiras até o final do século.

Fonte: adaptado IPCC, 2022; p 45-70; Elaborado pela autora, 2023.

Segundo o IPCC, 2014, 2021, 2022, 2023, as necessidades e a diversidade de instrumentos para a adaptação dos ecossistemas costeiros às mudanças climáticas representam um dos maiores desafios em sua gestão responsável. Ao analisar a diversidade de contextos e dinâmicas dos riscos em ambientes costeiros, que podem comprometer a habitabilidade desses espaços a curto e médio prazo, percebe-se que as contradições no debate se centram na reflexão sobre o modelo de desenvolvimento e reprodução dos espaços, responsáveis por construir socialmente os perigos e vulnerabilidades.

Os cenários apresentados pelo IPCC indicam que as dinâmicas climáticas podem sofrer mudanças consideráveis tanto em forma quanto em intensidade ao longo do tempo. Eventos de rápido aumento relativo são correlacionados a extremos nos padrões oceanográficos e meteorológicos, como ressacas e ocorrências de ciclones próximos à linha da costa.

Esses eventos intensificam os padrões de chuvas, a velocidade dos ventos e a agitação marítima, com ondas de maior amplitude e energia de propagação, acarretando impactos significativos sobre ambientes como as praias e comunidades próximas. A elevação de longo termo altera de forma permanente as dinâmicas dos ecossistemas costeiros devido aos processos associados ao recuo da linha de costa, à intrusão salina e à elevação do lençol freático, transformando as dinâmicas das paisagens continentais das baixas amplitudes com relação ao nível do mar.

A confluência desses fenômenos causa impactos muitas vezes irreversíveis, demandando a adaptação das comunidades que residem em zonas costeiras. Em curto prazo, como consequência, as economias das praias e orlas de municípios em zonas costeiras podem ser diretamente impactadas por desastres naturais. Esses eventos podem inviabilizar, por exemplo, o uso recreativo das praias em certos períodos ou restringir a

pesca, afetando comunidades que dependem dessas atividades. Em longo prazo, a habitabilidade em ambientes costeiros pode ser comprometida de forma irreparável. Como única alternativa viável, pessoas ou comunidades inteiras poderão ser removidas de seus territórios, uma vez que esses lugares correm o risco de deixar de existir.

O cerne do debate é sobre os espaços de fluxo da informação e as estratégias de comunicação; os desafios, de desconstrução e reconstrução, para ressignificar a percepção, recaem sobre a disponibilização e o acesso democrático às informações sobre os *riscos* (GIULIO et al., 2015; LANGE et al., 2014; MODESTO; CARMO, 2017). Em uma sociedade globalizada, interconectada pela internet e mediada por ferramentas digitais, os múltiplos cenários de riscos que se apresentam abrem espaços para perguntas que ainda carecem de respostas concretas. Como comunicar os riscos?

3.4 Governança adaptativa dos riscos costeiros e as ODS

A governança dos riscos se configura como uma abordagem flexível e dinâmica de gestão e processos decisórios que integra conhecimentos científicos, saberes empíricos e participação pública. Essa abordagem busca não apenas responder aos riscos atuais, mas também se adaptar proativamente às mudanças e incertezas futuras, especialmente aquelas relacionadas às mudanças climáticas e aos impactos humanos (DI GIULIO; FERREIRA, 2013; JACOBI; SULAIMAN, 2016; LOCKWOOD et al., 2010; URBANO, 2015).

A instrumentalização da governança dos riscos com viés adaptativo dos riscos costeiros, de resposta às mudanças climáticas, deve considerar dois aspectos essenciais: i. aprendizado contínuo; e ii. resiliência e adaptação. O primeiro aspecto enfatiza a importância de coletar dados, monitorar e ajustar estratégias conforme novas informações surgem. O segundo busca antecipar, preparar-se para a resposta em cenário em

relação a eventos meteo-oceanográficos extremos e/ou à gradual elevação do nível do mar exigem estratégias que possam ser adaptáveis a cada contexto de risco costeiro (BONGARTS LEBBE et al., 2021; BRONDIZIO; OSTROM; YOUNG, 2009b; DEFEO et al., 2021; DULLIUS; SILVA, 2017; NUNES; GRECO; MARENGO, 2019).

A interação entre governança adaptativa dos riscos costeiros e ODS fornece um *framework* robusto para enfrentar os desafios das mudanças climáticas nas zonas costeiras. Através da aprendizagem contínua, planejamento sustentável e parcerias eficazes, é possível não apenas mitigar os impactos das mudanças climáticas, mas também aproveitar oportunidades para promover desenvolvimento sustentável e resiliência.

Os Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS) são uma plataforma estabelecida pelas Nações Unidas na tentativa abrangente de abordar os desafios multifacetados do desenvolvimento global. Uma das metas centrais desses objetivos, o ODS 13, é focado na ação contra a mudança global do clima e tem um alinhamento direto com o Acordo de Paris (ONU, 2015). Este último, adotado também em 2015, estabeleceu o ambicioso objetivo de limitar o aumento da temperatura global bem abaixo de 2 graus Celsius acima dos níveis pré-industriais, com um esforço adicional para restringi-lo a 1,5 graus Celsius.

ODS e Acordo de Paris enfatizam a importância da cooperação internacional, a necessidade de mobilizar recursos, a transferência de tecnologias e o fortalecimento das capacidades dos países em desenvolvimento para combater eficazmente os desafios climáticos. Esses acordos apresentam um ambicioso pacto global de ações coordenadas para atender a Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável. O Quadro 5 apresenta a síntese dos ODS alinhados com a pesquisa e a sua integração à agenda de governança adaptativa dos riscos costeiros:

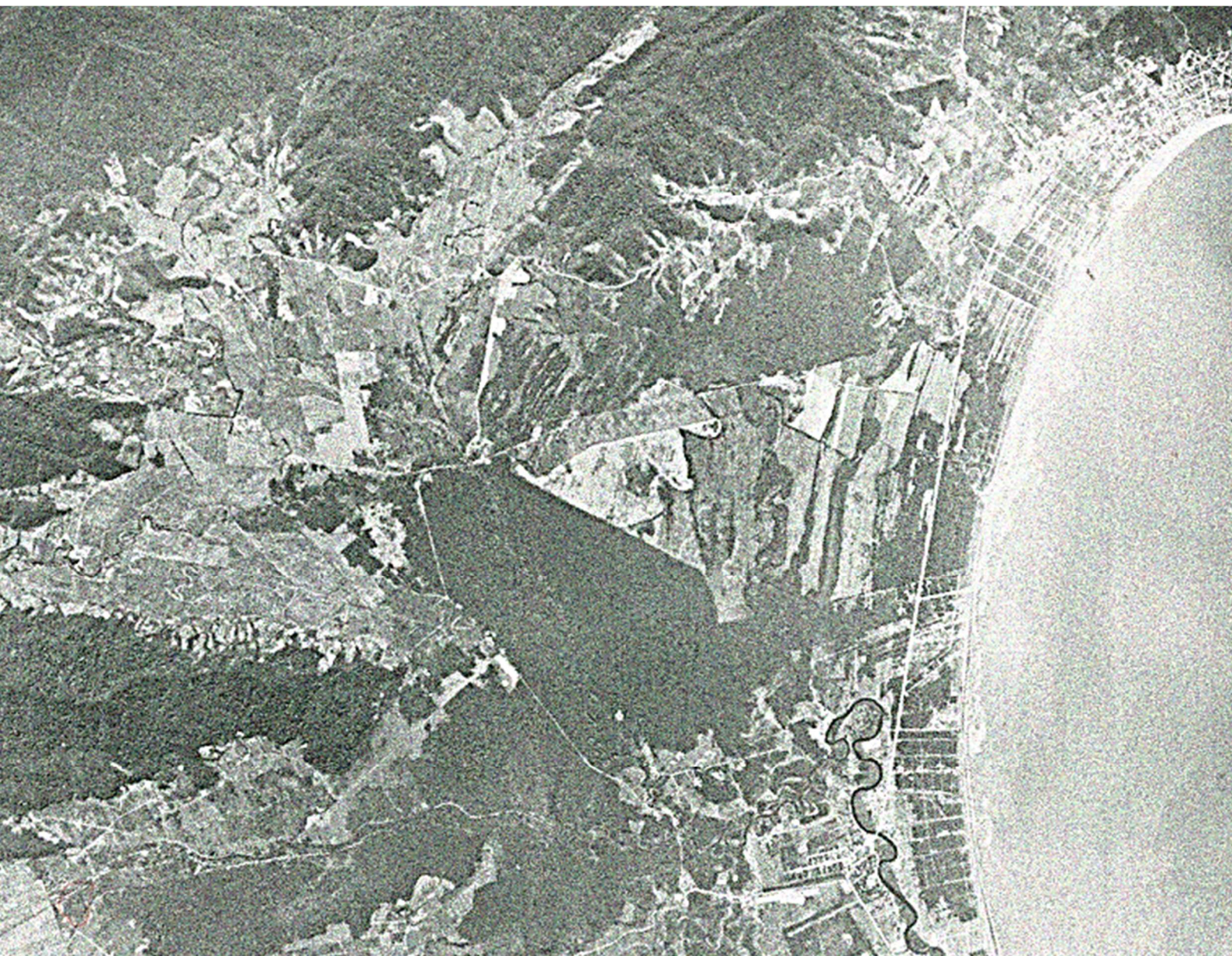
Quadro 5. ODS alinhados com a abordagem da governança adaptativa dos riscos costeiros

ODS	Alinhamento	Principais atividades-chave
<p><u>ODS 4</u> <u>Educação de Qualidade</u></p> 	<p>A educação é fundamental para criar conscientização sobre as mudanças climáticas e para capacitar as comunidades a se adaptarem a novas realidades. Isso inclui educação ambiental e capacitação em práticas sustentáveis.</p>	<p>Educação ambiental: integrar conceitos de conservação costeira e marinha nos currículos escolares.</p> <p>Capacitação comunitária: oferecer treinamentos para comunidades locais sobre gestão de recursos, adaptação climática e práticas sustentáveis.</p> <p>Centros de aprendizagem: estabelecer centros de aprendizagem nas zonas costeiras para pesquisa e disseminação de práticas adaptativas.</p>
<p><u>ODS 11</u> <u>Cidades e Comunidades Sustentáveis</u></p> 	<p>As cidades costeiras devem adotar estratégias de planejamento urbano que considerem os impactos das mudanças climáticas, promovendo infraestruturas resilientes e espaços naturais que atuem como barreiras contra eventos climáticos extremos.</p>	<p>Planejamento urbano adaptado: as cidades costeiras devem adotar planos urbanos que considerem a elevação do nível do mar, erosão e outros riscos relacionados.</p> <p>Infraestrutura resiliente: promover a construção de infraestruturas verdes e soluções baseadas na natureza que possam adaptar-se às mudanças.</p> <p>Espaços verdes e azuis: preservar e restaurar espaços naturais, como manguezais e dunas, que atuam como barreiras naturais e promovem a biodiversidade.</p>
<p><u>ODS 13</u> <u>Ação Contra a Mudança Global do Clima</u></p> 	<p>Foca na mitigação de emissões nas zonas costeiras, no aumento da resiliência dessas áreas às mudanças climáticas e na conscientização sobre riscos e a necessidade de ação.</p>	<p>Mitigação: adotar medidas para reduzir as emissões de gases de efeito estufa e promover práticas sustentáveis nas zonas costeiras.</p> <p>Adaptação: implementar estratégias que aumentem a resiliência das zonas costeiras aos efeitos das mudanças climáticas.</p> <p>Conscientização: realizar campanhas e programas para conscientizar sobre os riscos climáticos e a necessidade de ação.</p>
<p><u>ODS 17</u> <u>Parcerias e Meios de Implementação</u></p> 	<p>As mudanças climáticas são um desafio global. A colaboração internacional, parcerias entre os setores público e privado e a integração de conhecimentos tradicionais e científicos são vitais para desenvolver e implementar soluções eficazes.</p>	<p>Cooperação internacional: fomentar parcerias entre nações para compartilhar conhecimentos, recursos e práticas bem-sucedidas em gestão costeira.</p> <p>Engajamento do setor privado: incentivar empresas a adotarem práticas sustentáveis e a investirem em soluções inovadoras para zonas costeiras.</p> <p>Plataformas de comunicação: estabelecer plataformas para facilitar a comunicação e colaboração entre governos, comunidades, ONGs e acadêmicos.</p>

Fonte: Adaptado (IPCC, 2022, 2023; ONU, 2023).

CAPÍTULO 4. RESULTADOS

CENÁRIO DOS RISCOS COSTEIROS NA ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO



4 CENÁRIO DOS RISCOS COSTEIROS NA ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO

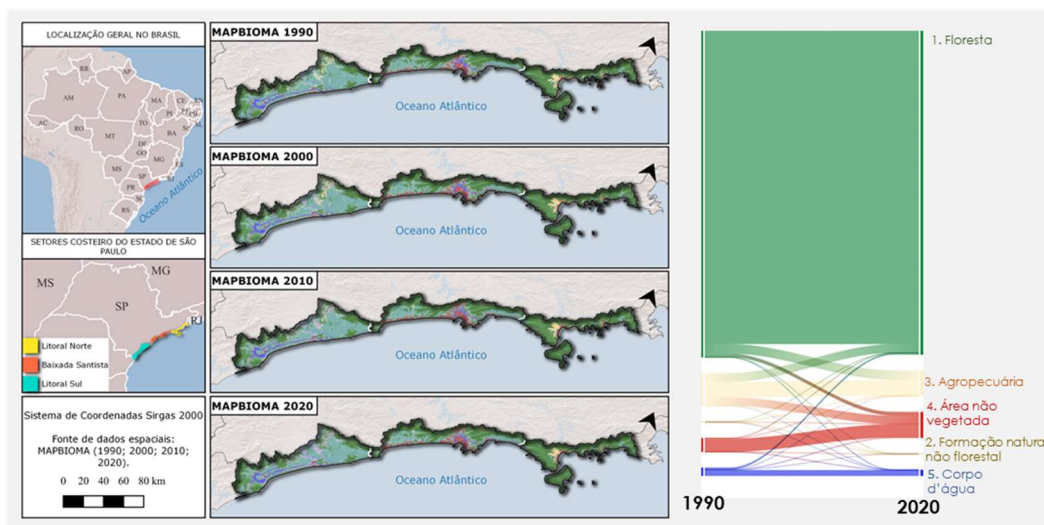
4.1 Caracterização sociodemográfica da área de estudo

A Zona Costeira do Estado de São Paulo reflete a rica tapeçaria histórica e cultural do Brasil, marcada por episódios de exploração, resistência, transformações econômicas e desafios ambientais. A ocupação da região, ao longo dos séculos, moldou o litoral que se vê hoje, com todas as suas complexidades e belezas.

Desde a fundação de Santos, a região tornou-se uma das principais rotas de entrada e escoamento de produtos do território brasileiro. Com a chegada do século XX e a consequente modernização e globalização das relações, a região experimentou um intenso crescimento econômico e populacional, atraindo não apenas novos residentes, mas também estabelecendo espaços populares de turismo (MORAES, 2007). Entretanto, os conflitos de interesse e a ocupação desordenada resultaram em uma série de desafios. Problemas como a degradação de ecossistemas sensíveis, poluição das águas e ocupação irregular se tornaram questões prementes na região (SANTOS; BRAGHINI; VILAR, 2020).

De acordo com os dados de monitoramento da plataforma MapBioma (SOUZA et al., 2020), apresentados na Figura 11, no período entre 1990 e 2020, apesar da região possuir os maiores índices de cobertura florestal e áreas sob proteção integral no estado de São Paulo, as principais áreas em processo de conversão de uso foram destinadas, principalmente, à categoria de "área não vegetada", representando, nesse contexto, áreas urbanizadas ou em processo de urbanização.

Figura 11. Evolução das classes de uso e ocupação do solo na ZCESP no período entre 1990 e 2020



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Atualmente, a população total da ZCESP é de 2.202.811 habitantes, conforme projeções com base nos dados do censo (IBGE, 2010, 2022). O Quadro 6 oferece uma visão geral das características demográficas e territoriais da ZCESP, incluindo a área do município, área de planície, extensão da linha de costa, população e porcentagem de domicílios vazios.

Quadro 6. Características sociodemográficas e territoriais dos municípios da ZCESP

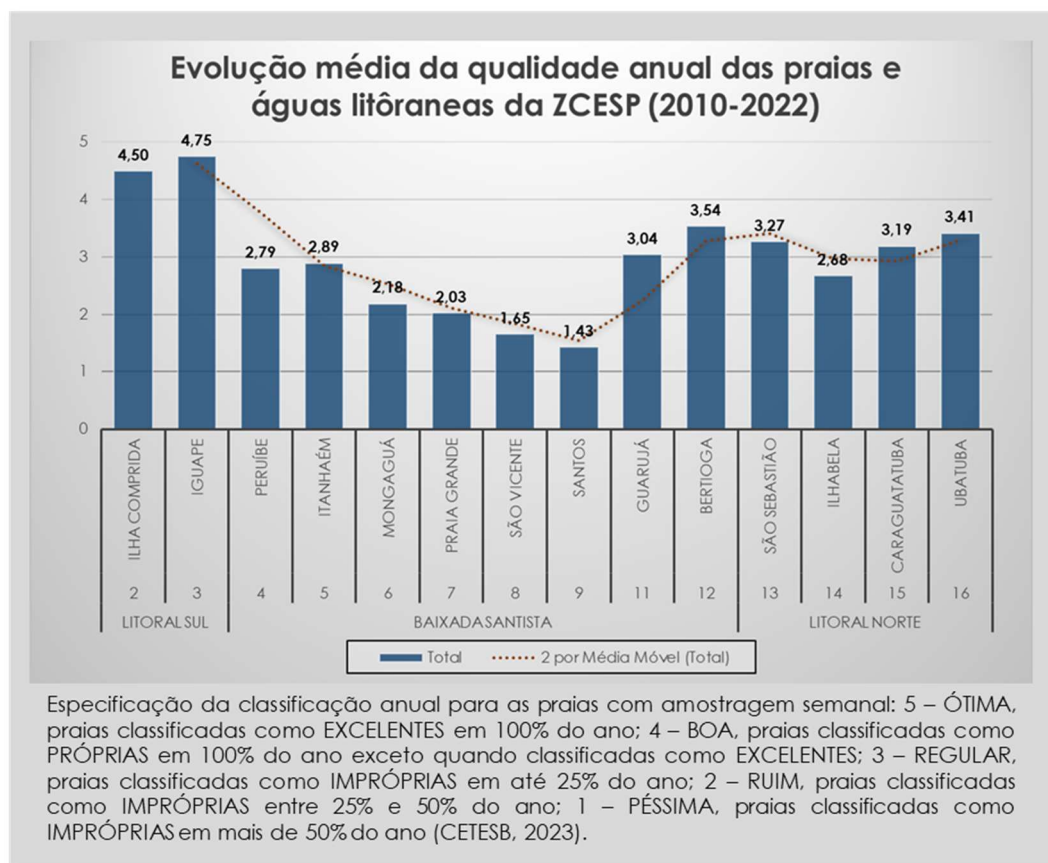
Zonas costeiras	Município	Área do município (km ²)	Área de planície (km ²)	Linha de costa (km)	População (IBGE 2022)	% Dom. vazios	Tx de cresc. geo*
Litoral Sul	Cananéia	1.241,2	466,6	39,1	17.539	55%	30%
	Ilha Comprida	194,2	194,2	62,7	13.175	69%	49%
	Iguape	1.979,5	1.251,7	47,0	40.062	54%	27%
Baixada Santista	Peruíbe	324,8	144,1	37,8	67.819	51%	14%
	Itanhaém	601,7	293,9	23,7	110.697	58%	29%
	Mongaguá	142,0	54,3	12,1	58.917	62%	32%
	Praia Grande	147,1	91,1	31,1	347.038	58%	33%
	São Vicente	147,9	74,4	6,0	351.083	29%	9%
	Santos	280,3	82,2	6,0	405.858	21%	0%
	Cubatão	142,9	46,4	0,0	107.912	17%	-1%
	Guarujá	143,4	93,5	61,9	283.688	32%	-1%
	Bertioga	489,9	213,9	38,8	63.510	65%	32%
	Litoral Norte	São Sebastião	399,4	58,6	100,7	80.519	45%
Ilhabela		347,2	2,6	157,4	32.590	38%	24%
Caraguatatuba		484,8	116,8	29,6	133.307	50%	33%
Ubatuba		723,2	88,5	182,4	89.097	58%	18%
Total		7.789,4	3.273,0	836,3	2.202.811	48%	20%

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Notavelmente, a região experimentou um aumento de cerca de 20% na população residente, muito acima da média estadual de 6,2% de crescimento geométrico entre os censos de 2010 e 2022. Isso resultou em um incremento na população de 215.034 novos habitantes. Esse movimento é fortemente motivado por fatores como o aumento do turismo e a implantação de megaprojetos de infraestrutura na região (FEITAL; BRONDÍZIO; FERREIRA, 2019; TEIXEIRA et al., 2012). Tais propostas se enquadram dentro do escopo de desenvolvimento econômico estratégico da Macrometrópole Paulista (PASTERNAK; BÓGUS, 2019).

Entretanto, o processo de reprodução dos espaços urbanos na ZCESP não tem contribuído para a melhoria dos indicadores de qualidade ambiental das praias da ZCESP. A Figura 12 apresenta os valores médios da evolução da qualidade ambiental das praias e águas litorâneas da ZCESP no período entre 2010 e 2022 (CETESB, 2019, 2023).

Figura 12. Evolução da qualidade ambiental das praias e águas litorâneas da ZCESP



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Ao menos sete, dos dezesseis municípios, mantiveram seus parâmetros de qualificação anual com médias que variaram no tempo entre o regular e o ruim, sendo que em Santos e São Vicente os índices predominantes são péssimos. Esses indicadores estão fortemente correlacionados com as altas taxas de concentração populacional e os índices de esgotamento sanitário observados na ZCESP, sendo: Baixada Santista 90%; Litoral Norte 72%; e Litoral Sul 72%.

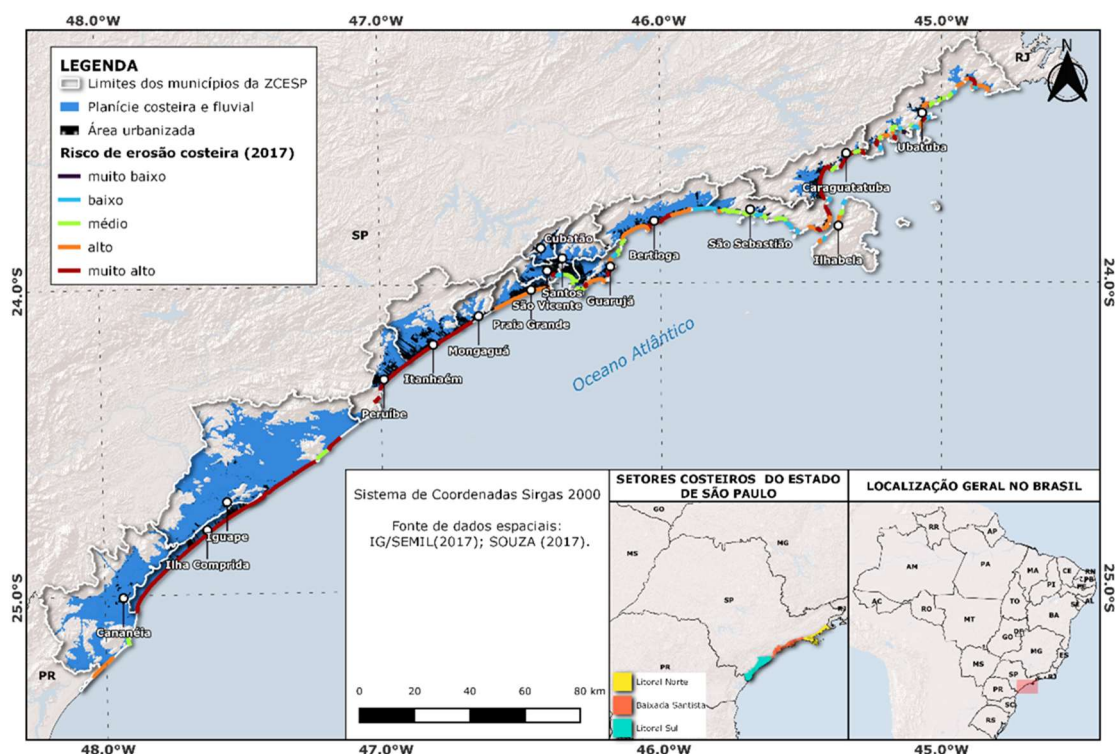
A alta taxa de domicílios vazios, que em média corresponde a 48%, reflete as principais atividades socioeconômicas em cada setor costeiro do Litoral Sul Paulista (LSP). Tanto o Litoral Sul quanto o Litoral Norte têm economias voltadas para o comércio e serviços que atendem ao turismo e veraneio, atraindo visitantes devido aos seus atrativos naturais. Durante os meses de alta temporada, especialmente entre dezembro e março, a população flutuante pode representar até 70% da população residente (CETESB, 2023). Nesse contexto, é fundamental adotar estratégias de ação climática que considerem o fluxo de turismo sazonal (LÓPEZ-DÓRIGA et al., 2019; TZORAKI et al., 2018).

Na Baixada Santista, a região do parque industrial de Cubatão e o Complexo Portuário de Santos se caracterizam pela presença marcante de atividades de comércio e serviços com alto impacto na economia do estado de São Paulo. Cabe ressaltar que a região apresenta as maiores concentrações de populações vivendo em condição de vulnerabilidade social. Os dados do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) (SEADE, 2010) indicam que, em 2010, os municípios de Praia Grande, Guarujá, São Vicente, Santos e Cubatão abrigavam uma população de 251.665 habitantes (do total de 337.942 habitantes identificados) morando em aglomerados subnormais, ou seja, em condição de vulnerabilidade social alta e muito alta, sujeitos aos impactos diretos e indiretos dos processos associados à erosão costeira, inundação costeira e inundação continental.

4.2 Nível de exposição da população aos riscos costeiros

De acordo com o mapeamento de risco de erosão costeira realizado por Souza (2017), cerca de 51% das 96 praias monitoradas no litoral paulista se encontram em risco alto e muito alto de erosão e inundação costeiras (ver Figura 13). Essa situação se agrava quando se observa a extensão das praias ameaçadas, que totaliza 68,59% da faixa de areia, ou seja, 282,6 km em processo avançado de degradação ou com déficit sedimentar. Essa tendência sugere um agravamento na qualidade ambiental e na estabilidade dos ecossistemas costeiros ao longo de toda a linha de costa do estado de São Paulo.

Figura 13. Mapeamento dos riscos de erosão costeira, inundação costeira e inundação continental da ZCESP



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

O Quadro 7 oferece uma análise detalhada do nível de exposição dos habitantes da ZCESP aos riscos de erosão costeira e inundação costeira, com base em diferentes categorias de risco:

Quadro 7. Nível de exposição dos habitantes da ZCESP aos riscos de erosão costeira e inundação costeira⁷

REC	PAR	LITORAL SUL			BAIXADA SANTISTA								LITORAL NORTE				Total geral
		Can.	Igua.	Ilha Com.	Bert.	Guar.	Itan.	Mong.	Peru.	Pr. Gran	Santos	S. Vic.	Car.	Ilhab.	S. Seb.	Uba.	
Sem monitoramento	Praias	6	1	-	-	6	-	1	6	-	-	2	2	2	4	14	44
	Extensão (km)	15,8	10,9	-	-	1,9	-	10,7	6,6	-	-	1,6	0,6	2,7	1,3	8,2	60,3
	Com. exposta***	80	0	-	-	92	-	39233	313	-	-	31063	819	523	1084	1537	74.744
	Dens/pop (hab/km ²)	5	1	-	-	134	-	1719	7	-	-	11169	1060	35	413	60	2.572,4
Baixo	Praias	-	-	-	1	1	-	-	-	-	-	1	-	2	8	7	20
	Extensão (km)	-	-	-	4	1	-	-	-	-	-	3	-	1	7	6	22,8
	Fator (%) *	-	-	-	35%	20%	-	-	-	-	-	40%	-	35%	34%	21%	29%
	Ind. REC 07**	-	-	-	3	0	-	-	-	-	-	5	-	3	2	3	2
	Ind. REC 17**	-	-	-	-	2	-	-	-	-	-	3	-	3	2	3	3
	Com. exposta***	-	-	-	-	522	-	-	-	-	-	16637	-	3051	14928	3856	38.994
	Dens/pop (hab/km ²)	-	-	-	-	52	-	-	-	-	-	10925	-	281	594	352	1.927,0
Médio	Praias	1	1	-	-	5	-	-	-	-	1	-	2	1	6	7	24
	Extensão (km)	2,8	3,7	-	-	4,9	-	-	-	-	6,5	-	3,3	1,1	14,9	9,0	46,3
	Fator (%) *	60%	40%	-	-	42%	-	-	-	-	50%	-	40%	50%	53%	44%	47%
	Ind. REC 07**	2	3	-	-	5	-	-	-	-	5	-	2	4	4	5	4
	Ind. REC 17**	6	5	-	-	6	-	-	-	-	6	-	4	5	5	5	6
	Com. exposta***	19	0	-	-	5957	-	-	-	-	293631	-	10878	1388	22422	8955	343.250
	Dens/pop (hab/km ²)	0	0	-	-	1392	-	-	-	-	18897	-	2027	387	714	397	8.011,5

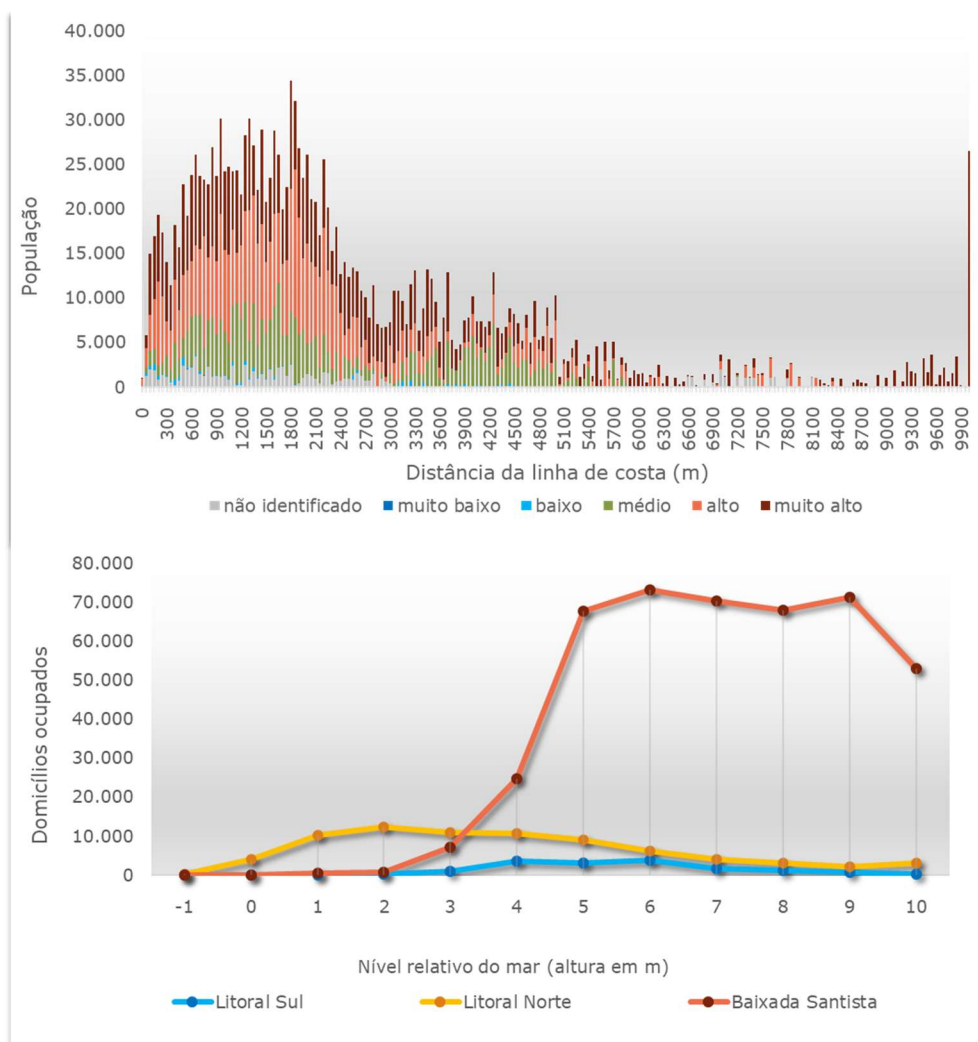
⁷ * Fator de distribuição dos indicadores ao longo do perfil de monitoramento; valores relativos à porcentagem; **Número médio de indicadores (0-11) de erosão costeira identificado nos levantamentos de 2007 e 2017; *** Comunidade exposta em número relativo de habitantes.

REC	PAR	LITORAL SUL			BAIXADA SANTISTA								LITORAL NORTE				Total geral
		Can.	Igua.	Ilha Com.	Bert.	Guar.	Itan.	Mong.	Peru.	Pr. Gran	Santos	S. Vic.	Car.	Ilhab.	S. Seb.	Uba.	
Alto	Praias	1	-	-	2	3	-	-	-	1	-	-	-	3	5	10	25
	Extensão (km)	10,0	-	-	18,4	10,0	-	-	-	20,5	-	-	-	2,3	6,0	17,9	85,2
	Fator (%) *	50%	-	-	70%	73%	-	-	-	60%	-	-	-	63%	90%	74%	74%
	Ind. REC 07**	7	-	-	6	5	-	-	-	7	-	-	-	6	4	4	5
	Ind. REC 17**	7	-	-	5	6	-	-	-	7	-	-	-	6	5	5	6
	Com. exposta***	223	-	-	47350	96966	-	-	-	321522	-	-	-	6408	21649	32878	526.996
	Dens/pop (hab/km2)	4	-	-	1268	7089	-	-	-	7056	-	-	-	1033	3677	1579	4.897,9
Muito alto	Praias	-	3	1	2	2	1	-	2	-	-	1	4	1	3	6	26
	Extensão (km)	-	27,2	65,5	13,7	2,8	26,6	-	16,5	-	-	1,6	21,4	1,9	5,0	15,1	197,4
	Fator (%) *	-	97%	75%	85%	90%	100%	-	85%	-	-	100%	85%	100%	100%	93%	92%
	Ind. REC 07**	-	8	8	9	6	5	-	7	-	-	2	8	6	7	6	7
	Ind. REC 17**	-	10	10	9	7	9	-	9	-	-	7	10	8	7	7	9
	Com. exposta***	-	1766	13310	3002	20014	107267	-	40423	-	-	120083	122586	19233	11691	21527	480.902
	Dens/pop (hab/km2)	-	96	159	198	4876	1933	-	1283	-	-	16312	2247	1852	1216	982	2.753,9
Total praias	8	5	1	5	17	1	1	8	1	1	4	8	9	26	44	139	
Total extensão (km)	28,6	41,9	65,5	35,9	21,0	26,6	10,7	23,2	20,5	6,5	6,0	25,3	9,5	34,3	56,5	412,0	
Total fator (%) *	55%	83%	75%	69%	57%	100%	-	85%	60%	50%	70%	70%	59%	61%	59%	63%	
Total ind. REC 07**	5	7	8	6	5	5	-	7	7	5	4	6	5	4	4	5	
Total ind. REC 17**	4	7	10	6	6	9	0	8	7	6	4	9	5	4	5	6	
Total com. exposta***	322	1766	13310	50352	123551	107267	39233	40736	321522	293631	167783	134283	30603	71774	68753	1.464.886	
Total dens/pop (hab/km2)	4	66	159	1006	5554	1933	1719	1151	7056	18897	14051	2214	931	1195	977	4.125,8	

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Como um dos resultados da síntese da modelagem geoestatística, é possível inferir que a maior parte da população residente se concentra adjacente à linha de costa (**n= 1.464.886** ou **66,5% dos habitantes**), em áreas de planícies costeiras ou fluviais, em unidades territoriais até 10 m do nível relativo do mar e/ou concentradas nas faixas de até 2.500 m de distância da linha de costa. Conforme representado pela Figura 14, o perfil de ocupação da ZCESP demonstra que o processo de ocupação dos ecossistemas costeiros foi favorecido pela proximidade com a linha de costa e as zonas de baixa amplitude com relação ao nível do mar. Entretanto, essas áreas atualmente se configuram como os ambientes de maior suscetibilidade aos cenários de risco projetado.

Figura 14. Perfil da concentração da população na ZCESP



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

4.3 Caracterização dos perfis de ativos e superfícies do IVSEco

Os resultados foram indexados de forma alfanumérica e organizados de forma hierárquica, começando pelo nível regional e, em seguida, aprofundando-se em detalhes específicos dos municípios que compõem cada região da ZCESP. Os municípios foram hierarquizados conforme a soma composta dos três fatores (fator soma). O Quadro 8 apresenta o resumo do ranking dos municípios conforme a síntese da caracterização dos ativos e superfícies de Índice de Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP.

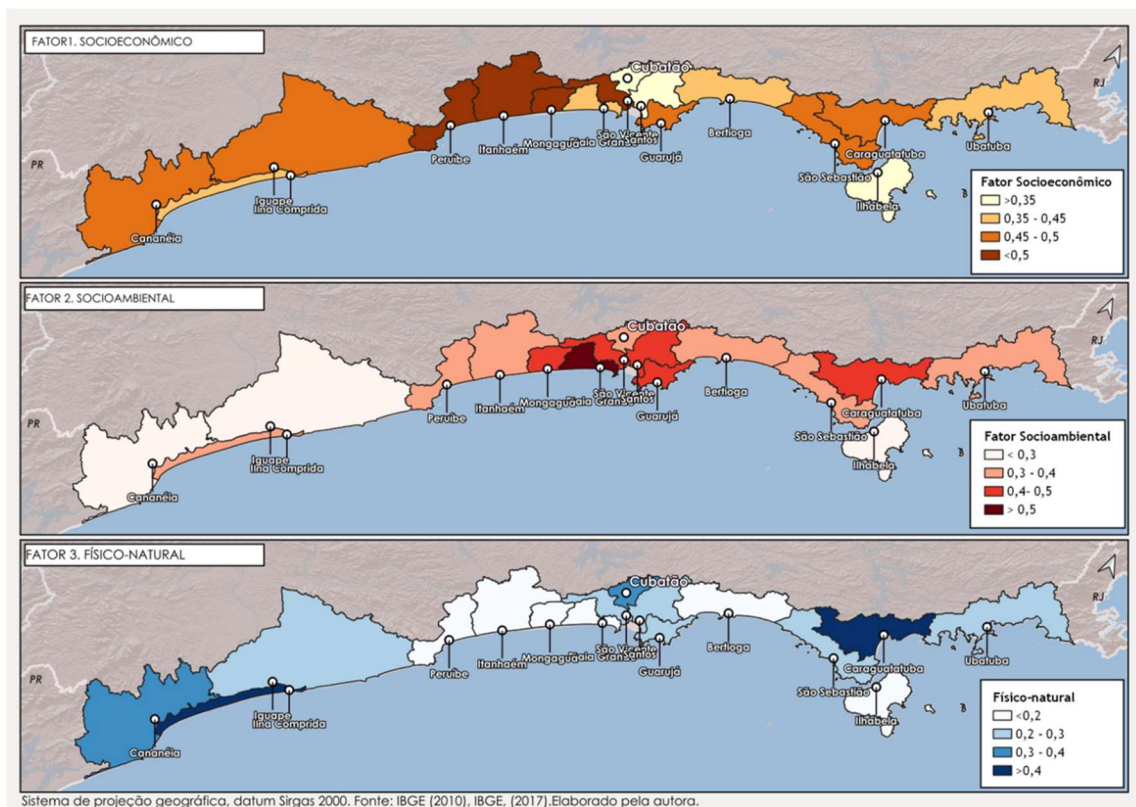
Quadro 8. Ranking dos municípios da ZCESP conforme o IVEco no contexto dos riscos costeiros

Ranking	Município	fator 1. socioeconômico	fator 2. socioambiental	fator 3. físico-natural	fator soma
1°	Caraguatatuba	0,49	0,43	0,51	1,43
2°	São Vicente	0,54	0,48	0,25	1,27
3°	Praia Grande	0,43	0,64	0,17	1,23
4°	Ilha Comprida	0,41	0,26	0,55	1,22
5°	Guarujá	0,49	0,46	0,27	1,22
6°	Mongaguá	0,54	0,49	0,08	1,12
7°	Itanhaém	0,52	0,40	0,19	1,11
8°	São Sebastião	0,46	0,38	0,22	1,06
9°	Santos	0,34	0,49	0,22	1,04
10°	Ubatuba	0,41	0,34	0,29	1,04
11°	Cananéia	0,49	0,20	0,32	1,01
12°	Iguape	0,50	0,23	0,27	0,99
13°	Peruíbe	0,53	0,34	0,11	0,98
14°	Cubatão	0,32	0,31	0,32	0,95
15°	Bertioga	0,37	0,30	0,19	0,86
16°	Ilhabela	0,27	0,26	0,14	0,67

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

A Figura 15 apresenta o resumo da distribuição dos fatos ao longo da linha de costa do Estado de São Paulo. Pela ilustração é possível observar uma mudança nos perfis e superfícies de IVSeco, de acordo com os padrões de organização territorial.

Figura 15. Distribuição espacial dos fatores que compõe o IVSeco da ZCESP



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

No Litoral Sul, os fatores mais tangíveis estão associados às variáveis socioeconômicas. Nessa região, concentram-se o maior número e a maior extensão espacial de unidades identificadas como rurais, apresentando altos índices de vulnerabilidade socioeconômica e baixos índices de acesso ao sistema de abastecimento de água (67%), coleta de esgoto (73%) e coleta de lixo nos domicílios (78%).

Na Baixada Santista, os municípios de Peruíbe, Itanhaém e Mongaguá mantêm o quadro. Entretanto, na região central da ZCESP, onde se concentram os maiores índices de densidade populacional, os principais desafios, no que tange à composição do IVSeco, são os

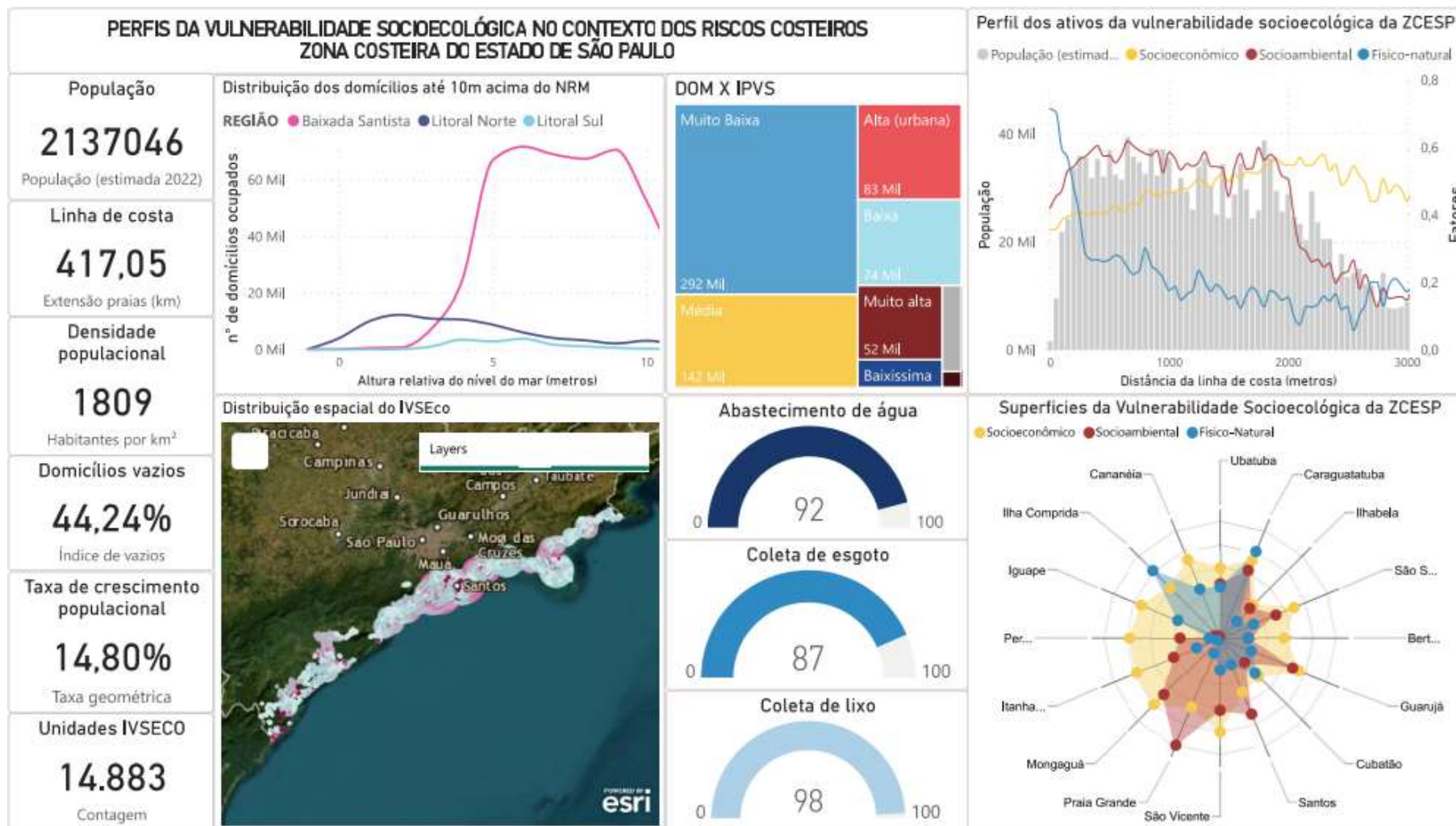
aspectos socioambientais. Nestes municípios, o quadro situacional aponta para a necessidade de implementação adequada dos instrumentos de gestão ambiental urbana e fortalecimento da capacidade institucional.

Associados a esse contexto, deve-se observar o processo de expansão dos setores subnormais, favelas e periferias dos centros urbanos. No Litoral Norte, as paisagens recortadas pela Serra do Mar carecem ainda de um olhar integrado sobre os processos associados à ocupação das encostas e áreas com risco muito alto e alto à ocorrência de movimentos gravitacionais de massa. Nessa região, encontram-se as onze piores praias em termos de monitoramento dos parâmetros associados aos riscos costeiros (SOUZA, 2007; 2017), destacando-se pela alta vulnerabilidade associada aos fatores do meio físico-natural.

A Figura 15 explora a utilização de modelos para a estruturação de painéis dinâmicos, a fim de obter insights e aprofundar-se nos dados específicos de interesse. Essa abordagem possibilita uma compreensão mais aprofundada das variabilidades e especificidades presentes em cada localidade, assim como a identificação de padrões e tendências em toda a região costeira..

O Apêndice 4 oferece uma análise concisa e abrangente dos resultados relacionados à Zona Costeira do Estado de São Paulo. Esses resultados estão sumarizados em painéis dinâmicos, facilitando a visualização e interpretação das informações. Esse apêndice serve como uma ferramenta valiosa para tomadores de decisão, pesquisadores e/ou qualquer interessado na análise da vulnerabilidade socioecológica no contexto dos riscos costeiros na ZCESP.

Figura 16. Caracterização dos perfis de ativo e das superfícies da IVSEco da ZCESP



Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

CAPÍTULO 5. RESULTADOS

ESTRATÉGIAS INTERDISCIPLINARES DE COMUNICAÇÃO DE RISCOS COSTEIROS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO



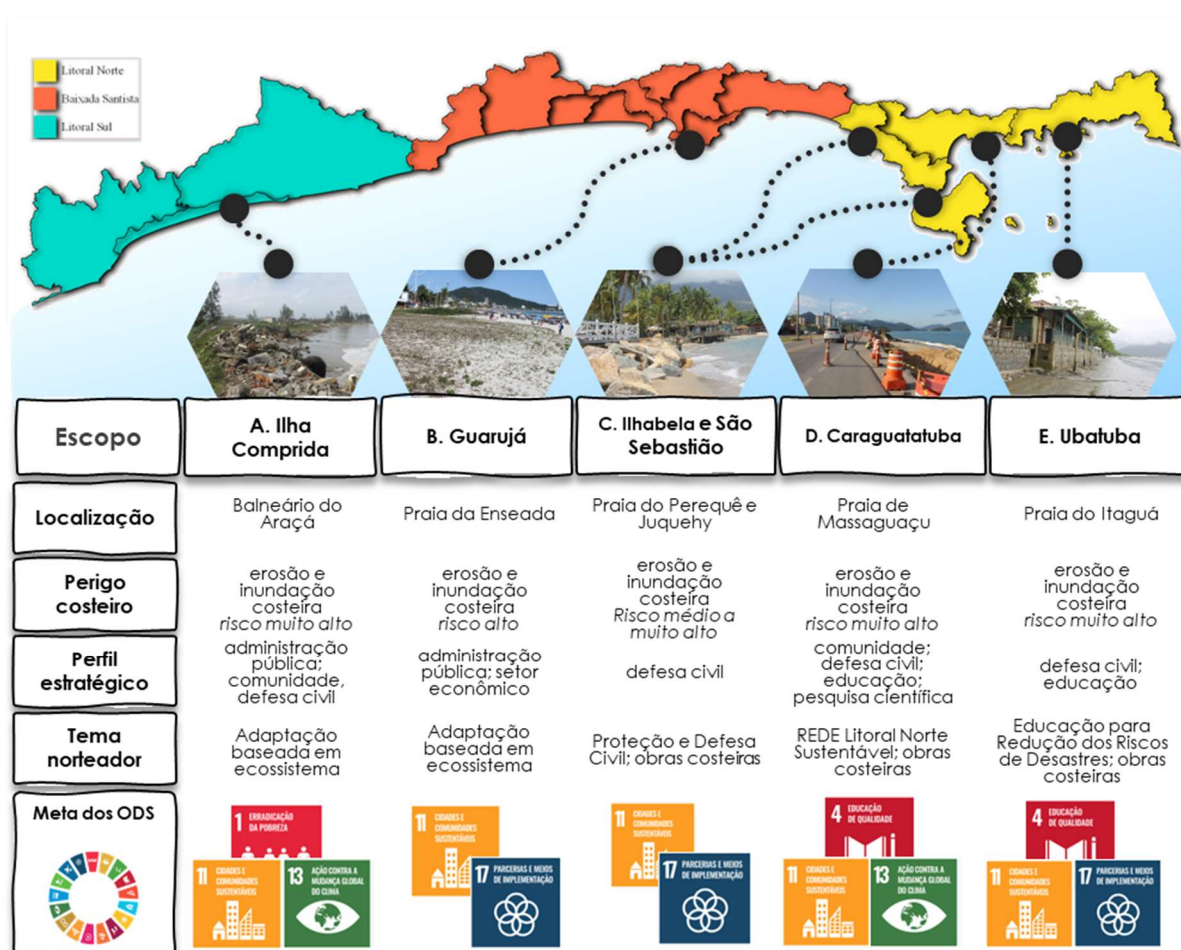
5 ESTRATÉGIAS MULTIDISCIPLINARES DE COMUNICAÇÃO DE RISCOS COSTEIROS PARA O ESTADO DE SÃO PAULO

O potencial impacto dos cenários projetados das mudanças climáticas sobre a ZCESP revela questões em aberto sobre a construção de um modelo de governança dos riscos. Nesse contexto, a concepção de estratégias multidisciplinares de comunicação dos riscos costeiros, integradas a plataformas digitais, representa uma demanda emergente no planejamento e adequação de políticas públicas para a redução dos riscos de desastres na região.

Conforme a proposta de metodologia apresentada, no item 3.3, os grupos de trabalho multidisciplinares delinearam cinco ações estratégicas, sistematizadas pela Figura 17, coordenadas em territórios representativos dos três setores da ZCESP, conforme Figura 3: **Litoral Sul**, A. Ilha Comprida; **Baixada Santista**, B. Guarujá; e **Litoral Norte**, C. Ilhabela e São Sebastião, D. Caraguatatuba e Ubatuba. Cada uma das intervenções foi delineada conforme questões intrínsecas ao contexto socioecológico, o nível dos perigos costeiros mapeados, os perfis estratégicos identificados e temas norteadores de cada intervenção de comunicação dos riscos costeiros.

A síntese detalhada das ações em campo está descrita no Apêndice 5.

Figura 17. Quadro resumo das estratégias de comunicação de riscos costeiros aplicadas às áreas de intervenção da ZCESP



Fonte: Elaboração dos autores.

Para induzir a mudança paradigmática da ação, atuação e intervenção dos *stakeholders* mapeados na ZCESP em ações em rede, se optou pelo uso das Infraestruturas como Serviços (IAAS) para escalar os resultados das estratégias de comunicação dos riscos, com recursos digitais. O principal resultado do projeto da segunda etapa do projeto, fase de engajamento dos *stakeholders*, foi a construção da RedEcost (Rede de Erosão Costeira do Estado de São Paulo), que mobilizou ao todo n=336 indivíduos (ver Quadro 9). Em síntese, n=145 (43%) foram mobilizados apenas no modelo *remoto*; n=141 (42%) participaram apenas no modelo presencial; e n=50 (15%) participações no modelo híbrido (*remoto/presencial*). O último grupo

representa, em sua maioria, os atores-chave que apoiaram as articulações das práticas em campo.

Quadro 9. Perfis estratégicos de comunicação dos riscos costeiros da RedEcost

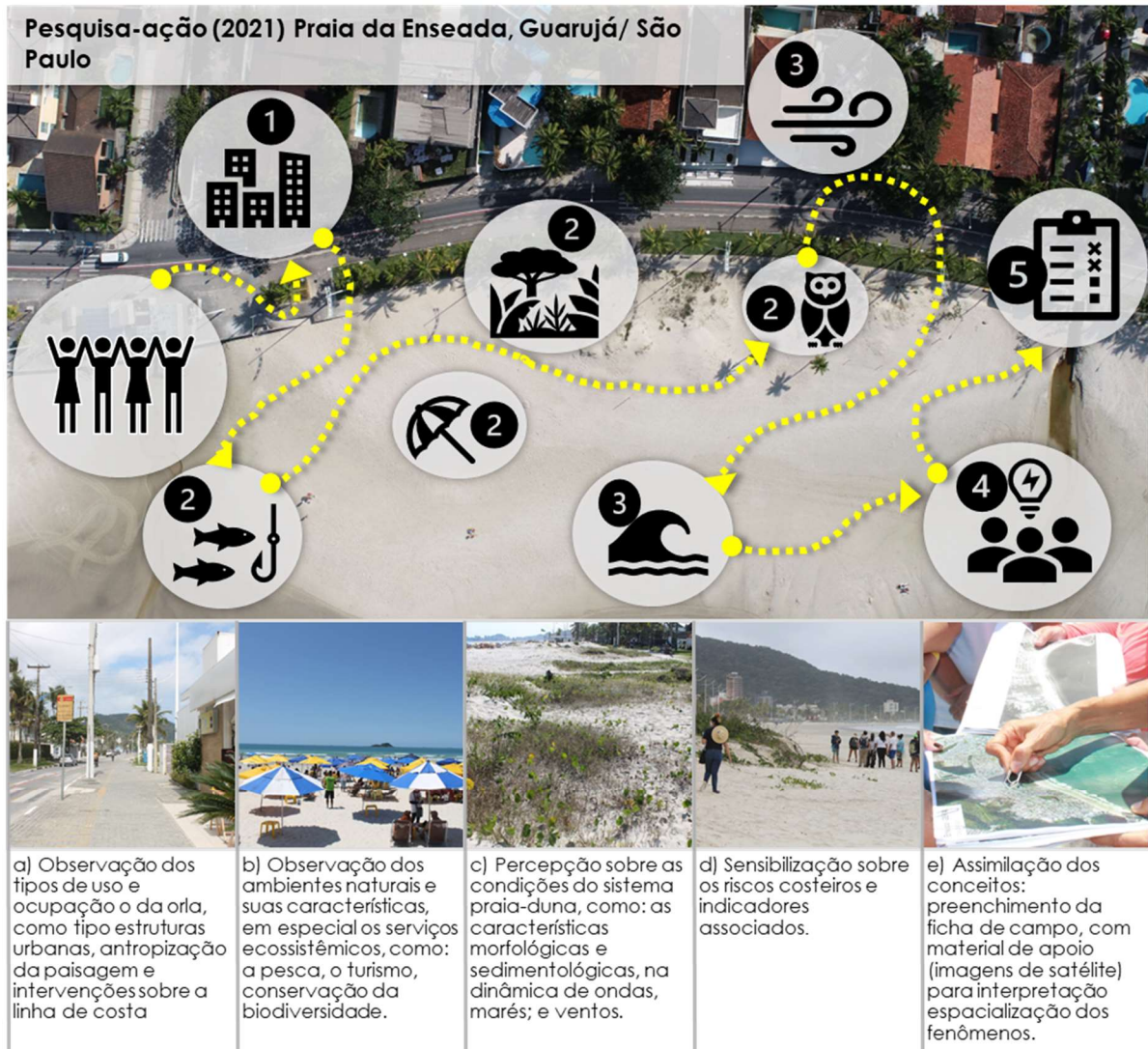
Perfil (grupo)	Perfil (subgrupo)	Modelo de comunicação aplicado	Descrição dos perfis estratégicos dos stakeholders mobilizados
1. Administração pública n=42 (12,5%)	1a. municipal (n=24)	Remoto, híbrido e presencial	Técnicos e gestores do quadro de funcionários das prefeituras municipais, com destaque para representantes de secretarias de meio ambiente, planejamento urbano e obras.
	1b. estadual (n=18)	Remoto ou híbrido	Gestores de unidades de conservação estaduais (Fundação Florestal) e da Reserva da Biosfera do Cinturão Verde de São Paulo, que podem representar atores-chave do território.
2. Comunidade n=94 (27,9%)	2a. civil (n=42)	Híbrido e presencial	Indivíduos interessados em participar de processos de tomada de decisão relativos aos riscos costeiros. Enquadram-se: cidadãos mobilizados e engajados em ações diretas na área de intervenção; comunidades vulneráveis e em risco.
	2b. organizada (n=21)	Híbrido e presencial	Indivíduos organizados em redes, coletivos, ONGs e movimentos sociais, com a missão de se articular em esforços mútuos para o desenvolvimento sustentável.
	2c. setor econômico (n=31)	Presencial	Indivíduos do setor econômico atuantes nas praias (ex. quiosqueiros e barraqueiros).
3. Defesa Civil n=58 (17,2%)	3a. municipal (n=54)	Remoto, híbrido e presencial	Agentes municipais responsáveis pela aplicação do "Plano Preventivo de Defesa Civil para erosão costeira, inundações costeiras e enchentes/alagamentos causados por eventos meteorológicos-oceanográficos extremos como ressacas do mar e marés altas" (Resolução CMIL 17-610 - Cedec, de 28/11/2016) e atendimentos/vistorias em situações de desastres.
	3b. estadual (n=4)	Remoto e híbrido	Atuam na Coordenadoria Estadual de Proteção e Defesa Civil, na implementação de estratégias integradas de comunicação dos riscos costeiros.
4. Educação n=111 (33%)	4a. gestores, coord. e professores (n=46)	Remoto e híbrido	Coordenadores das superintendências regionais de educação estadual, gestores escolares e professores da rede de ensino público em processo de formação continuada do eixo temático: Educação para Redução dos Riscos de Desastres (ERRD).
	4b. alunos (n=65)	Presencial	Alunos do ensino fundamental e médio da rede pública.
5. Pesquisa científica n=31 (9,2%)	5a. pesquisa acadêmica (n=18)	Remoto	Pesquisadores, tutores e membros parceiros de grupos de pesquisa e projetos acadêmicos da grande área das geociências com viés em estudos costeiros .
	5b. pesquisa extensionista (n=13)	Remoto e híbrido	Especialistas; discentes da pós-graduação com projetos de pesquisa nas áreas de intervenção; e bolsistas da graduação de cursos multidisciplinares. Participaram de forma colaborativa na mediação e facilitação da pesquisa-ação nas áreas de intervenção.

Fonte: Elaborado pela autora, 2023.

Cabe ressaltar que as etapas I e II ocorrem de forma concomitante, com objetivos e resultados construídos de forma sinérgica entre os grupos de trabalho e os atores-chave, que apoiam o processo de mobilização dos *stakeholders* nos territórios de intervenção. Nesse processo, foram descritos os onze perfis estratégicos engajados nas ações de comunicação dos riscos costeiros da RedEcost (Quadro 8). Os perfis foram categorizados em grupos e subgrupos, conforme a área de atuação e/ou instituição de representação do indivíduo.

As etapas seguintes, III e IV, focaram em práticas de pesquisa-ação nos territórios selecionados. Foram mobilizados n=178, sendo que n=141 indivíduos participaram apenas no modelo presencial, e n=37 no modelo híbrido. As práticas de campo foram desenvolvidas de forma extensionista, com apoio de roteiro de campo. A trajetória de aprendizagem foi elaborada em cinco fases, divididas entre momentos de observações direcionadas a interpretações da paisagem costeira e dos indicadores de risco costeiros (SOUZA; SUGUIO, 2003). Os encontros ocorreram de forma articulada em relação aos atores-chave nas áreas de intervenção. As atividades foram desenvolvidas em processos colaborativos de construção de ideias, mediadas por pesquisadores extensionistas (n=13) [OBJ]. A Figura 18 exemplifica a dinâmica do roteiro de campo desenvolvido na Praia da Enseada, Guarujá/SP:

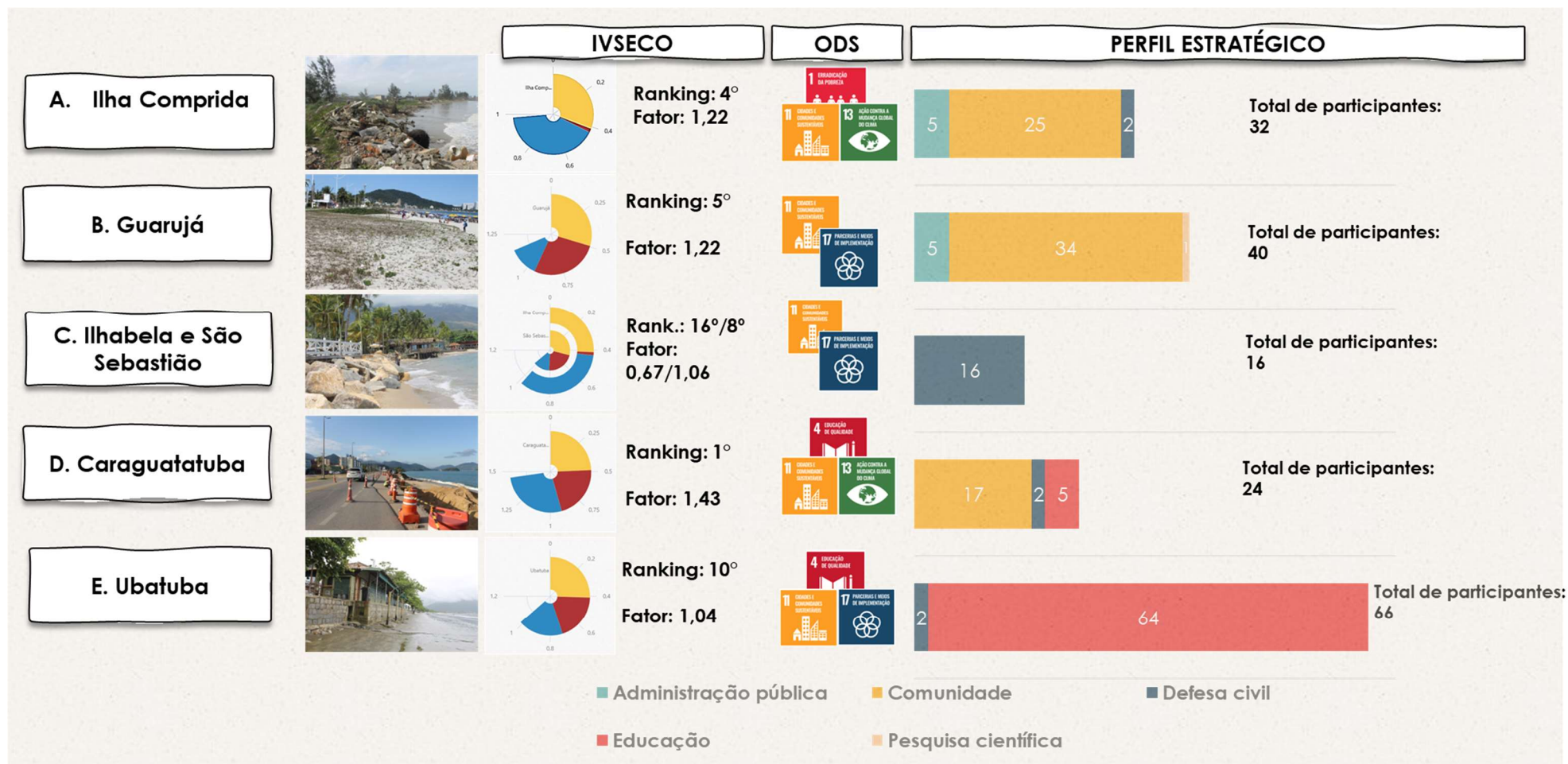
Figura 18. Roteiro de campo da pesquisa-ação na perspectiva dos riscos costeiros



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

A proposta se fundamentava em disseminar valores e práticas socioeducativos sobre os perigos costeiros, dirigidos aos perfis dos grupos de *stakeholders* presentes em campo. Os ferramentais de interlocução focaram em apoiar os conteúdos informativos compartilhados pelos especialistas e mediadores, pautados pelos temas norteadores e adaptados ao escopo das estratégias de comunicação dos riscos costeiros. A Figura 19 apresenta a síntese integrada das estratégias interdisciplinares de comunicação dos riscos costeiros:

Figura 19. Estratificação dos perfis de ativos e estratégias interdisciplinares de comunicação dos riscos costeiros



Fonte: Elaborado pela autora, 2023

A pesquisa-ação desenvolvida em Ilha Comprida (A, n=32) e Guarujá (B, n=40) foi direcionada a perfis estratégicos de comunicação dos riscos costeiros de grupos heterogêneos formados por representantes da administração pública, Defesa Civil e dos diferentes subgrupos da comunidade. As atividades no Litoral Norte concentraram a participação presencial de 60% dos indivíduos mobilizados. As atividades em Ilhabela e São Sebastião (C, n=16) foram direcionadas a grupos homogêneos de Defesa Civil Municipal. O maior grupo de mobilização presencial foi de alunos da rede de ensino, em Ubatuba (E, n=67), com o apoio de agentes da Defesa Civil Municipal; o perfil do grupo, em Caraguatatuba (D, n=24), também foi heterogêneo.

Na implementação do projeto, foi possível observar uma maior predisposição de participação em ações remotas de atores atuantes na escala estadual, a exemplo dos representantes da administração pública e Defesa Civil Estadual e uma aderência muito baixa de indivíduos representantes da comunidade com pouco ou nenhum letramento digital e acesso restrito às redes de internet (comunidades vulneráveis e o setor econômico atuante nas praias) e alunos do ensino fundamental e médio da rede pública de ensino. Para esses perfis estratégicos, os modelos de comunicação presencial, em especial a experiência *in situ* nas praias, representam um modelo de comunicação dos riscos costeiros mais adequados a essas realidades.

O relatório contendo o detalhamento das ações está disponível no Anexo 1.

5.1 Desafios para sensibilização sobre os riscos costeiros

A questão dos riscos costeiros e das mudanças climáticas é uma das preocupações mais prementes de nosso tempo. O aumento na frequência e intensidade de eventos extremos, como erosão costeira e inundações, coloca comunidades costeiras em todo o mundo em risco significativo. Abordar esses desafios requer a formulação e implementação eficaz de políticas públicas.

O primeiro desafio fundamental é a construção de mecanismos de comunicação dos riscos eficientes que respondam a necessidades emergentes (OLIVER-SMITH, 2016). Políticas públicas devem ser acompanhadas por estratégias de comunicação que garantam que as informações sobre riscos costeiros e medidas de adaptação sejam compreendidas pelo público em geral. Isso é particularmente crucial em um mundo em que diferentes grupos têm níveis variados de conhecimento e percepção sobre as questões socioecológicas (GIULIO et al., 2015).

A etapa de delineamento foi necessária para compreender especificidades de cada território e necessidades, em termos de mecanismos de uso e acesso à informação de cada lugar. O Litoral Norte se destacou em vários aspectos em termos de articulação com atores-chave, e isso se deve à presença de redes mobilizadas e engajadas em questões de sustentabilidade. Mais da metade dos indivíduos mobilizados pela RedEcost, n=174 (51,7%), era residente desse setor costeiro. As três ações coordenadas engajaram diferentes setores governamentais, instituições acadêmicas, organizações não governamentais e a comunidade. A educação na sensibilização desempenhou papel crucial na concepção das estratégias direcionadas à heterogeneidade dos perfis identificados. Portanto, o desafio para as políticas públicas é a inclusão da temática aos programas educacionais de formação continuada (no modelo remoto) para coordenadores, gestores escolares e professores para atuação no programa de Educação para Redução dos Riscos de Desastres (ERRD) (MARCHEZINI et al., 2017; MARCHEZINI; AGUILAR MUÑOZ; TRAJBER, 2018; MATSUO et al., 2020).

Para que a agenda de políticas públicas atenda a tal prerrogativa, é fundamental envolver ativamente as comunidades locais e partes interessadas na tomada de decisões. Isso exige uma abordagem inclusiva e participativa de pesquisa-ação que leve em consideração as percepções (JACOBI, 2005; JACOBI; TRISTÃO; FRANCO, 2009), necessidades e preocupações das pessoas que serão afetadas pelos riscos costeiros. A etapa de delineamento foi necessária para compreender especificidades de cada

território e necessidades, em termos de mecanismos de uso e acesso à informação de cada lugar.

Apesar do esforço de inserção na Baixada Santista, n=40 (11,9%), o perfil estratigráfico resultante do Guarujá não é representativo de todo o setor. Porém, a experiência de engajamento do setor econômico (quiosqueiros e barraqueiros) representa um modelo de incursão com potencial de ser replicado em outros município da região, como Peruíbe, Itanhaém, Mongaguá e Praia Grande.

Além disso, o monitoramento e alerta são essenciais para fornecer alertas precoces de eventos extremos (DOONG et al., 2012; MARCHEZINI et al., 2017, 2019a; TRAVIS, 2013). As políticas devem investir em sistemas de monitoramento costeiro eficazes que permitam respostas rápidas e eficazes (LERMA et al., 2018; NATIONAL RESEARCH COUNCIL, 2007; QUETZALCÓATL et al., 2019; SEOK; SUH, 2018; SMALL; NICHOLLS, 2003). Também é fundamental reconhecer que a adaptação às mudanças climáticas e aos riscos costeiros é um processo contínuo. Logo, as estratégias de enfrentamento das mudanças climáticas devem fomentar a sensibilização da sociedade e perspectiva reflexiva, criando condições em promover ações de enfrentamento das situações de risco, potencializando a redução das vulnerabilidades das comunidades.

CAPÍTULO 6. CONCLUSÃO

DESAFIOS PARA GOVERNANÇA ADAPTATIVA
DOS RISCOS COSTEIROS NA ZONA COSTEIRA
DO ESTADO DE SÃO PAULO



6 DESAFIOS PARA GOVERNANÇA ADAPTATIVA DOS RISCOS COSTEIROS NA ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO

6.1 Conclusão

A gestão responsável das zonas costeiras requer a implementação de instrumentos de planejamento territorial e desenvolvimento sustentável. Esses instrumentos devem ser apoiados por ações integradas e medidas preventivas de mitigação e adaptação, respaldadas pelo conhecimento multidisciplinar técnico-científico (MARENGO et al., 2017a, 2022; NUNES; GRECO; MARENGO, 2018, 2019). Os recursos empregados nesse processo devem ser alicerçados em mecanismos que garantam a responsabilização social, a participação ativa dos *stakeholders* envolvidos, uma compreensão integrada das dinâmicas geossistêmicas, o acompanhamento contínuo dos processos costeiros e o desenvolvimento de modelos de governança adaptativa eficazes (ESTEVES, 2014; LEVIN et al., 2009; LONG; CHARLES; STEPHENSON, 2015).

A discussão sobre os impactos das mudanças climáticas deve promover uma reavaliação dos processos de produção e reprodução do espaço urbano nas cidades paulistas, considerando as políticas governamentais e seu impacto na transformação do meio ambiente e na configuração da paisagem (FEITAL; BRONDÍZIO; FERREIRA, 2019; IWAMA et al., 2016). Os desafios da governança adaptativa no contexto brasileiro devem abordar a complexidade dos cenários climáticos, levando em consideração a falta de capacidade técnica, financeira e política, que resulta em um déficit de adaptação (DI GIULIO; FERREIRA, 2013; GIULIO et al., 2015).

A definição dos cenários de risco costeiro deve ser respaldada por uma gestão integrada de informações, abrangendo a identificação, análise, avaliação, tratamento, monitoramento e atribuição de responsabilidades relacionadas à organização. Esses cenários devem representar os potenciais efeitos adversos sobre os elementos expostos, incluindo estruturas físicas e

comunidades humanas. Isso implica compreender os danos e as perdas potenciais associados aos processos mencionados (CONTI et al., 2013; 2018; SAITO & DE SOUZA, 2013; FERREIRA et al., 2017a; 2017b; MAGNONI JÚNIOR, 2017; SAITO, 2018).

Nessa perspectiva, a tese apresentou uma experiência, de cunho acadêmico, técnica e de ensino-aprendizagem que envolva a identificação dos perigos costeiros em processos participativos, buscando refletir sobre os desafios de conduzir atividades práticas, como ações em campo e de pesquisa-ação, em um cenário de limitações impostas pela pandemia da covid-19 (O'CALLAGHAN-GORDO; ANTÓ, 2020). Logo, a tríade ensino-pesquisa-extensão e o papel das instituições de ensino e pesquisa assumem a centralidade desse recorte.

A construção de uma identidade para comunicação digital foi fundamental para uma ampla difusão do conhecimento e saberes compartilhados pela RedEcost. A proposta contribuiu com o processo de sensibilização e formação de novas capacidades, respaldada pela construção coletiva de saberes integrados à agenda da gestão costeira do estado de São Paulo.

Em outra perspectiva, as redes ainda representam conexões entre pessoas e instituições, caso busquem unificar seus propósitos e ações para a construção de uma agenda integrada de ação contra as mudanças do clima. Nesse sentido, as atividades foram focadas em conectar o conhecimento científico à educação ambiental (EA) e cidadã para o fortalecimento de iniciativas já em curso, no formato de parcerias e meio de implementação de políticas públicas, entre elas: planos de manejo das APAs Marinhas e outras Unidades de Conservação; comitês de bacias; "Plano Preventivo de Defesa Civil para erosão costeira, inundações costeiras e enchentes/alagamentos causados por eventos meteorológicos-oceanográficos extremos como ressacas do mar e marés altas anômalas" ("PPDC de Ressacas") em apoio à Defesa Civil, Municipal e Estadual; Zoneamento Ecológico-Econômico Costeiro; Rede de Educação para

Redução dos Riscos de Desastres do Litoral Norte de São Paulo; Municípios Paulistas Resilientes; Programa Município Verde e Azul; Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e Redução de Riscos Geológicos (PDN); Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC); e Plano de Ação Climática para o Estado de São Paulo.

Apesar das conexões criadas e dos avanços, mesmo em um cenário pandêmico, os resultados apenas se tornam concretos se as redes estabelecidas se mantiverem além do desenho do escopo do projeto. Como aprendizado, é fundamental ponderar como integrar de forma sólida tais ações.

Entretanto, os mecanismos de comunicação dos riscos costeiros ainda carecem de uma linguagem acessível que reflita a realidade local, impondo desafios concretos para a ação global contra as mudanças climáticas. Apesar do contexto, foi possível estruturar um plano de atividade de pesquisa-ação, em uma abordagem híbrida. Em perspectivas, se buscará ampliar a intervenção, fomentando a capacitação e a difusão do conhecimento ambiental aplicado sobre os riscos costeiros nos municípios da ZCESP.

7 REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ACOSTA-COLL, M.; BALLESTER-MERELO, F.; MARTÍNEZ-PEIRÓ, M. Early warning system for detection of urban pluvial flooding hazard levels in an ungauged basin. **Natural Hazards**, v. 92, n. 2, p. 1237–1265, 1 jun. 2018.

ACSELRAD, H. Justiça ambiental e construção social do risco. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 5, 2002.

ALESSA, L. (NAIA); KLISKEY, A. (ANARU); BROWN, G. Social-ecological hotspots mapping: A spatial approach for identifying coupled social-ecological space. **Landscape and Urban Planning**, v. 85, n. 1, p. 27–39, 21 mar. 2008.

ANAZAWA, T. M.; FEITOSA, F. DA F.; MONTEIRO VIEIRA, A. M. **Vulnerabilidade socioecológica nas áreas ocupadas nos municípios de Caraguatatuba e São Sebastião, litoral norte de São Paulo: medidas e representações**. *Revista Espinhaço*. [s.l.: s.n.].

BAGGIO, J. A. et al. Explaining success and failure in the commons: the configural nature of Ostrom's institutional design principles. **International Journal of the Commons**, v. 10, n. 2, 9 set. 2016.

BARRADAS, J. I.; GHILARDI-LOPES, N. P. A case study using the New Ecological Paradigm scale to evaluate coastal and marine environmental perception in the Greater São Paulo (Brazil). **Ocean & Coastal Management**, v. 191, jun. 2020.

BECK, U. Living in the world risk society. **Economy and Society**, v. 35, n. 3, p. 329–345, ago. 2006.

BECK, U. **Sociedade de Risco: rumo a uma outra modernidade**. São Paulo, SP: Editora 34 Ltda, 2010.

BECK, U. **Sociedade de risco mundial: em busca da segurança perdida**. Lisboa: Edições 70, 2015.

BERTRAND, G. Paisagem e Geografia Física global: esboço metodológico. **Caderno de Ciências da Terra**, v. 13, p. 1–27, 1972.

BEVEN, K. J.; KIRKBY, M. J. A physically based, variable contributing area model of basin hydrology / Un modèle à base physique de zone d'appel variable de l'hydrologie du bassin versant. **Hydrological Sciences Bulletin**, v. 24, n. 1, p. 43–69, mar. 1979.

BODIN, Ö.; CRONA, B. I. The role of social networks in natural resource governance: What relational patterns make a difference? **Global Environmental Change**, v. 19, n. 3, ago. 2009.

BOHNET, I.; SMITH, D. M. Planning future landscapes in the Wet Tropics of Australia: A social-ecological framework. **Landscape and Urban Planning**, v. 80, n. 1–2, p. 137–152, 28 mar. 2007.

BOLLE, A. et al. An impact-oriented Early Warning and Bayesian-based Decision Support System for flood risks in Zeebrugge harbour. **Coastal Engineering**, v. 134, p. 191–202, 1 abr. 2018.

BONGARTS LEBBE, T. et al. Designing Coastal Adaptation Strategies to Tackle Sea Level Rise. **Frontiers in Marine Science**, v. 8, 3 nov. 2021.

BOTZEN, W.; DUIJNDAM, S.; VAN BEUKERING, P. Lessons for climate policy from behavioral biases towards covid-19 and climate change risks. **World Development**, v. 137, p. 105214, jan. 2021.

BRONDIZIO, E. S.; OSTROM, E.; YOUNG, O. R. Connectivity and the governance of multilevel social-ecological systems: The role of social capital. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 34, p. 253–278, 2009a.

BRONDIZIO, E. S.; OSTROM, E.; YOUNG, O. R. Connectivity and the governance of multilevel social-ecological systems: The role of social capital. **Annual Review of Environment and Resources**, v. 34, p. 253–278, 2009b.

BROWN, C.; ROUNSEVELL, M. How can social–ecological system models simulate the emergence of social–ecological crises? **People and Nature**, v. 3, n. 1, p. 88–103, 1 fev. 2021.

BUCHORI, I. et al. Adaptation to coastal flooding and inundation: Mitigations and migration pattern in Semarang City, Indonesia. **Ocean and Coastal Management**, v. 163, p. 445–455, 1 set. 2018.

CARSON, R. **Primavera Silenciosa**. [s.l.: s.n.].

CAVALCANTI, I. F. A. et al. Projections of Precipitation Changes in Two Vulnerable Regions of São Paulo State, Brazil. **American Journal of Climate Change**, v. 06, n. 02, p. 268–293, 2017.

CECHIN, A.; BARRETO, C. Governança e políticas públicas no antropoceno. **Sustentabilidade em Debate**, v. 6, n. 2, p. 14, 2015.

CETESB. Qualidade das praias litorâneas. **Campanha Ambiental do Estado de São Paulo**, p. 224, 2019.

CETESB. **Relatórios de Qualidade das Praias e Águas Litorâneas do Estado de São Paulo**. São Paulo/SP: [s.n.]. Disponível em: <<https://cetesb.sp.gov.br/praias/publicacoes-relatorios/>>. Acesso em: 16 fev. 2023.

COLLINS, M. et al. Extremes, Abrupt Changes and Managing Risks. Em: **IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate**. [s.l.: s.n.]. p. 589–655.

COSTANZA, R. et al. Ecological economics and sustainable governance of the oceans. **Ecological Economics**, v. 31, p. 171–187, 1999.

COSTANZA, R. Transdisciplinary Systems Science: Toward a Science of Connection, Integration and Synthesis. **Journal Of Catholic Social Thought**, v. 4, n. 2, p. 331–353, 2007.

DA VEIGA, J. E. The first antropocene utopia. **Ambiente e Sociedade**, v. 20, n. 2, p. 227–246, 2017.

DE GROOT, R. S. Environmental Functions as a Unifying Concept for Ecology and Economics. **The Environmentalist**, v. 7, n. 2, p. 105–109, 1987.

DEFEO, O. et al. **Sandy beach social–ecological systems at risk: regime shifts, collapses, and governance challenges**. **Frontiers in Ecology and the Environment** John Wiley and Sons Inc., 1 dez. 2021.

DEFEO, O. et al. **Sandy beach social–ecological systems at risk: regime shifts, collapses, and governance challenges**. **Frontiers in Ecology and the Environment** John Wiley and Sons Inc., 1 dez. 2021.

DELANTY, G. Os desafios da globalização e a imaginação cosmopolita: as implicações do Antropoceno. **Sociedade e Estado**, v. 33, n. 2, p. 373–388, ago. 2018.

DELPOUX, M. Ecosistema e Paisagem. **Instituto de Geografia da Universidade de São Paulo**, v. 7, n. Métodos em Questão, p. 1–23, 1974.

DI GIULIO, G. M.; FERREIRA, L. D. C. Governança do risco: uma proposta para lidar com riscos ambientais no nível local. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 28, 27 dez. 2013.

DOONG, D. J. et al. Development of an operational coastal flooding early warning system. **Natural Hazards and Earth System Science**, v. 12, n. 2, p. 379–390, 2012.

DULLIUS, A.; SILVA, M. C. DA. Uso da ferramenta de adaptação baseada em ecossistemas para mudanças climáticas: revisão da literatura. **Guaju**, v. 3, n. 1, p. 132, 2017.

ENGELS, F. **Dialéctica de la naturaleza**. Moscow: [s.n.].

ENRIQUEZ-ACEVEDO, T. et al. Willingness to pay for Beach Ecosystem Services: The case study of three Colombian beaches. **Ocean & Coastal Management**, v. 161, p. 96–104, jul. 2018.

FARBER, S. C.; COSTANZA, R.; WILSON, M. A. Economic and ecological concepts for valuing ecosystem services. **Ecological Economics**, v. 41, n. 3, p. 375–392, 2002.

FEITAL, M. DA S.; BRONDÍZIO, E. S.; FERREIRA, L. DA C. Conflitos e arenas decisórias de megaprojetos de infraestrutura: uma discussão do Porto de São Sebastião - São Paulo/Brasil. **Sociedade e Estado**, v. 34, n. 2, p. 455–483, maio 2019.

FENG, S.; LI, Q. **Urban Flood Prevention and Early Warning System in Jinan City**. E3S Web of Conferences. **Anais...EDP Sciences**, 4 jun. 2018.

FERREIRA, C. et al. Integração de mapeamento de risco e índices pluviométricos no monitoramento e alerta de risco de escorregamentos planares no Litoral Norte do Estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Geologia de Engenharia e Ambiental**, v. 15, p. 37–53, 2015.

FOSTER, J. B. A ecologia da economia política marxista. **Lutas Sociais**, v. 0, n. 28, p. 87–104, 2012.

FOSTER, J. B. Marxismo e Ecologia: fontes comuns de uma Grande Transição. **Lutas Sociais**, v. 19, n. 35, p. 81–97, 2015.

FREEMAN, T. G. Calculating catchment area with divergent flow based on a regular grid. **Computers & Geosciences**, v. 17, n. 3, p. 413–422, jan. 1991.

GIDDENS, A. **As consequências da Modernidade**. São Paulo, SP: Editora Unesp, 1991.

GIDDENS, A.; LASH, S.; BECK, U. **Modernização reflexiva: política, tradição e estética na ordem social moderna**. São Paulo, SP: Editora Unesp, 2012.

GIULIO, G. M. DI et al. Percepção de risco: um campo de interesse para a interface ambiente, saúde e sustentabilidade. **Saúde e Sociedade**, v. 24, n. 4, p. 1217–1231, dez. 2015.

GOMES, G. R. DAS N. S.; TRAJBER, R.; MARCHEZINI, V. Clima, desastres e a ciência cidadã na convivência entre o ver e o não ver. **Ambiente & Educação**, v. 27, n. 2, p. 1–24, 26 dez. 2022.

GRIGORIEV, A. A. The theoretical of modern physical geography. Em: **The interaction of sciences in the study of the earth**. Moscow: Progress Publishers, 1968. p. 77–91.

GUERASIMOV, I. Problemas Metodologicos de la ecologizacion de la ciência contemporanea. Em: **La sociedade y el medio natural**. Moscow: Editorial Progreso, 1983. p. 57–74.

HARIS RISMAYANA, A.; SUGIANTO, C. A.; BAGUS BUDIYANTO, I. **Prototyping of Flooding Early Warning System using Internet of Things Technology and Social Media**. MATEC Web of Conferences. **Anais...EDP Sciences**, 12 set. 2018.

HARLEY, M. D. et al. Can an early-warning system help minimize the impacts of coastal storms? A case study of the 2012 Halloween storm, northern Italy. **Natural Hazards and Earth System Sciences**, v. 16, n. 1, p. 209–222, 21 jan. 2016.

HARVEY, D. **O novo imperialismo**. São Paulo, SP: Edições Loyola, 2003.

HARVEY, D. **Os limites do capital**. São Paulo, SP: Boitempo Editorial, 2006.

HARVEY, D. **Condição Pós-Moderna: Uma pesquisa sobre as origens da mudança cultural**. [s.l: s.n.].

HARVEY, D. **O Enigma do Capital: e as crises do capitalismo**. São Paulo, SP: Boitempo Editorial, 2011.

HARVEY, D. **Para entender o capital: livros II e III**. São Paulo, SP: Boitempo Editorial, 2014.

HOLLEMAN, H. Method in Ecological Marxism. **Monthly Review**, v. 67, n. 5, p. 1–11, 2015.

HORITA, F. E. A.; DE ALBUQUERQUE, J. P.; MARCHEZINI, V. Understanding the decision-making process in disaster risk monitoring and early-warning: A case study within a control room in Brazil. **International Journal of Disaster Risk Reduction**, v. 28, n. February, p. 22–31, 2018.

HUMAN, B. A.; DAVIES, A. Stakeholder consultation during the planning phase of scientific programs. **Marine Policy**, v. 34, n. 3, maio 2010.

HURLBERT, M. et al. Risk management and decision-making in relation to sustainable development Coordinating. Em: **Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems**. [s.l: s.n.]. p. 673–800.

IANNI, A. M. Z. et al. Individualização e trabalho no contexto da pandemia de Covid-19 no Brasil. **Saúde em Debate**, v. 46, n. 134, p. 857–869, 2022.

IBGE. **Malha digital dos Setores Censitários**. , 2010.

IBGE. **Censo 2022: População e domicílios - Primeiros Resultados**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<https://www.ibge.gov.br/estatisticas/sociais/populacao/22827-censo-demografico-2022.html?edicao=37225&t=resultados>>. Acesso em: 19 jun. 2023.

IBRAHIM, N. F. et al. Identification of vulnerable areas to floods in Kelantan River sub-basins by using flood vulnerability index. **International Journal of GEOMATE**, v. 12, n. 29, p. 107–114, 2017.

IG, Instituto Geológico do Estado de São Paulo. **Unidade Territoriais Básicas - UTB**. , 2017.

INPE. **TOPODATA: Banco de dados geomorfométricos do Brasil**. São José dos Campo/ SP: [s.n.]. Disponível em: <<http://www.dsr.inpe.br/topodata/index.php>>. Acesso em: 13 set. 2020.

IPCC. **Climate Change 2014: Synthesis Report Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)**. Geneva: [s.n.].

IPCC. **Climate Change 2014 Part A: Global and Sectoral Aspects**. [s.l: s.n.].

IPCC. **Summary for Policymakers Global Warming of 1.5°C: An IPCC Special Report on the impacts of global warming of 1.5°C above pre-industrial levels and related global greenhouse gas emission pathways, in the context of strengthening the global response to the threat of climate change**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/sites/2/2019/05/SR15_SPM_version_report_LR.pdf>.

IPCC. **Summary for Policymakers Climate Change and Land: an IPCC special report on climate change, desertification, land degradation, sustainable land management, food security, and greenhouse gas fluxes in terrestrial ecosystems**. [s.l: s.n.].

IPCC. Summary for policymakers. Em: **IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate**. [s.l: s.n.]. p. 1–36.

IPCC. **Climate Change 2021: The Physical Science Basis Contribution of Working Group I to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Masson-Delmotte, V., P. Zhai, A. Pirani, S.L. Connors, C. Péan, S. Berger, N. Caud, Y. Chen, L. Goldfarb, M.I. Gomis, M. Huang, K. Leitzell, E. [s.l.]** Cambridge University Press, 2021.

IPCC. **Impacts, Adaptation and Vulnerability: Summary for Policymakers**. [s.l: s.n.].

IPCC. **Summary for Policymakers. In: Climate Change 2023: Synthesis Report.** Geneva, Switzerland: [s.n.]. Disponível em: <https://www.ipcc.ch/report/ar6/syr/downloads/report/IPCC_AR6_SYR_SPM.pdf>. Acesso em: 15 set. 2023.

IPCC, I. P. ON C. C. **Climate Change 2007 (M. L. Parry et al., Eds.)Impacts, Adaptation and Vulnerability. Contribution of Working Group II to the Fourth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change.** Cambridge, UK: Cambridge University Press, 2007.

IWAMA, A. Y. et al. Risk, vulnerability and adaptation to climate change: an interdisciplinary approach. **Ambiente & Sociedade**, v. 19, n. 2, p. 93–116, jun. 2016.

IWAMA, A. Y.; BATISTELLA, M.; FERREIRA, L. DA C. Riscos geotécnicos e vulnerabilidade social em zonas costeiras: desigualdades e mudanças climáticas. **Ambiente & Sociedade**, v. 17, n. 4, p. 251–274, dez. 2014.

JACOBI, P. Educação ambiental, cidadania e sustentabilidade. **Cadernos de Pesquisa**, n. 118, p. 189–206, 2003a.

JACOBI, P. R. Políticas sociais locais e os desafios da participação cidadina. **Ciência & Saúde Coletiva**, v. 7, n. 3, p. 443–454, 2002.

JACOBI, P. R. Espaços públicos e práticas participativas na gestão do meio ambiente no Brasil. **Sociedade e Estado**, v. 18, n. 1–2, p. 315–338, 2003b.

JACOBI, P. R. Educação ambiental: o desafio da construção de um pensamento crítico, complexo e reflexivo. **Educação e Pesquisa**, v. 31, n. 2, p. 233–250, ago. 2005.

JACOBI, P. R. Educar na sociedade de risco: o desafio de construir alternativas. **Pesquisa em Educação Ambiental**, v. 2, n. 2, p. 49, 2012.

JACOBI, P. R. Aprendizagem social e formação de professores em educação para a sustentabilidade socioambiental. **Geologia USP. Publicação Especial**, v. 6, p. 5–10, 16 set. 2013.

JACOBI, P. R.; SULAIMAN, S. N. Governança ambiental urbana em face das mudanças climáticas. **Revista USP**, n. 109, p. 133, 2016.

JACOBI, P. R.; TRISTÃO, M.; FRANCO, M. I. G. C. A função social da educação ambiental nas práticas colaborativas: participação e engajamento. **Cadernos CEDES**, v. 29, n. 77, p. 63–79, 2009.

JUNIOR, E. M.; HOGAN, D. J. O risco em perspectiva: tendências e abordagens. **Geosul**, v. 19, n. 38, p. 25–58, 2004.

KAZTMAN, R. **Notas sobre la medición de la vulnerabilidad social**. [s.l.: s.n.]. Disponível em: <<https://hdl.handle.net/11362/31545>>. Acesso em: 17 mar. 2023.

KOTZEE, I.; REYERS, B. Piloting a social-ecological index for measuring flood resilience: A composite index approach. **Ecological Indicators**, v. 60, p. 45–53, 10 jul. 2016.

LANGE, W. et al. **HumaNatureza² = Proteção Mútua Percepção de riscos e adaptação à mudança climática baseada nos ecossistemas na Mata Atlântica, Brasil**. [s.l.: s.n.].

LAVELL, A. et al. **Climate change: new dimensions in disaster risk, exposure, vulnerability, and resilience** *Managing the Risks of Extreme Events and Disasters to Advance Climate Change Adaptation*. Cambridge University Press, Cambridge, UK, and New York, NY, USA: [s.n.].

LAVELL, A. M. Ciudades en Riesgo: Degradación Ambiental, Riesgos Urbanos y Desastres. **La Red**, p. 2–27, 1996.

LEISS, W. et al. Risk Society, Towards a New Modernity. **Canadian Journal of Sociology / Cahiers canadiens de sociologie**, v. 19, n. 4, p. 544, 1994.

LERMA, A. N. et al. **Towards the Development of a Storm Erosion EWS for the French Aquitaine Coast.** Journal of Coastal Research. **Anais...Coastal Education Research Foundation Inc.**, 1 maio 2018.

LEVIN, P. S. et al. Integrated Ecosystem Assessments: Developing the Scientific Basis for Ecosystem-Based Management of the Ocean. **PLoS Biology**, v. 7, n. 1, p. e1000014, 20 jan. 2009.

LIU, J. et al. Complexity of Coupled Human and Natural Systems. **Science**, v. 317, n. 5844, 14 set. 2007.

LOCKWOOD, M. et al. Governance Principles for Natural Resource Management. **Society & Natural Resources**, v. 23, n. 10, 23 ago. 2010.

LONDE, L. D. R. et al. Vulnerability, health and disasters in São Paulo coast (Brazil): challenges for a sustainable development. **Ambiente & Sociedade**, v. 21, n. 0, 8 nov. 2018.

LONG, R. D.; CHARLES, A.; STEPHENSON, R. L. Key principles of marine ecosystem-based management. **Marine Policy**, v. 57, p. 53–60, 2015.

LÓPEZ-DÓRIGA, U. et al. Impact of sea-level rise on the tourist-carrying capacity of Catalan beaches. **Ocean & Coastal Management**, v. 170, p. 40–50, mar. 2019.

LÖWY, M. Crise ecológica e crise de civilização: a alternativa ecossocialista. **Enfrentando os limites do crescimento**, p. 147–156, 2018.

MAHBOUBI, P. et al. Using expert informed GIS to locate important marine social-ecological hotspots. **Journal of Environmental Management**, v. 160, p. 342–352, 1 set. 2015.

MARANDOLA JUNIOR, E.; HOGAN, D. J. O risco em perspectiva: tendências e abordagens. **Geosul**, v. 19, n. 38, p. 26–58, 2004.

MARCHEZINI, V. et al. Participatory Early Warning Systems: Youth, Citizen Science, and Intergenerational Dialogues on Disaster Risk Reduction in Brazil. **International Journal of Disaster Risk Science**, v. 8, n. 4, p. 390–401, 2017.

MARCHEZINI, V. et al. Geotecnologias para prevenção de riscos de desastres: usos e potencialidades dos mapeamentos participativos. **Revista Brasileira de Cartografi a**, v. 69, n. Edição Especial Geotecnologias e Desastres Naturais, p. 107–128, 2017.

MARCHEZINI, V. et al. **Redução de vulnerabilidade e desastres: do conhecimento a ação**. São Carlos, São Paulo: RiMa Editora, 2017.

MARCHEZINI, V. As ciências sociais nos desastres: um campo de pesquisa em construção. **Bib**, v. 2017, n. February, p. 43–72, 2018.

MARCHEZINI, V. et al. A review of studies on participatory early warning systems (P-EWS): Pathways to support citizen science initiatives. **Frontiers in Earth Science**, v. 6, n. November, p. 1–18, 2018.

MARCHEZINI, V. et al. Designing a Cultural Heritage Articulated Warning System (CHAWS) strategy to improve disaster risk preparedness in Brazil. **Disaster Prevention and Management: An International Journal**, v. 29, n. 1, p. 65–85, 2019a.

MARCHEZINI, V. et al. Disaster risk reduction education: Pilot studies in Rio de Janeiro state, Brazil | Educação para Redução de Riscos e Desastres: Experiências Formais e Não Formais no Estado do Rio de Janeiro. **Anuario do Instituto de Geociencias**, v. 42, n. 4, p. 102–117, 2019b.

MARCHEZINI, V. The power of localism during the long: term disaster recovery process. **Disaster Prevention and Management: An International Journal**, v. 28, n. 1, p. 143–152, 22 jan. 2019.

MARCHEZINI, V.; AGUILAR MUÑOZ, V.; TRAJBER, R. Vulnerabilidade escolar frente a desastres no Brasil. **Territorium**, n. 25(II), p. 161–178, 2018.

MARCOVITCH, J. O consenso de paris. n. 2006, p. 1–21, 2016.

MARENGO, J. et al. An Integrated Framework to Analyze Local Decision Making and Adaptation to Sea Level Rise in Coastal Regions in Selsey (UK), Broward County (USA), and Santos (Brazil). **American Journal of Climate Change**, v. 06, n. 02, p. 403–424, 2017.

MARENGO, J. et al. An Integrated Framework to Analyze Local Decision Making and Adaptation to Sea Level Rise in Coastal Regions in Selsey (UK), Broward County (USA), and Santos (Brazil). **American Journal of Climate Change**, v. 06, n. 02, p. 403–424, 2017.

MARENGO, J. A. **Mudanças climáticas e eventos extremos no Brasil**. [s.l.] Fundação Brasileira para o Desenvolvimento Sustentável - FBDS, 2009.

MARENGO, J. A. et al. Risk management and vulnerability to sea level rise in Brazil, with emphasis to the legacy of the Metropole Project in Santos. **Derbyana**, v. 43, p. e768, 29 dez. 2022.

MARQUES, G.; GIULIO, D. I. Governança do risco : uma proposta para lidar com riscos ambientais no nível local Risk Governance : A Proposal to Cope with Environmental Risks at Local Level. n. Vi, p. 29–39, 2013.

MARX, K. Trabalho estranhado e propriedade privada. Em: RANIERI, T. J. (Ed.). **Manuscritos econômicos-filosóficos**. São Paulo, SP: Boitempo, 2010. p. 79–98.

MATSUO, P. M. et al. Redução de riscos de desastres na produção sobre educação ambiental: um panorama das pesquisas no Brasil. **Pesquisa em Educação Ambiental**, 14 fev. 2020.

MENDONÇA, F. Riscos, Vulnerabilidades E Resiliencia Socioambientais Urbanas: Inovações Na Análise Geográfica. **Revista da Anpege**, v. 07, n. 01, p. 111–118, 2011.

MODESTO, F.; CARMO, R. L. DO. Riscos ambientais, percepção e adaptação em zonas costeiras: o caso de Ilha Comprida. **Revista Espinhaço | UFVJM**, v. 3, n. 1, p. 24–42, 2017.

MONONEN, L. et al. National ecosystem service indicators: Measures of social-ecological sustainability. **Ecological Indicators**, v. 61, p. 27–37, 1 fev. 2016.

MOORE, I. D.; GRAYSON, R. B.; LADSON, A. R. **Digital terrain modelling: a review of hydrological, geomorphological, and biological applications** HYDROLOGICAL PROCESSES. [s.l: s.n.].

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

MORICHON, D. et al. **Assessment of Flooding Hazards at An Engineered Beach during Extreme Events: Biarritz, SW France**. Journal of Coastal Research. **Anais...** Coastal Education Research Foundation Inc., 1 maio 2018.

MUÑOZ, V. A. et al. DesInventar: Ferramenta conceitual e plataforma computacional para sistematização de dados e suporte à pesquisa de risco e desastres. Em: MARCHEZINI, V. et al. (Eds.). **Reduction of vulnerability to disasters: from knowledge to action**. São Carlos: Rima editora, 2017. p. 311–334.

NATIONAL RESEARCH COUNCIL. **Mitigating Shore Erosion along Sheltered Coasts**. Washington, D.C.: National Academies Press, 2007.

NEUMANN, B. et al. Future Coastal Population Growth and Exposure to Sea-Level Rise and Coastal Flooding - A Global Assessment. **PLOS ONE**, v. 10, n. 3, p. e0118571, 11 mar. 2015.

NOBLE, M. M. et al. Linking the social to the ecological using GIS methods in marine spatial planning and management to support resilience: A review. **Marine Policy**, v. 108, 1 out. 2019a.

NOBLE, M. M. et al. Linking the social to the ecological using GIS methods in marine spatial planning and management to support resilience: A review. **Marine Policy**, v. 108, 1 out. 2019b.

NOBLE, M. M. et al. Using GIS fuzzy-set modelling to integrate social-ecological data to support overall resilience in marine protected area spatial planning: A case study. **Ocean and Coastal Management**, v. 212, 15 out. 2021a.

NOBLE, M. M. et al. Using GIS fuzzy-set modelling to integrate social-ecological data to support overall resilience in marine protected area spatial planning: A case study. **Ocean and Coastal Management**, v. 212, 15 out. 2021b.

NUNES, L. H.; GRECO, R.; MARENGO, J. A. **Climate change in Santos Brazil: Projections, impacts and adaptation options**. [s.l.: s.n.].

NUNES, L. H.; GRECO, R.; MARENGO, J. A. **Climate Change in Santos Brazil: Projections, Impacts and Adaptation Options**. Cham: Springer International Publishing, 2019.

O'CALLAGHAN-GORDO, C.; ANTÓ, J. M. covid-19: The disease of the anthropocene. **Environmental Research**, v. 187, p. 109683, ago. 2020.

OJIMA, R.; MARANDOLA-JR., E. **Mudanças climáticas e as cidades: novos e antigos debates na busca da sustentabilidade urbana e social**. [s.l.] Blucher, 2013.

OLIVEIRA, B. M. et al. Socio-ecological systems modelling of coastal urban area under a changing climate – Case study for Ubatuba, Brazil. **Ecological Modelling**, v. 468, p. 109953, jun. 2022a.

OLIVEIRA, B. M. et al. Coastal ecosystem services and climate change: Case study for integrated modeling and valuation. **Global Ecology and Conservation**, v. 38, p. e02240, out. 2022b.

OLIVER-SMITH, A. Disaster risk reduction and applied anthropology. **Annals of Anthropological Practice**, v. 40, n. 1, p. 73–85, 1 maio 2016.

ONU. **Adoção do acordo paris**. Convenção Quadro sobre Mudança do Clima. **Anais...** Paris: 2015. Disponível em: <<https://nacoesunidas.org/wp-content/uploads/2016/04/Acordo-de-Paris.pdf>>

ONU, N. U. NO B. **Objetivos de Desenvolvimento Sustentável** <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>. Brasília: [s.n.]. Disponível em: <<https://brasil.un.org/pt-br/sdgs>>. Acesso em: 12 out. 2021.

OPPENHEIMER, M. et al. Sea Level Rise and Implications for Low-Lying Islands, Coasts and Communities. Em: **IPCC Special Report on the Ocean and Cryosphere in a Changing Climate**. [s.l: s.n.]. p. 321–446.

OTEROS-ROZAS, E. et al. Socio-cultural valuation of ecosystem services in a transhumance social-ecological network. **Regional Environmental Change**, v. 14, n. 4, p. 1269–1289, 24 ago. 2014.

PALOMO, L. E.; HERNÁNDEZ-FLORES, A. Application of the Ostrom framework in the analysis of a social-ecological system with multiple resources in a marine protected area. **PeerJ**, v. 2019, n. 8, 2019.

PASTERNAK, S.; BÓGUS, L. M. Macrometrópole paulista: estrutura sócio-ocupacional e tipologia dos municípios – Mudanças na primeira década dos anos 2000 | São Paulo macro-metropolis: socio-occupational structure and typology of its municipalities – Changes in the first decade of the 2000th years. **Revista Brasileira de Estudos Urbanos e Regionais**, v. 21, n. 2, p. 431, 11 abr. 2019.

PBMC. **Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas**. Rio de Janeiro: COPPE - UFRJ, 2016.

PÉREZ-MAQUEO, O.; INTRALAWAN, A.; MARTÍNEZ, M. L. Coastal disasters from the perspective of ecological economics. **Ecological Economics**, v. 63, n. 2–3, p. 273–284, ago. 2007.

QGIS DEVELOPMENT TEAM. **QGIS Geographic Information System**. Open Source Geospatial Foundation Project, , 2021.

QUETZALCÓATL, O. et al. SMC , a coastal modeling system for assessing beach processes and coastal interventions: Application to the Brazilian coast. **Environmental Modelling & Software**, v. 116, n. March, p. 131–152, jun. 2019.

RENN, O.; KLINKE, A. Risk governance and resilience: New Approaches to cope with uncertainty and ambiguity. Em: **Risk Governance**. Dordrecht: Springer Netherlands, 2015. p. 19–41.

REZENDE, O. M. et al. A framework to evaluate urban flood resilience of design alternatives for flood defence considering future adverse scenarios. **Water (Switzerland)**, v. 11, n. 7, 2019.

ROSS, J. L. S. Geografia e as transformações da natureza: relação sociedade-natureza. Em: LEMOS, A. I. G. DE; GALVANI, E. (Eds.). **Geografia, Tradições e Perspectivas**. São Paulo-SP: Editora Expressão Popular, 2009. p. 119–138.

SAITO, S. M.; SORIANO, É.; LONDE, L. DE R. Desastres naturais. Em: SAUSEN, T. M.; LACRUZ, M. S. P. (Eds.). **Sensoriamento remoto para desastres**. São Paulo: Oficina de Textos, 2015. p. 285.

SANDHU, H. et al. Scenario planning including ecosystem services for a coastal region in South Australia. **Ecosystem Services**, v. 31, p. 194–207, 2018.

SANTOS, C. N. C. DOS; BRAGHINI, C. R.; VILAR, J. W. C. **Entre conflitos ambientais e ordenamento territorial: Diálogos a partir do Litoral e Unidades de Conservação**. Aracaju: IFSP, 2020.

SANTOS, M. Espacio Y Metodo. **Economia**, n. 65, p. 1–32, 1986.

SANTOS, M. **1992: a redescoberta da Natureza**. [s.l: s.n.]. v. 6

SANTOS, M. Modo de produção técnico-científico e diferenciação espacial. **Territorio**, v. 6, p. 1–20, 1999.

SANTOS, M. **A Natureza do Espaço. Técnica e tempo. Razão e emoção**. São Paulo: Editora da Universidade de São Paulo, 2006.

SANTOS, M.; SOUZA, M. A. A. DE; SILVEIRA, M. L. **Território: Globalização e Fragmentação**. 4º ed. [s.l.] Editora Hucitec - ANPUR, 1998.

SCHLACHER, T. A. et al. Sandy beach ecosystems: key features, sampling issues, management challenges and climate change impacts. **Marine Ecology**, v. 29, n. s1, p. 70–90, jul. 2008.

SEADE, F. S. E. DE A. DE D. **Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS): Metodologia**. [s.l.: s.n.].

SEOK, J. S.; SUH, S. W. **Efficient Real-time Erosion Early Warning System and Artificial Sand Dune Breaching on Haeundae Beach, Korea**. Journal of Coastal Research. **Anais...Coastal Education Research Foundation Inc.**, 1 maio 2018.

SHERROUSE, B. C.; CLEMENT, J. M.; SEMMENS, D. J. A GIS application for assessing, mapping, and quantifying the social values of ecosystem services. **Applied Geography**, v. 31, n. 2, p. 748–760, abr. 2011.

SHERROUSE, B. C.; CLEMENT, J. M.; SEMMENS, D. J. A GIS application for assessing, mapping, and quantifying the social values of ecosystem services. **Applied Geography**, v. 31, n. 2, p. 748–760, abr. 2011.

SMALL, C.; NICHOLLS, R. J. A global analysis of human settlement in coastal zones. **Journal of Coastal Research**, v. 19, n. 3, p. 584–599, 2003.

SONG, K. et al. Adaptation and transformation planning for resilient social-ecological system in coastal wetland using spatial-temporal simulation. **Science of the Total Environment**, v. 789, 1 out. 2021a.

SONG, K. et al. Adaptation and transformation planning for resilient social-ecological system in coastal wetland using spatial-temporal simulation. **Science of the Total Environment**, v. 789, 1 out. 2021b.

SOUZA, C. D. G. Flood Risk Assessment in Coastal Drainage Basins through a Multivariate Analysis within a GIS-Based Model. **Proceedings) Portugal Journal of Coastal Research**, v. 56, p. 900–904, 2009.

SOUZA, C. M. et al. Reconstructing Three Decades of Land Use and Land Cover Changes in Brazilian Biomes with Landsat Archive and Earth Engine. **Remote Sensing**, v. 12, n. 17, p. 2735, 25 ago. 2020.

SOUZA, C. R. D. G. Suscetibilidade morfométrica de bacias de drenagem ao desenvolvimento de inundações em áreas costeiras. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v. 6, n. 1, 18 nov. 2005.

SOUZA, C. R. D. G.; SUGUIO, K. The Coastal Erosion Risk Zoning and the São Paulo State Plan for Coastal. **Journal of Coastal Research**, n. 35, p. 530–547, 2003.

SOUZA, C. R. DE G. **Mapa de risco à erosão costeira no litoral paulista**. São Paulo: [s.n.]. Disponível em: <<https://www.infraestruturameioambiente.sp.gov.br/institutogeologico/2012/03/mapa-de-risco-a-erosao-costeira-no-litoral-paulista/>>. Acesso em: 27 ago. 2019.

SOUZA, C. R. DE G.; SOUZA, A. P.; HARARI, J. Long Term Analysis of Meteorological-Oceanographic Extreme Events for the Baixada Santista Region. Em: **Climate Change in Santos Brazil: Projections, Impacts and Adaptation Options**. Cham: Springer International Publishing, 2019. p. 97–134.

SOUZA, C. R. G.; SILVA, P. L.; SILVA, V. V. D. **Histórico de eventos meteorológicos-oceanográficos intensos/extremos na costa de São Paulo (Brasil): 1928-2021**. XIX Congresso Latino-Americano de Ciências Marinhas - COLACMAR. **Anais...**Cidade do Panamá: Associação Latino-Americana de Pesquisadores em Ciências Marinhas, set. 2022.

SUCKALL, N. et al. Enhancing resilience to coastal flooding from severe storms in the USA: International lessons. **Nat. Hazards Earth Syst. Sci**, v. 17, p. 1357–1373, 2017.

TEIXEIRA, L. R. et al. Megaprojetos no Litoral Norte de São Paulo, Brasil: uma análise integrada. **Associação Brasileira de Avaliação de Impacto**, n. June 2014, 2012.

TORRES, P. H. C. et al. Adaptation in São Paulo Coastal Zone: Climate Change Management and Anticipatory Governance. Em: **Handbook of Climate Change Management**. Cham: Springer International Publishing, 2021. p. 1–18.

TRAJBER, R. et al. Promoting climate change transformation with young people in Brazil: participatory action research through a looping approach. **Action Research**, v. 17, n. 1, p. 87–107, 2019a.

TRAJBER, R. et al. Promoting climate change transformation with young people in Brazil: participatory action research through a looping approach. **Action Research**, v. 17, n. 1, p. 87–107, 15 mar. 2019b.

TRAVIS, W. R. **Design of a severe climate change early warning system. Weather and Climate Extremes**, dez. 2013.

TZORAKI, O. et al. Resilience of Touristic Island Beaches Under Sea Level Rise: A Methodological Framework. **Coastal Management**, v. 46, n. 2, p. 78–102, 4 mar. 2018.

UNDRR, U. N. O. FOR D. R. R. **Technical Collection of Concept Notes on Indicators for the Seven Global Targets of the Sendai Framework for Disaster Risk Reduction The United Nations Office for Disaster Risk Reduction**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <<http://www.preventionweb.net/drr-framework/open-ended-working-group/technical-papers>>.

UNISDR, U. N. O. FOR D. R. R. **Marco de Sendai para a Redução do Risco de Desastres 2015- 2030**. [s.l: s.n.]. Disponível em: <http://www1.udesc.br/arquivos/id_submenu/1398/traduzido_unisdr__novo_sendai_framework_for_disaster_risk_reduction_2015_2030__portugues__versao_31mai2015.pdf>.

URBANO, FRA. P. Risk governance: The articulation of Hazard, politics and ecology. **Risk Governance: The Articulation of Hazard, Politics and Ecology**, n. September, p. 1–507, 2015.

VALENCIO, N. et al. **Sociologia dos desastres: construção, interfaces e perspectivas no Brasil**. São Carlos-SP: RiMa Editora, 2009.

VEYRET, Y. **Os riscos: o homem como agressor e vítima do meio ambiente**. São Paulo, São Paulo: Contexto, 2007.

VILCHES, A.; PRAIA, J.; VALENCIA, G. U. DE. O antropoceno: entre o risco e a oportunidade. **Educação, temas e problemas**, v. 3, n. 5, p. 41–66, 2008.

VILLA, F.; COSTANZA, R. Design of multi-paradigm integrating modelling tools for ecological research. **Environmental Modelling & Software**, v. 15, p. 169–177, 2000.

WILSON, J. et al. Scale misperceptions and the spatial dynamics of a social-ecological system. **Ecological Economics**, v. 31, p. 243–257, 1999.

ZINN, J. O. The meaning of risk-taking—key concepts and dimensions. **Journal of Risk Research**, v. 22, n. 1, p. 1–15, 2019.

8 APÊNDICES

Apêndice 1. Descrição dos dados e detalhamento das matrizes de ponderação atribuídas aos indicadores que compõe o Índice de Vulnerabilidade Socioecológica (IVSEco)

Ver em arquivos complementares

Apêndice 2. Unidades geoespaciais compatibilizadas da ZCESP

Formato dos dados: XLSX/XLS; shape (ponto/polígono)

Datum: SIRGAS 2000, UTM 23S

Ver em arquivos complementares

Apêndice 3. Cômputo dos indicadores e do 'Índice de Vulnerabilidade Socioecológica' (IVSEco) no contexto dos riscos costeiros da ZCESP

Formato dos dados: HTML; XLSX/XLS

Ver em arquivos complementares

PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - LITORAL SUL

Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

População
54486
População (estimada 2022)

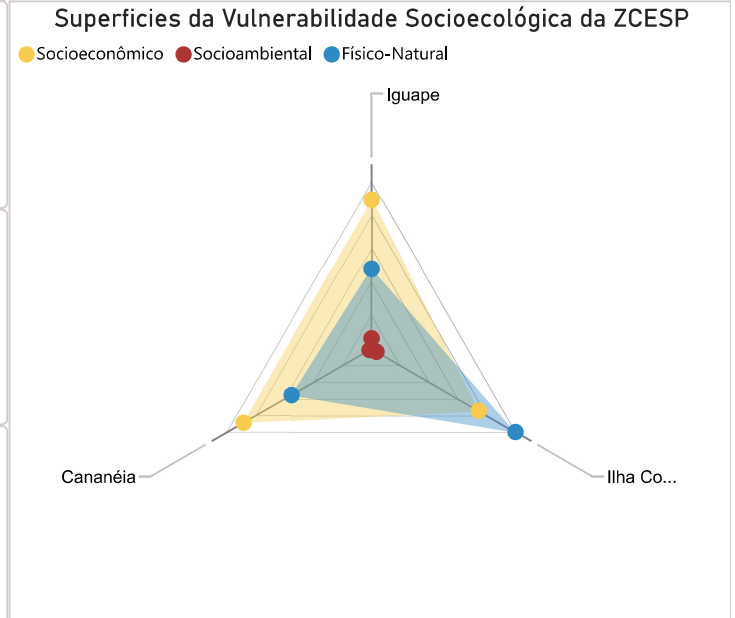
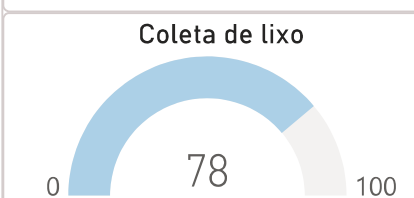
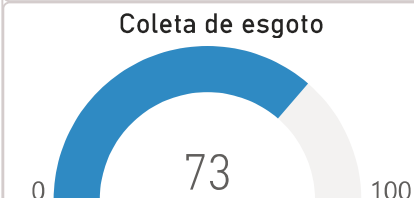
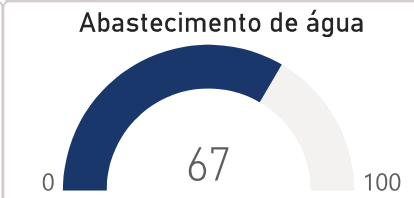
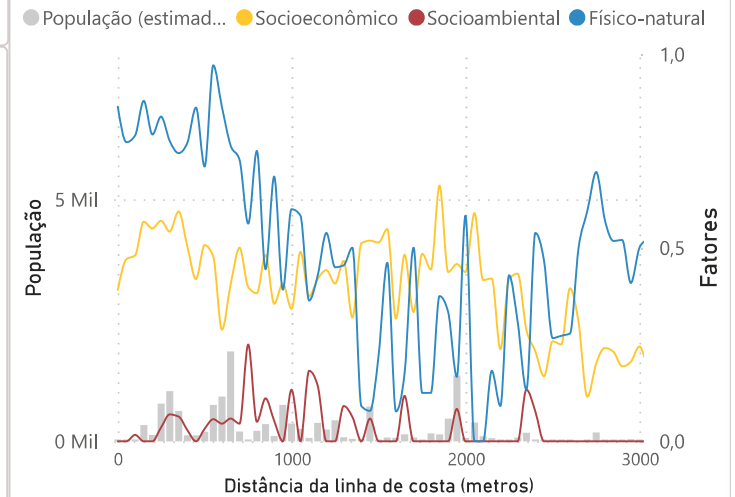
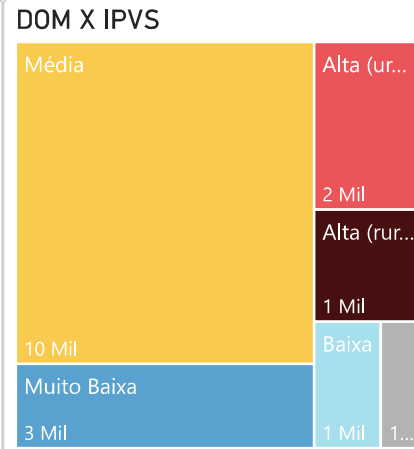
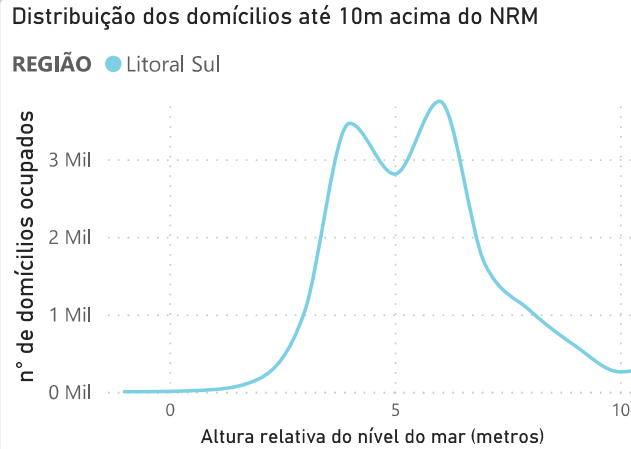
Linha de costa
138,65
Extensão praias (km)

Densidade populacional
8
Habitantes por km²

Domicílios vazios
46,16%
Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional
5,07%
Taxa geométrica

Unidades IVSECO
1.260
Contagem



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - CANANÉIA

População

12345

População (estimada 2022)

Linha de costa

80,47

Extensão praias (km)

Densidade populacional

6

Habitantes por km²

Domicílios vazios

33,08%

Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional

0,52%

Taxa geométrica

Unidades IVSECO

306

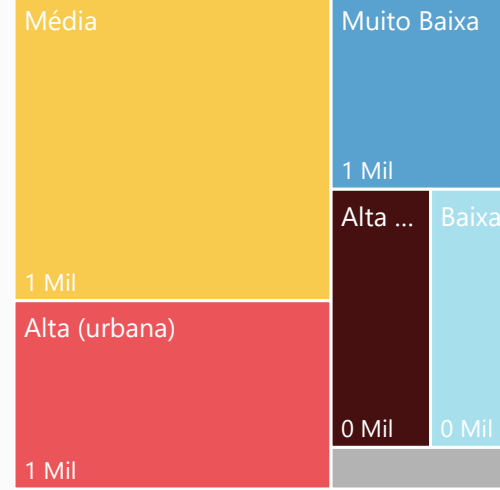
Contagem

Distribuição dos domicílios até 10m acima do NRM

REGIÃO ● Litoral Sul

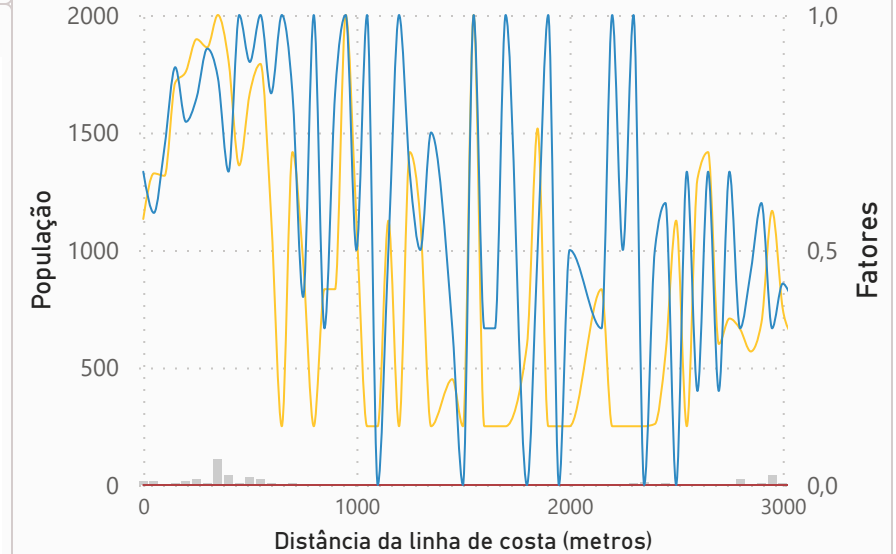


DOM X IPVS

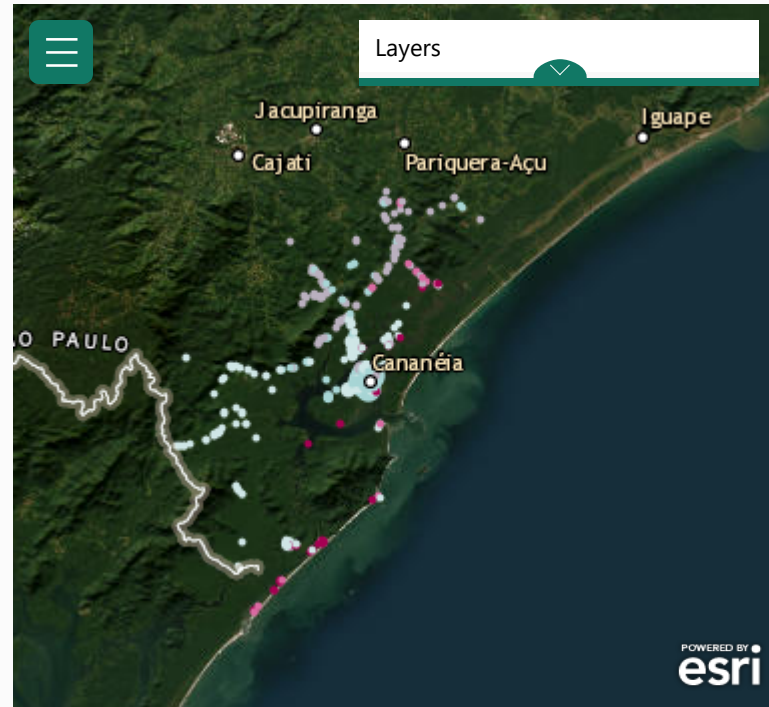


Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

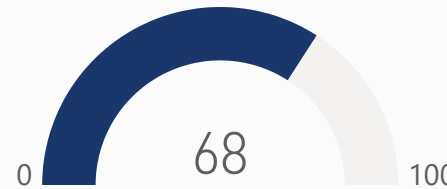
● População (estimad... ● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-natural



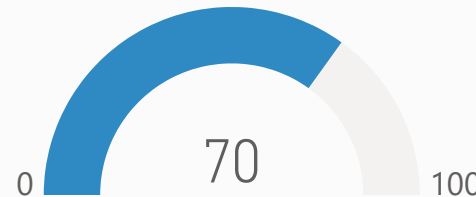
Distribuição espacial do IVSECO



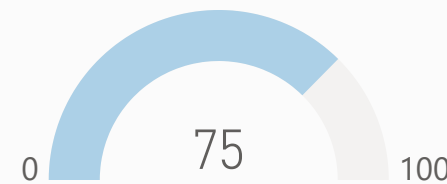
Abastecimento de água



Coleta de esgoto



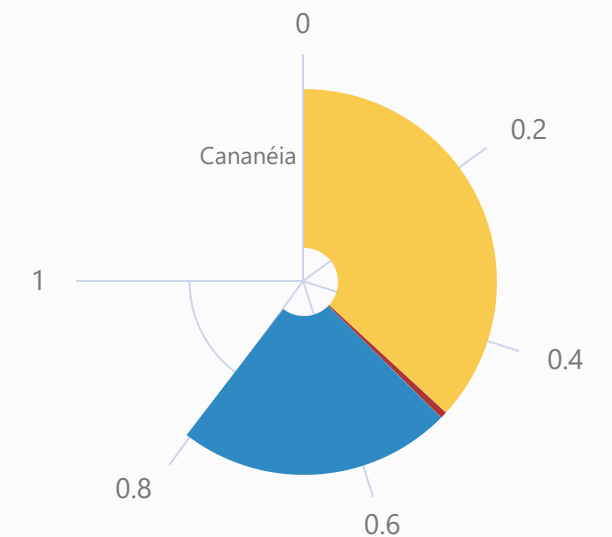
Coleta de lixo



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP

Legend

● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-Natural



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - ILHA COMPRIDA

População

13174

População (estimada 2022)

Linha de costa

65,53

Extensão praias (km)

Densidade populacional

68

Habitantes por km²

Domicílios vazios

68,56%

Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional

48,69%

Taxa geométrica

Unidades IVSECO

232

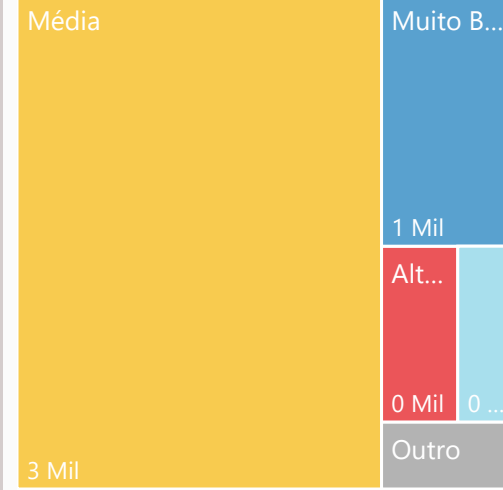
Contagem

Distribuição dos domicílios até 10m acima do NRM

REGIÃO ● Litoral Sul

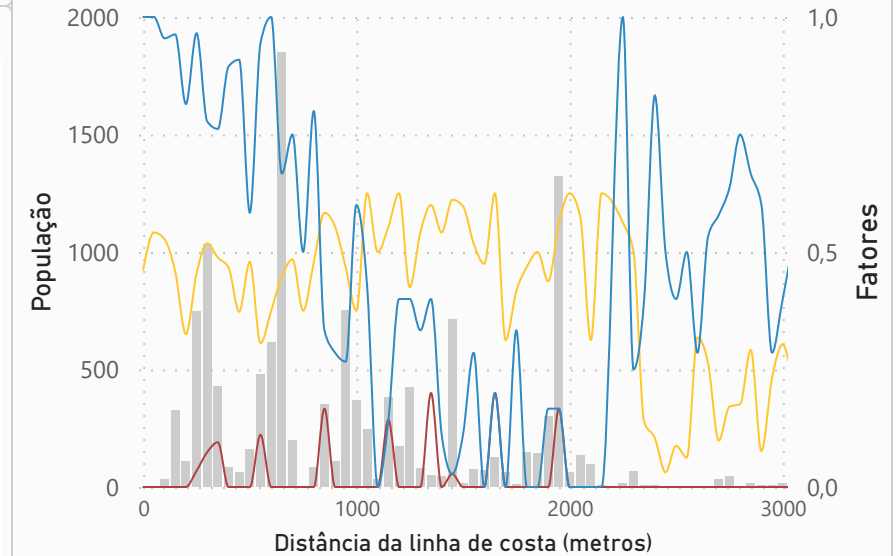


DOM X IPVS

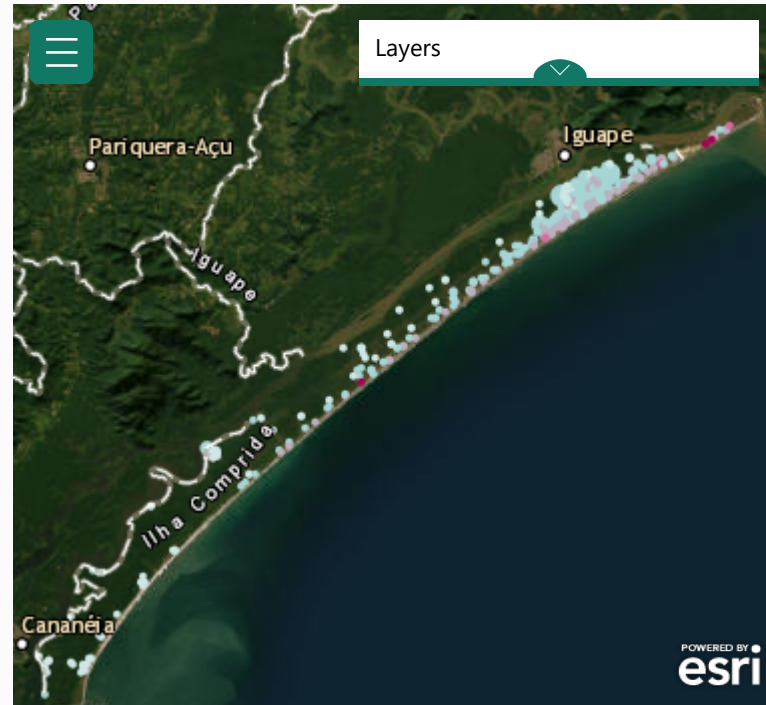


Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

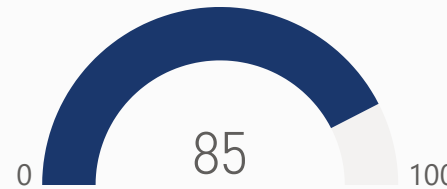
● População (estimad... ● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-natural



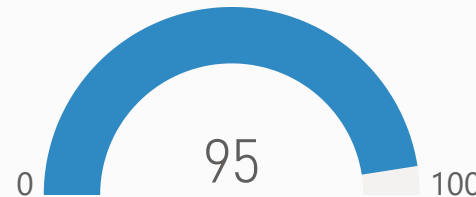
Distribuição espacial do IVSECO



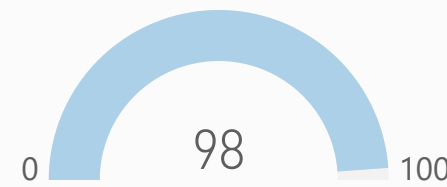
Abastecimento de água



Coleta de esgoto



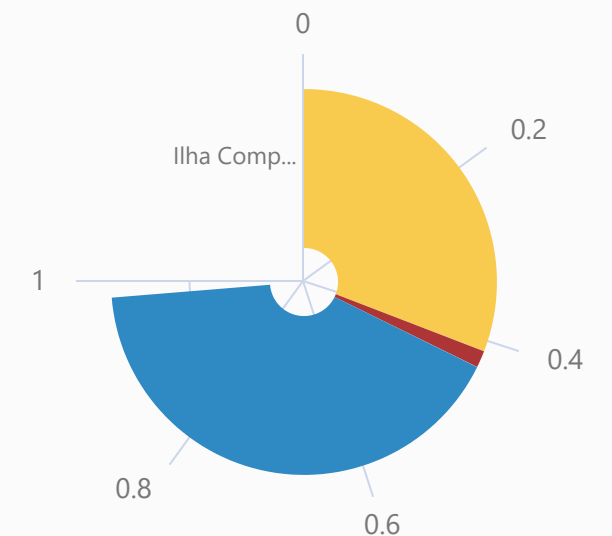
Coleta de lixo



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP

Legend

● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-Natural



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - IGUAPE

População

28967

População (estimada 2022)

Linha de costa

99,77

Extensão praias (km)

Densidade populacional

7

Habitantes por km²

Domicílios vazios

36,84%

Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional

0,95%

Taxa geométrica

Unidades IVSECO

722

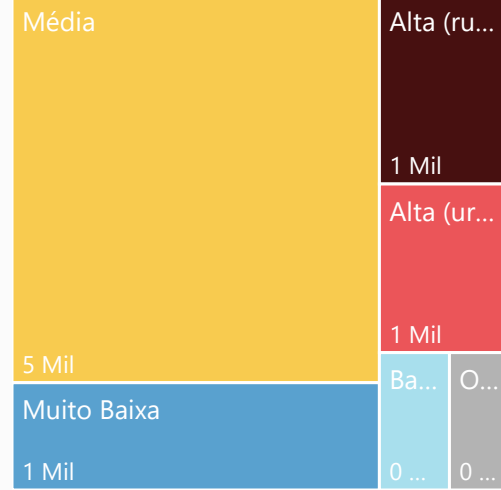
Contagem

Distribuição dos domicílios até 10m acima do NRM

REGIÃO ● Litoral Sul

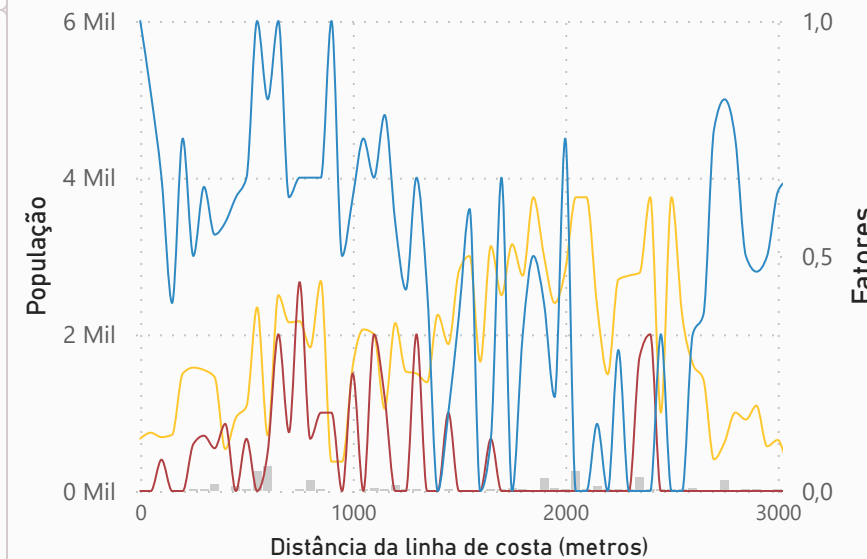


DOM X IPVS

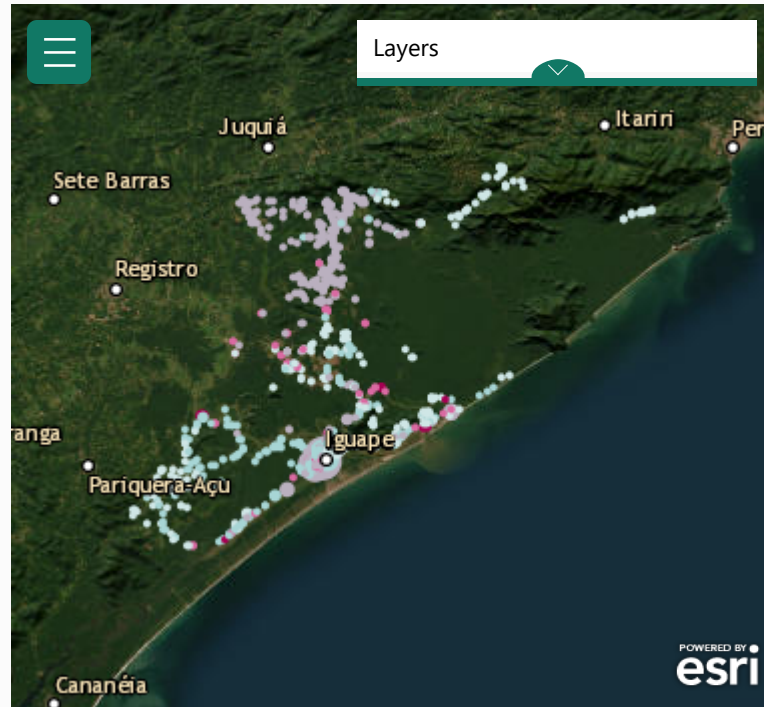


Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

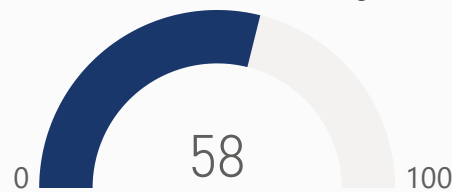
● População (estimad... ● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-natural



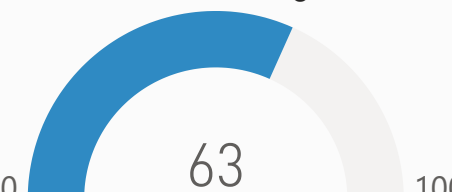
Distribuição espacial do IVSECO



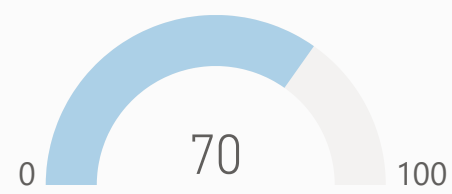
Abastecimento de água



Coleta de esgoto



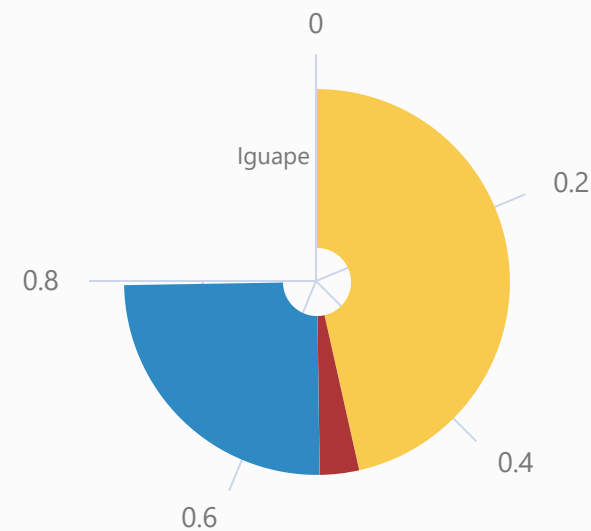
Coleta de lixo



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP

Legend

● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-Natural



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - BAIXADA SANTISTA

População
1748498
População (estimada 2022)

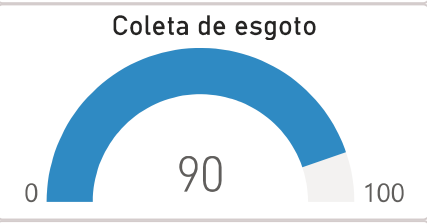
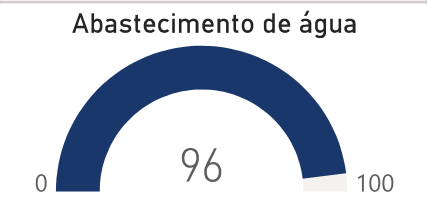
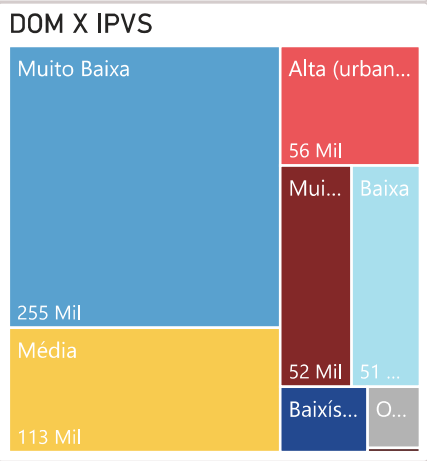
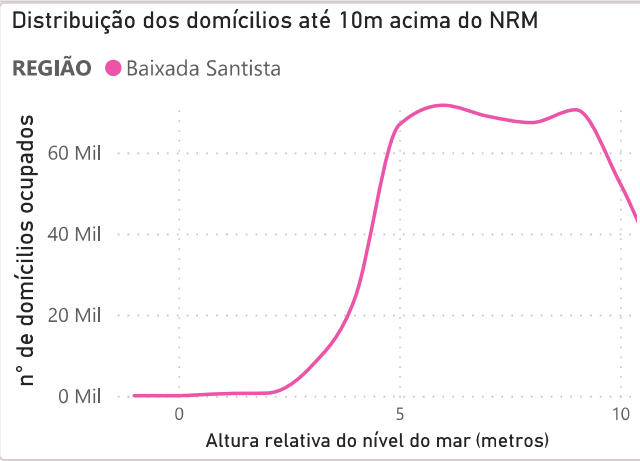
Linha de costa
166,22
Extensão praias (km)

Densidade populacional
4159
Habitantes por km²

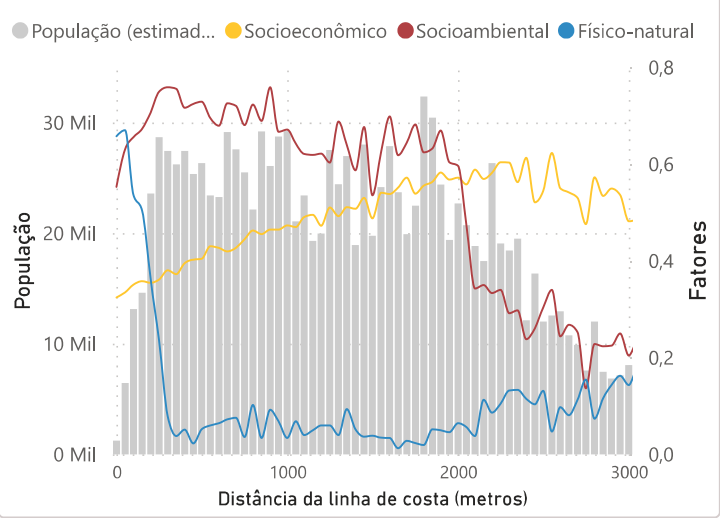
Domicílios vazios
42,11%
Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional
15,28%
Taxa geométrica

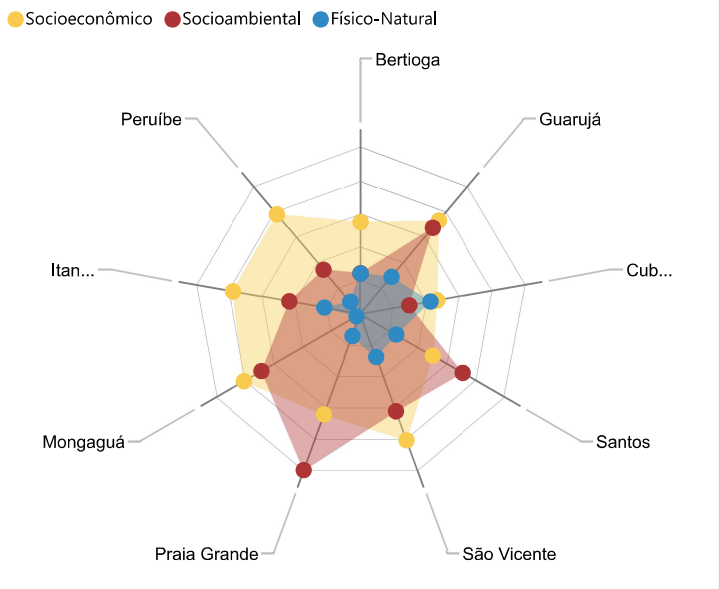
Unidades IVSECO
9.040
Contagem



Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - PERUIBE

População

67720

População (estimada 2022)

Linha de costa

38,94

Extensão praias (km)

Densidade populacional

660

Habitantes por km²

Domicílios vazios

51,68%

Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional

14,34%

Taxa geométrica

Unidades IVSECO

812

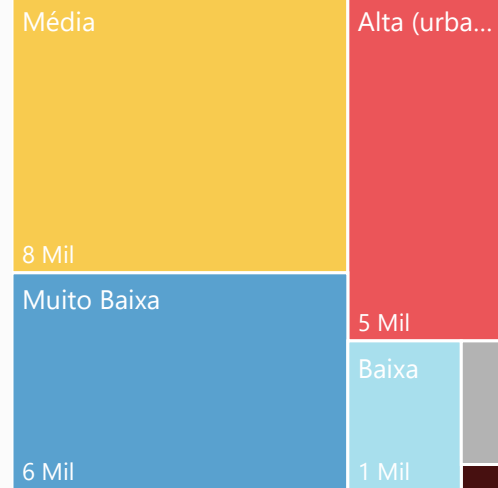
Contagem

Distribuição dos domicílios até 10m acima do NRM

REGIÃO ● Baixada Santista

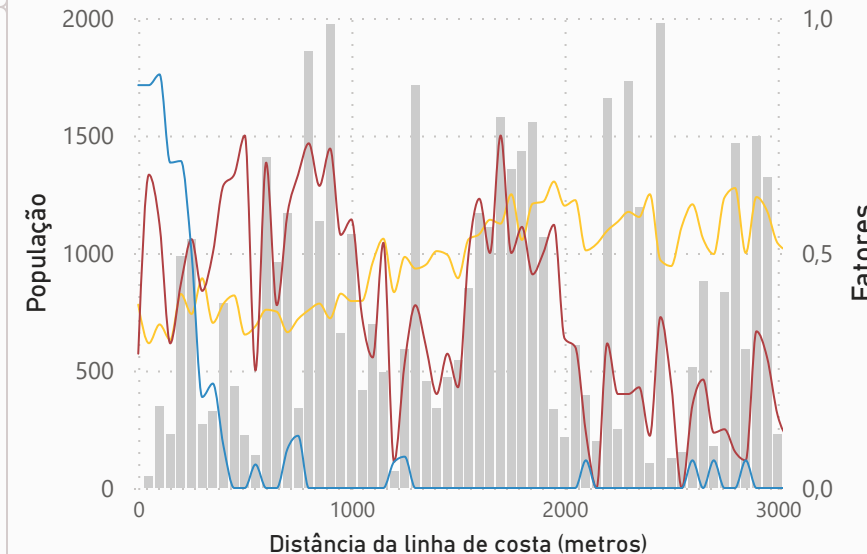


DOM X IPVS



Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

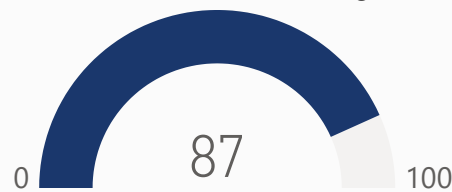
● População (estimad... ● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-natural



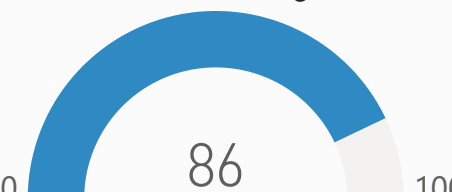
Distribuição espacial do IVSECO



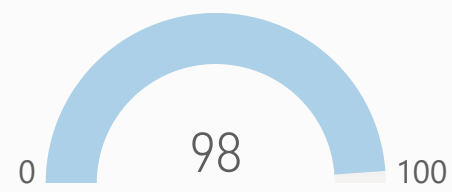
Abastecimento de água



Coleta de esgoto



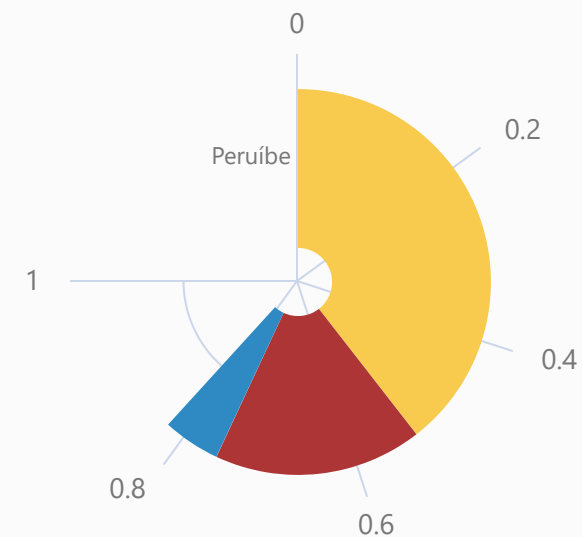
Coleta de lixo



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP

Legend

● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-Natural



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - ITANHAÉM

População

110229

População (estimada 2022)

Linha de costa

44,14

Extensão praias (km)

Densidade populacional

906

Habitantes por km²

Domicílios vazios

57,74%

Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional

29,20%

Taxa geométrica

Unidades IVSECO

1.201

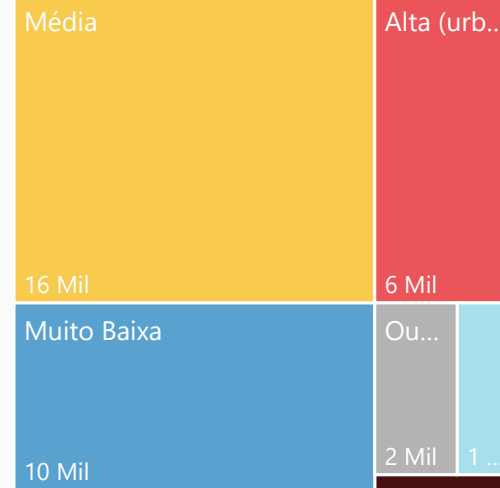
Contagem

Distribuição dos domicílios até 10m acima do NRM

REGIÃO ● Baixada Santista

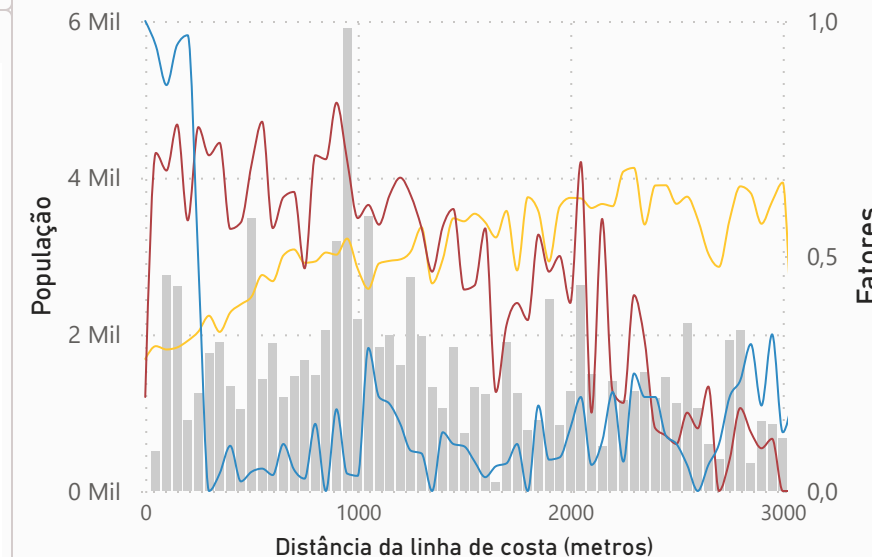


DOM X IPVS

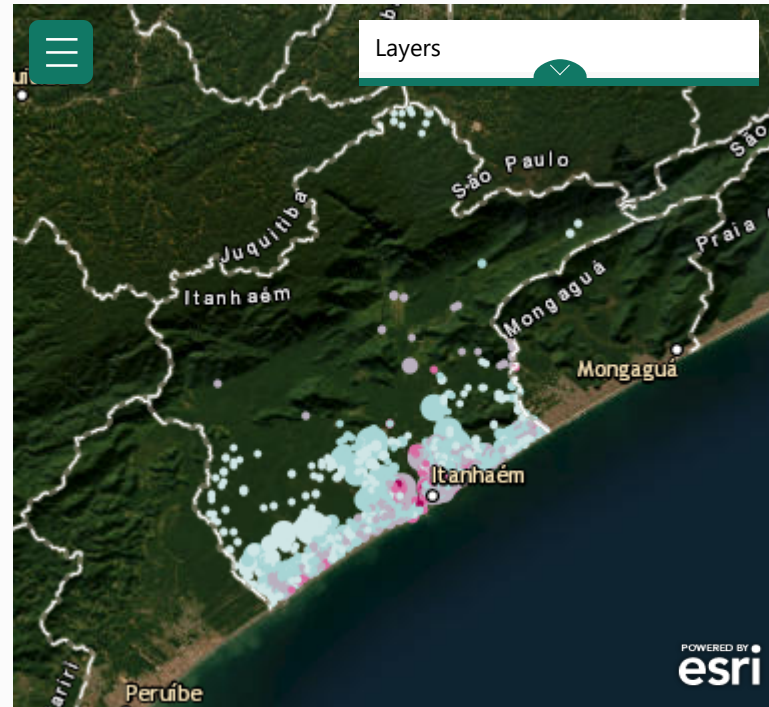


Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

● População (estimad... ● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-natural



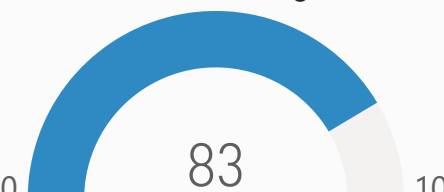
Distribuição espacial do IVSECO



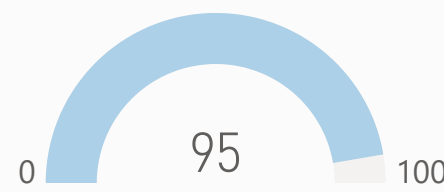
Abastecimento de água



Coleta de esgoto



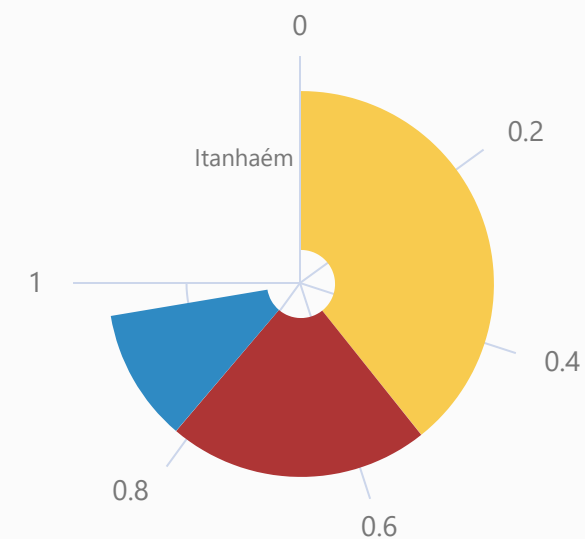
Coleta de lixo



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP

Legend

● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-Natural



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - MONGAGUÁ

População

59808

População (estimada 2022)

Linha de costa

24,74

Extensão praias (km)

Densidade populacional

1772

Habitantes por km²

Domicílios vazios

65,00%

Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional

33,82%

Taxa geométrica

Unidades IVSECO

643

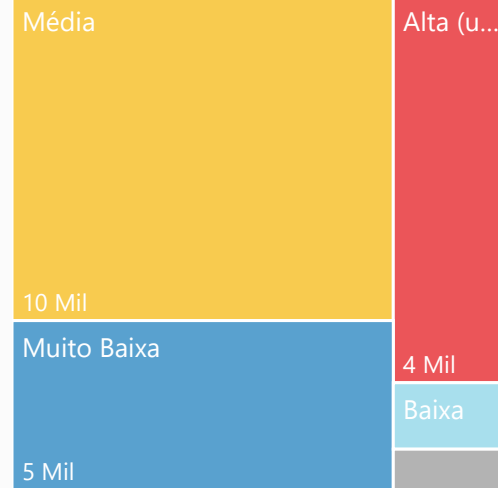
Contagem

Distribuição dos domicílios até 10m acima do NRM

REGIÃO ● Baixada Santista

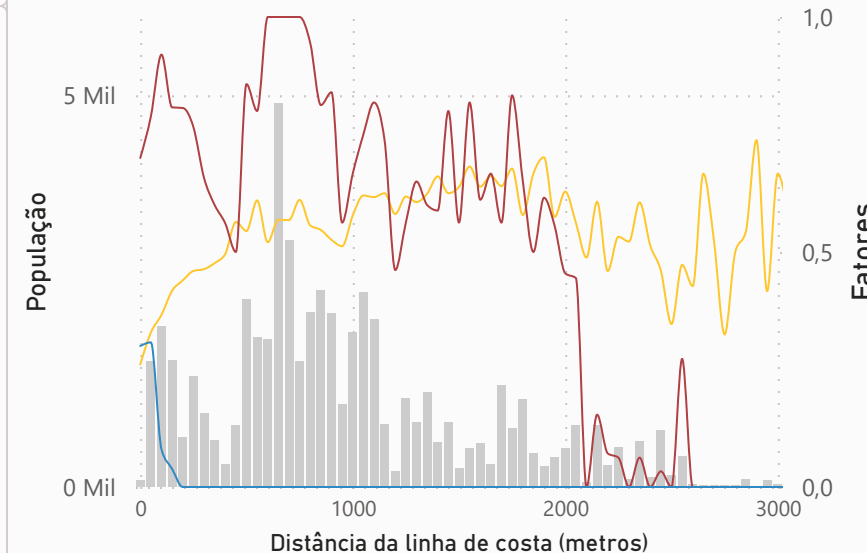


DOM X IPVS

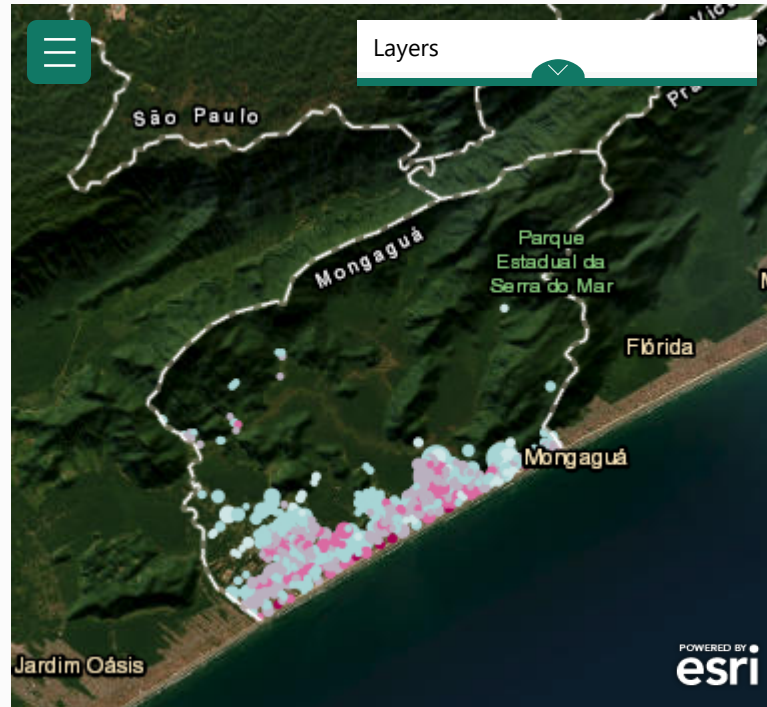


Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

● População (estimad... ● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-natural



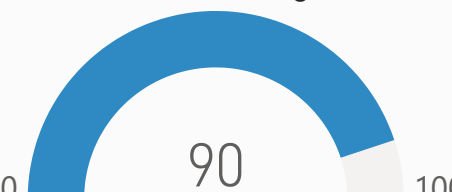
Distribuição espacial do IVSECO



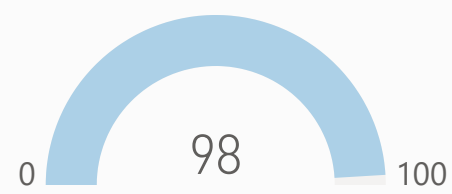
Abastecimento de água



Coleta de esgoto



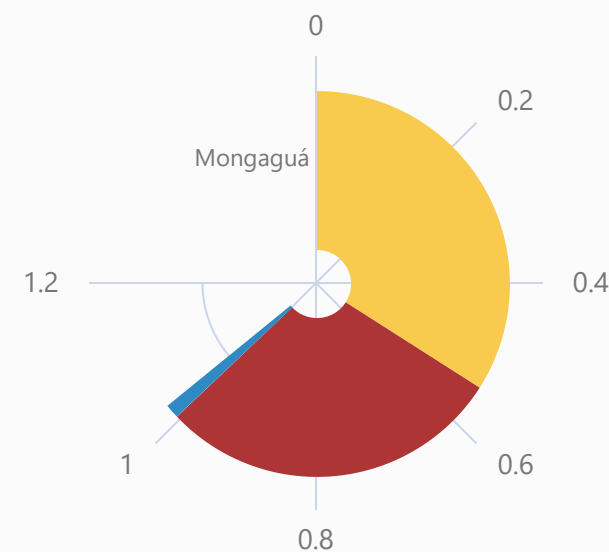
Coleta de lixo



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP

Legend

● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-Natural



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - PRAIA GRANDE

População

344931

População (estimada 2022)

Linha de costa

25,56

Extensão praias (km)

Densidade populacional

6575

Habitantes por km²

Domicílios vazios

58,20%

Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional

33,54%

Taxa geométrica

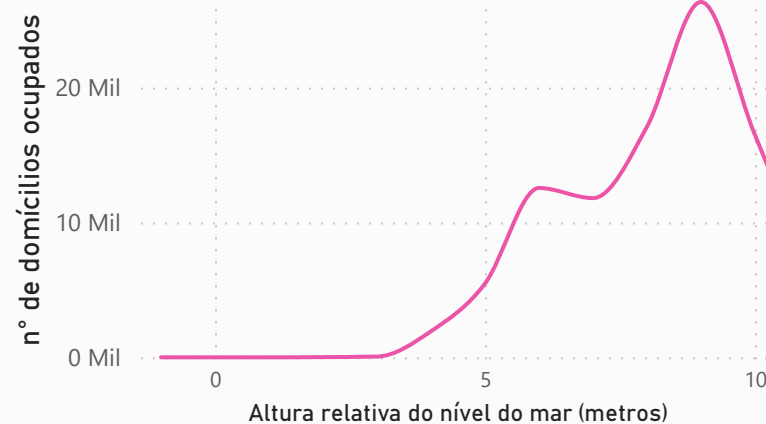
Unidades IVSECO

1.731

Contagem

Distribuição dos domicílios até 10m acima do NRM

REGIÃO ● Baixada Santista

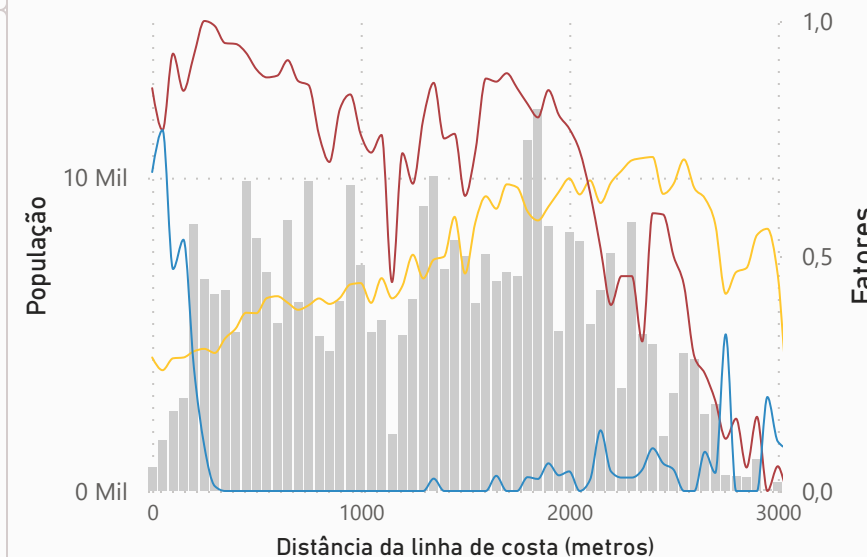


DOM X IPVS



Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

● População (estimad... ● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-natural



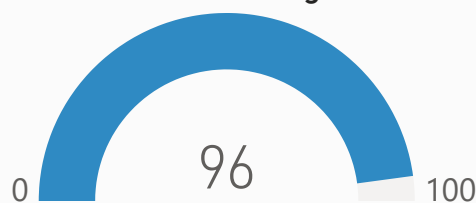
Distribuição espacial do IVSECO



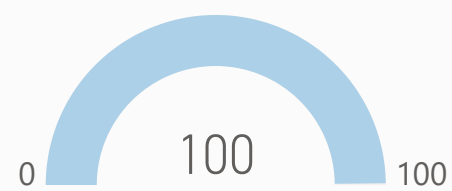
Abastecimento de água



Coleta de esgoto



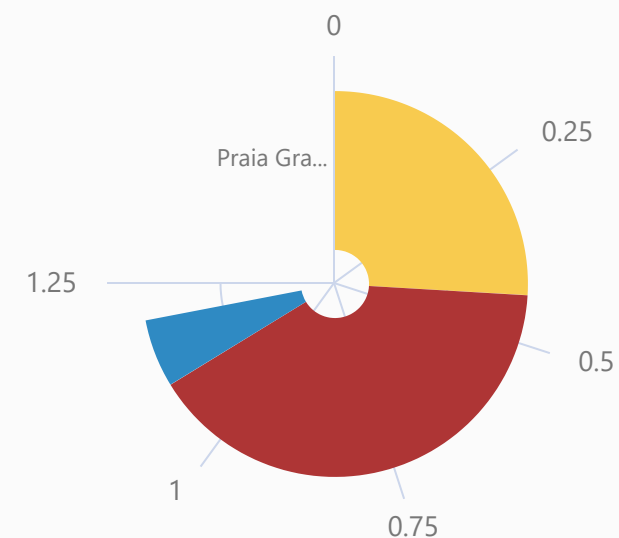
Coleta de lixo



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP

Legend

● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-Natural



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - SÃO VICENTE

População

320155

População (estimada 2022)

Linha de costa

27,68

Extensão praias (km)

Densidade populacional

12888

Habitantes por km²

Domicílios vazios

16,75%

Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional

-0,78%

Taxa geométrica

Unidades IVSECO

1.044

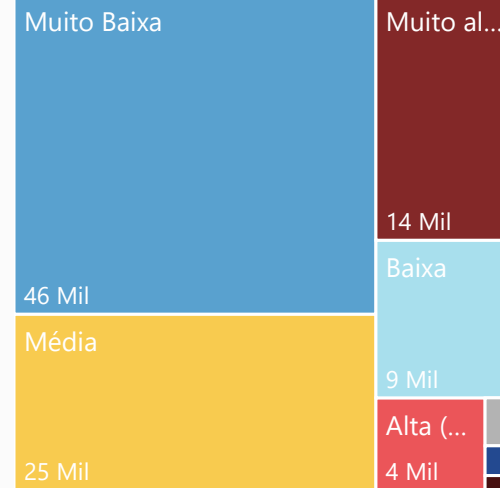
Contagem

Distribuição dos domicílios até 10m acima do NRM

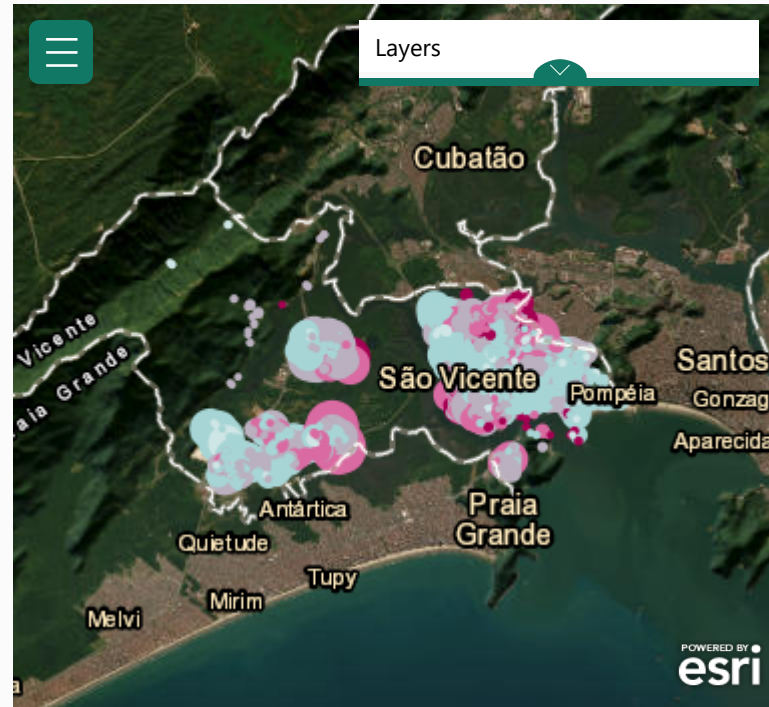
REGIÃO ● Baixada Santista



DOM X IPVS



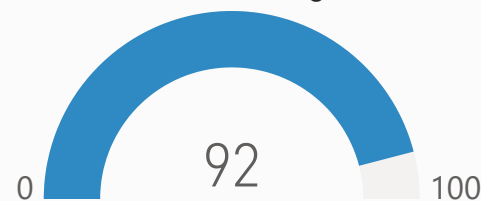
Distribuição espacial do IVSECO



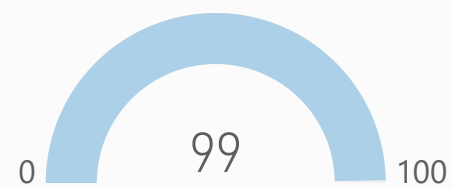
Abastecimento de água



Coleta de esgoto

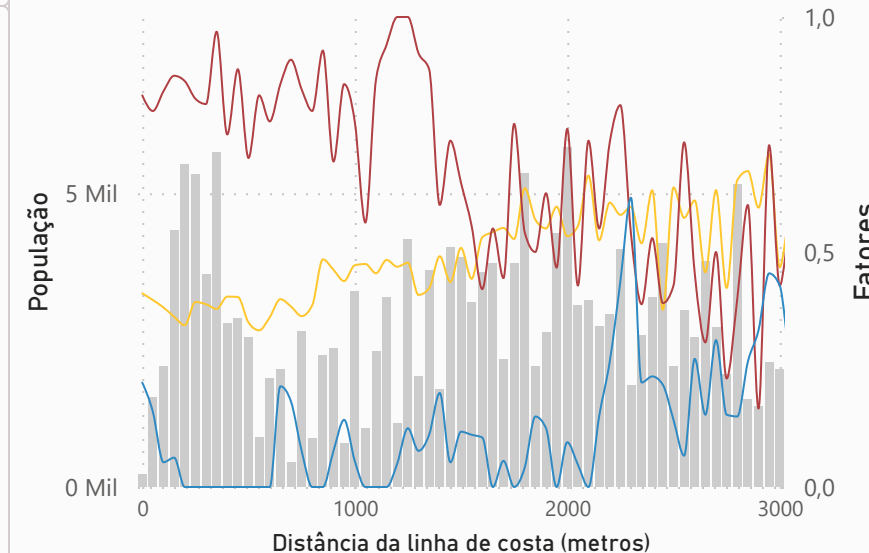


Coleta de lixo



Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

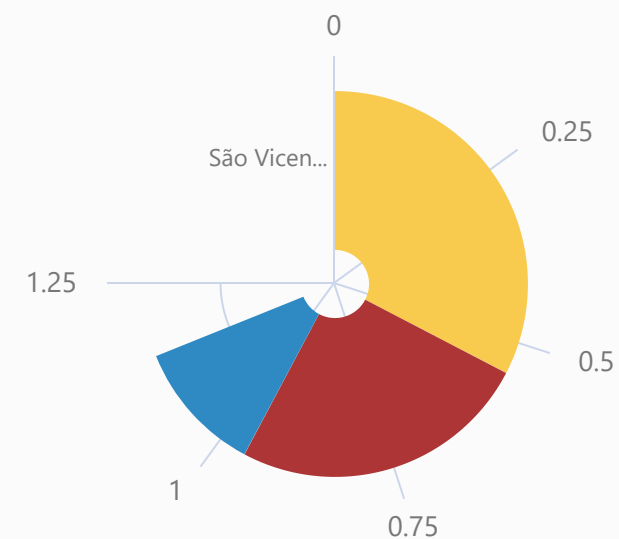
● População (estimad... ● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-natural



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP

Legend

● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-Natural



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - SANTOS

População

403202

População (estimada 2022)

Linha de costa

23,25

Extensão praias (km)

Densidade populacional

17120

Habitantes por km²

Domicílios vazios

18,17%

Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional

-0,19%

Taxa geométrica

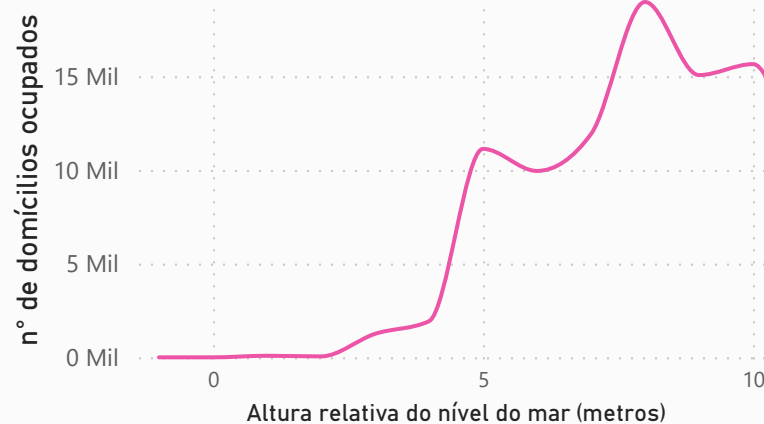
Unidades IVSECO

1.331

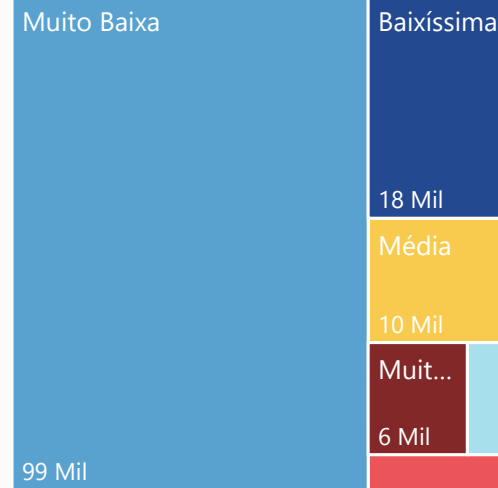
Contagem

Distribuição dos domicílios até 10m acima do NRM

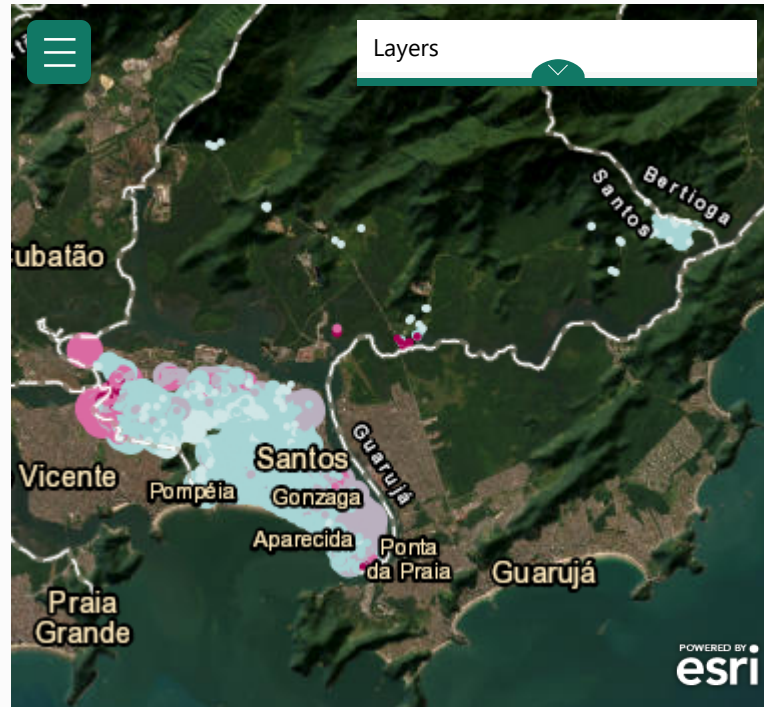
REGIÃO ● Baixada Santista



DOM X IPVS



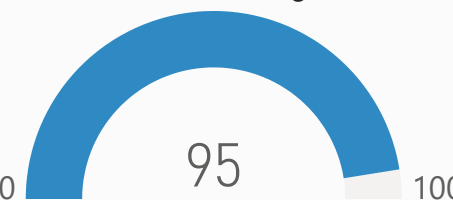
Distribuição espacial do IVSECO



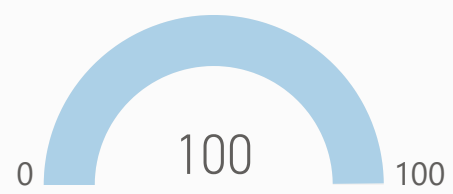
Abastecimento de água



Coleta de esgoto

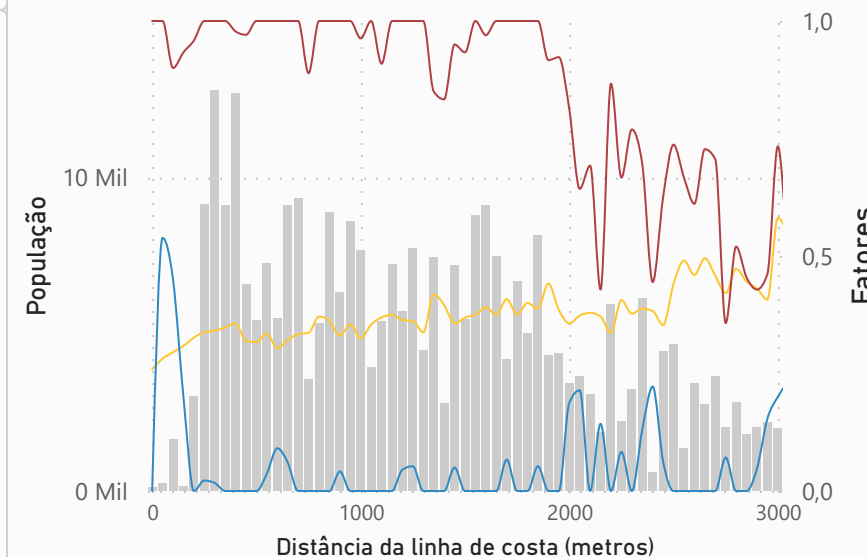


Coleta de lixo



Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

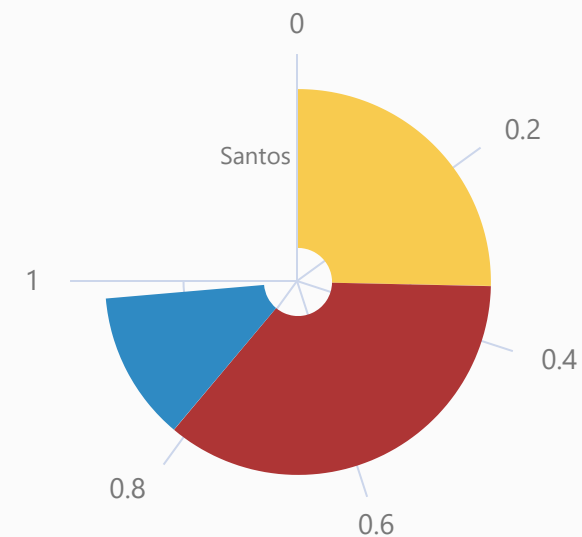
● População (estimad... ● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-natural



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP

Legend

● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-Natural



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - CUBATÃO

População

99994

População (estimada 2022)

Linha de costa

4,17

Extensão praias (km)

Densidade populacional

9500

Habitantes por km²

Domicílios vazios

6,11%

Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional

-5,26%

Taxa geométrica

Unidades IVSECO

366

Contagem

Distribuição dos domicílios até 10m acima do NRM

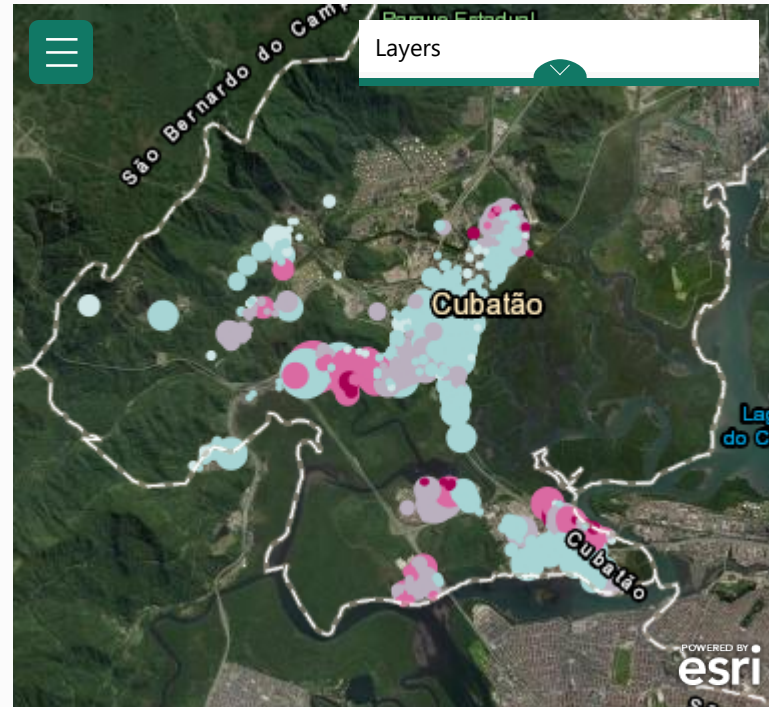
REGIÃO ● Baixada Santista



DOM X IPVS



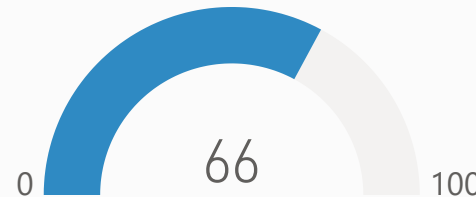
Distribuição espacial do IVSEco



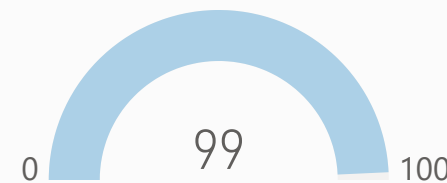
Abastecimento de água



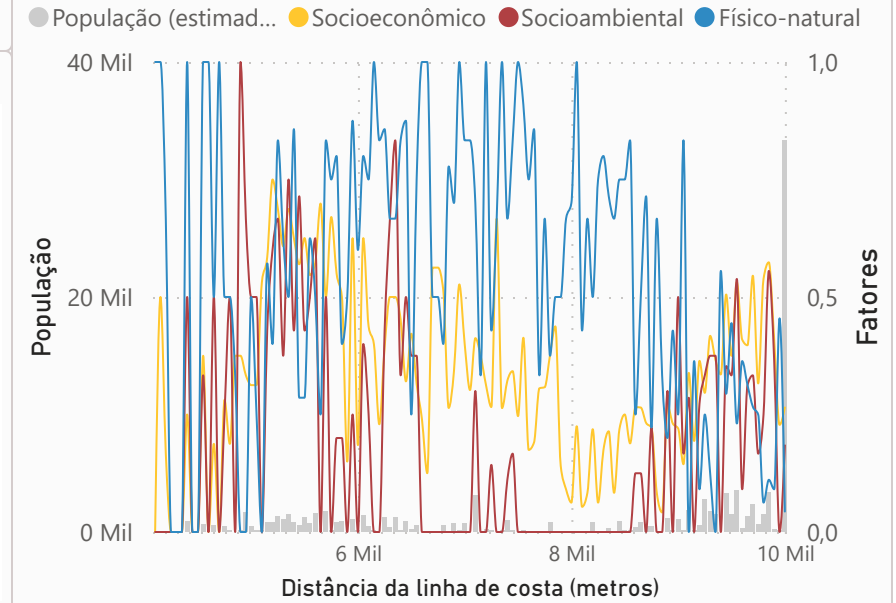
Coleta de esgoto



Coleta de lixo



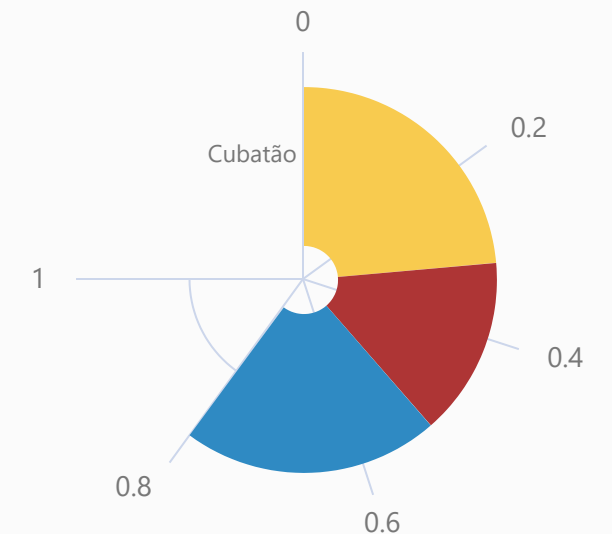
Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP

Legend

● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-Natural



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - GUARUJÁ

População

278537

População (estimada 2022)

Linha de costa

27,01

Extensão praias (km)

Densidade populacional

6500

Habitantes por km²

Domicílios vazios

38,08%

Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional

-1,07%

Taxa geométrica

Unidades IVSECO

1.403

Contagem

Distribuição dos domicílios até 10m acima do NRM

REGIÃO ● Baixada Santista

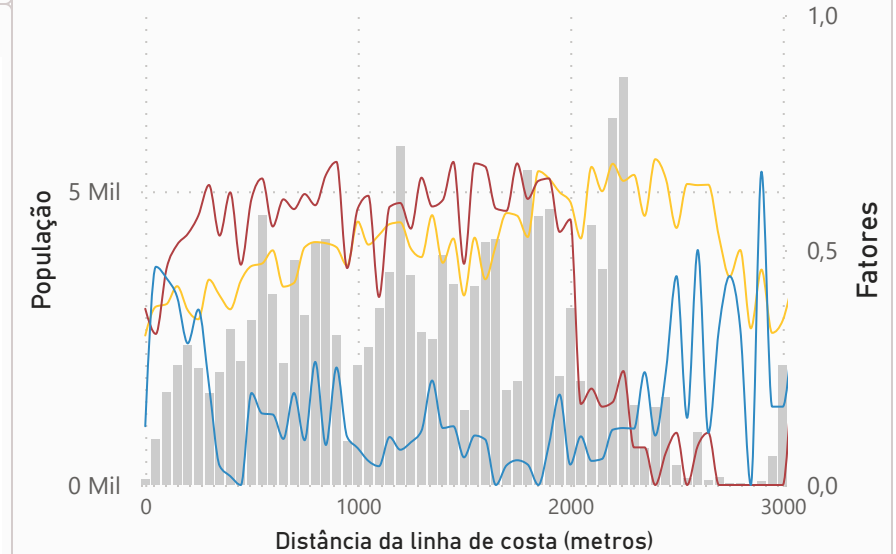


DOM X IPVS

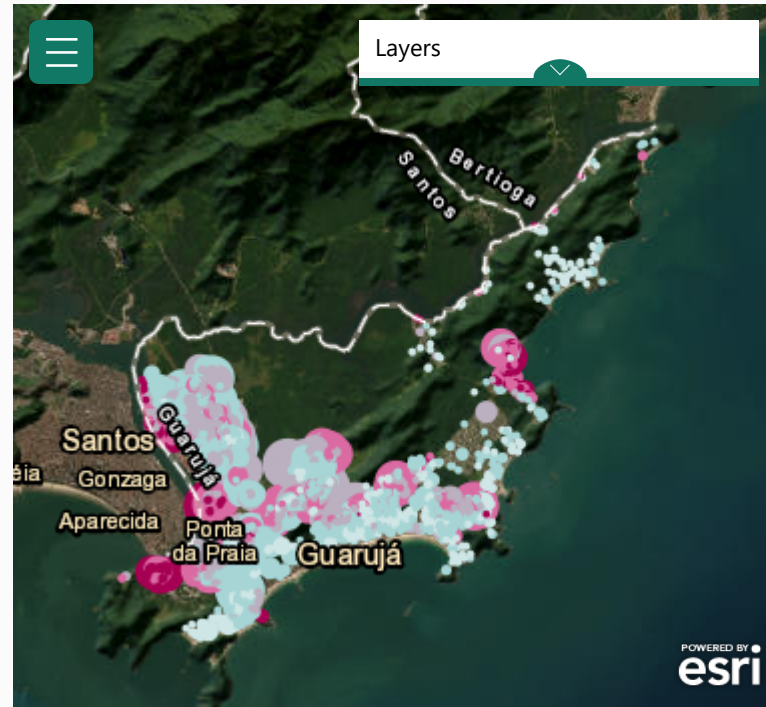


Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

● População (estimad... ● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-natural



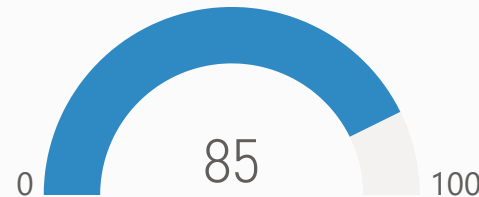
Distribuição espacial do IVSECO



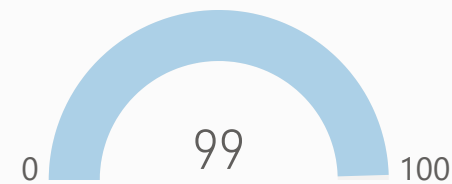
Abastecimento de água



Coleta de esgoto



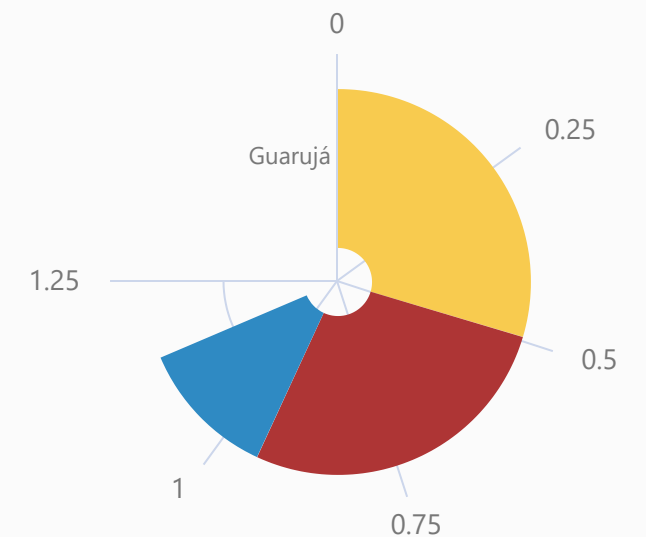
Coleta de lixo



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP

Legend

● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-Natural



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - BERTIOGA

População

63922

População (estimada 2022)

Linha de costa

45,56

Extensão praias (km)

Densidade populacional

457

Habitantes por km²

Domicílios vazios

67,23%

Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional

34,72%

Taxa geométrica

Unidades IVSECO

509

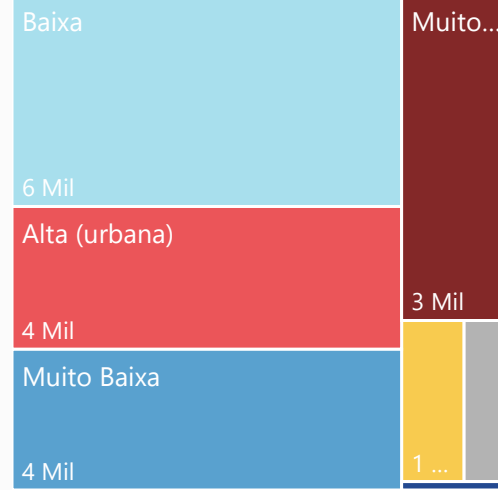
Contagem

Distribuição dos domicílios até 10m acima do NRM

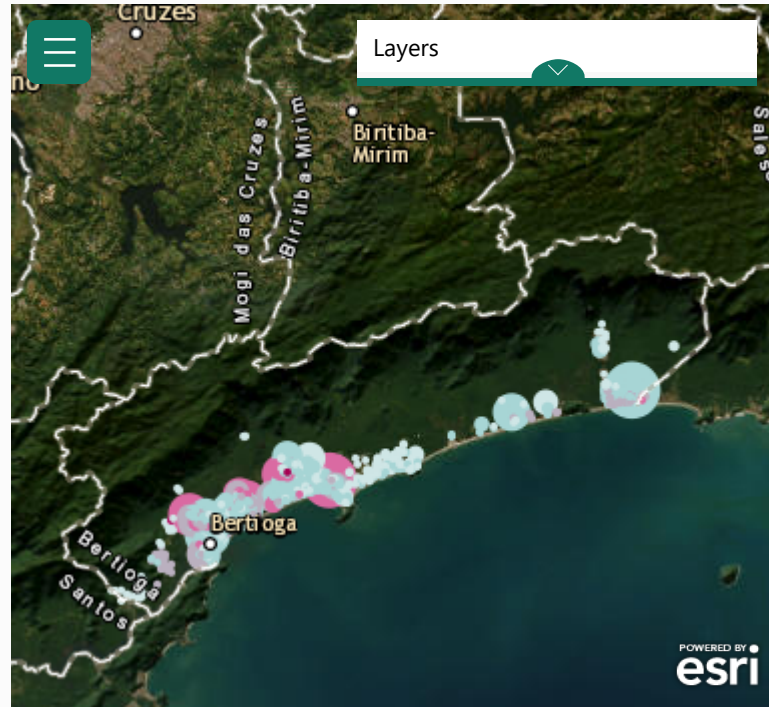
REGIÃO ● Baixada Santista



DOM X IPVS



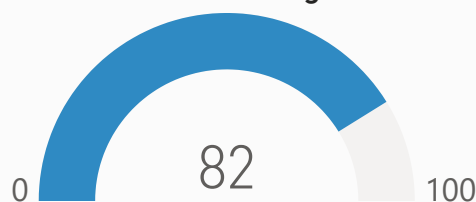
Distribuição espacial do IVSECO



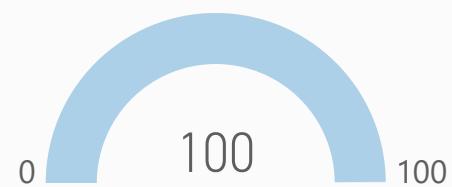
Abastecimento de água



Coleta de esgoto

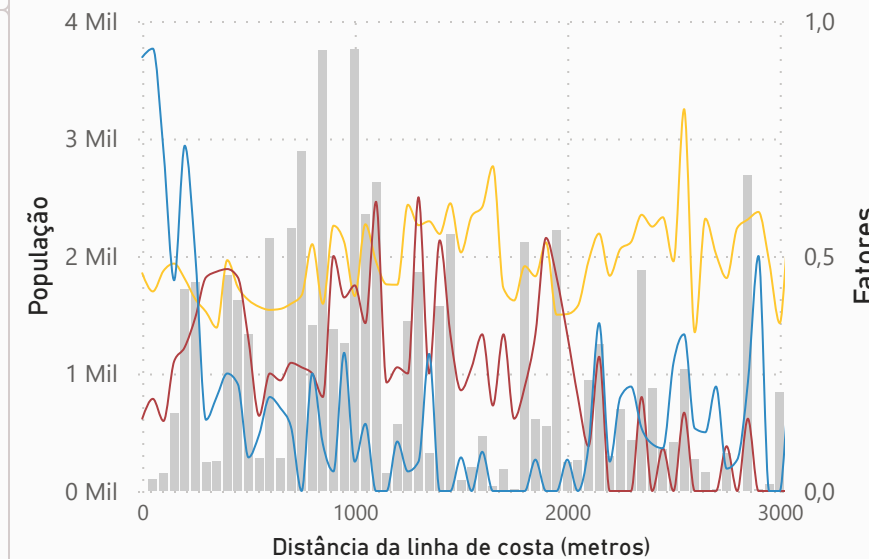


Coleta de lixo



Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

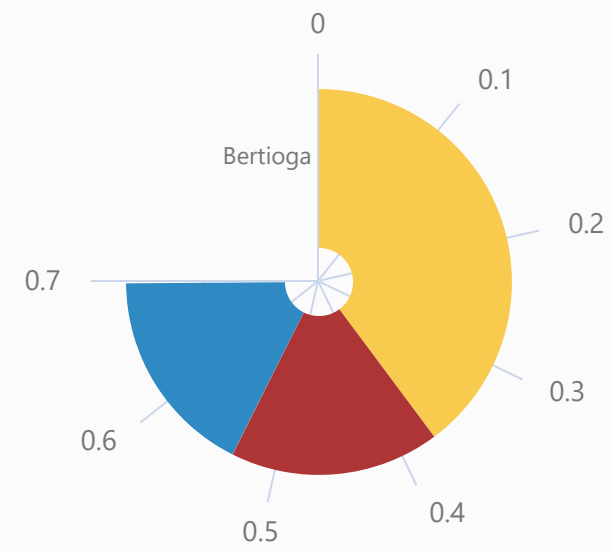
● População (estimad... ● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-natural



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCES

Legend

● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-Natural



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - LITORAL NORTE

População
334062
População (estimada 2022)

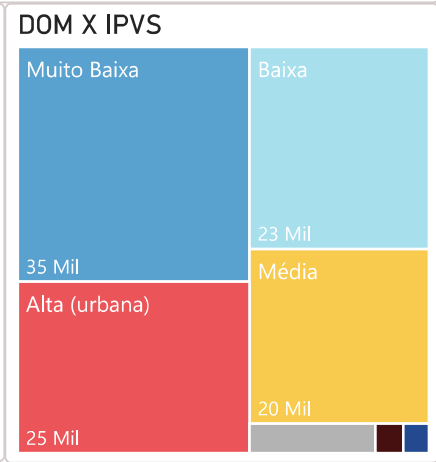
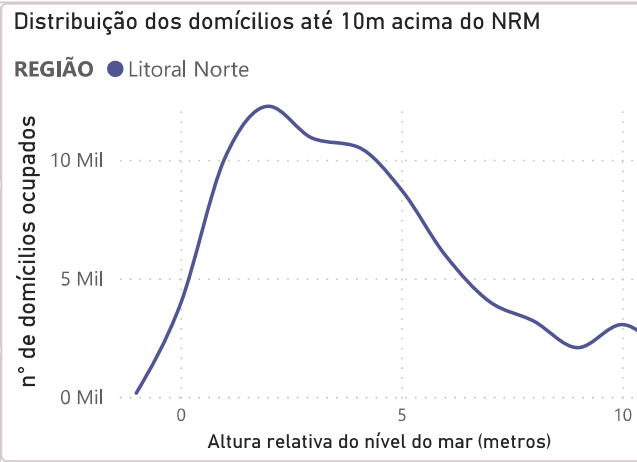
Linha de costa
134,39
Extensão praias (km)

Densidade populacional
709
Habitantes por km²

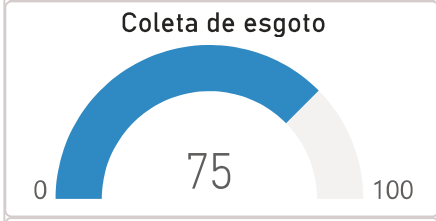
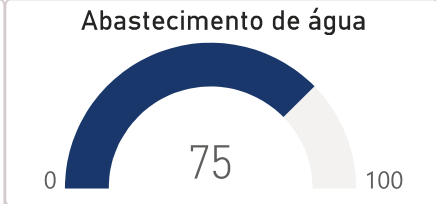
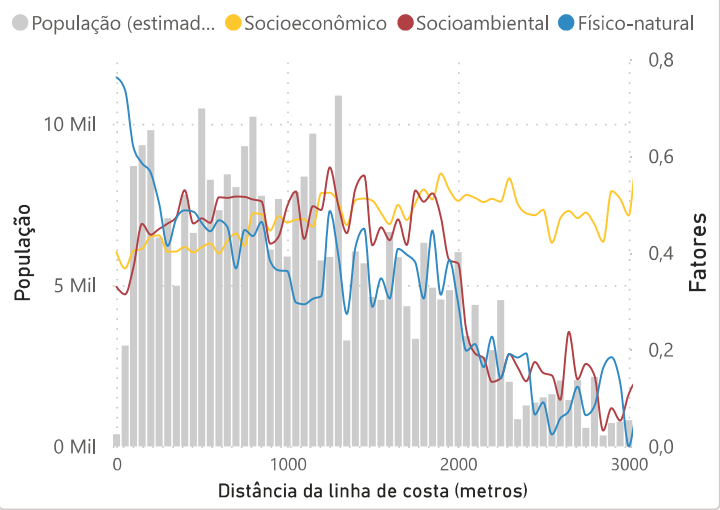
Domicílios vazios
47,61%
Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional
21,49%
Taxa geométrica

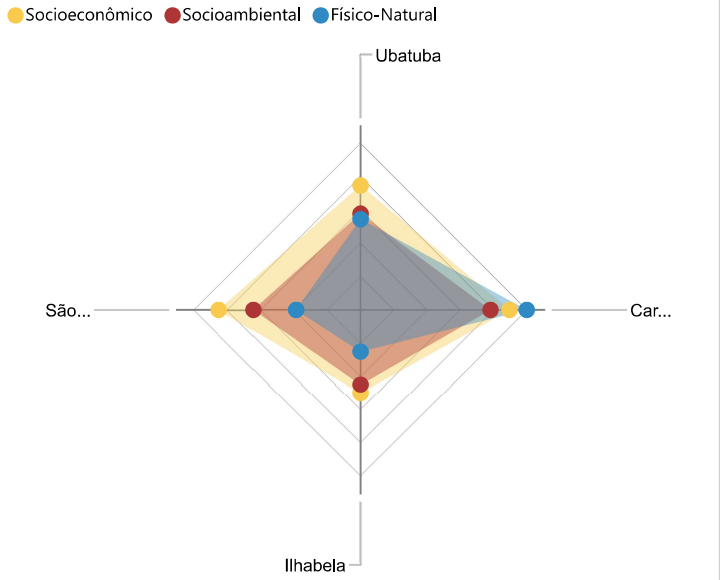
Unidades IVSECO
4.583
Contagem



Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - SÃO SEBASTIÃO

População

80766

População (estimada 2022)

Linha de costa

47,45

Extensão praias (km)

Densidade populacional

593

Habitantes por km²

Domicílios vazios

44,82%

Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional

10,28%

Taxa geométrica

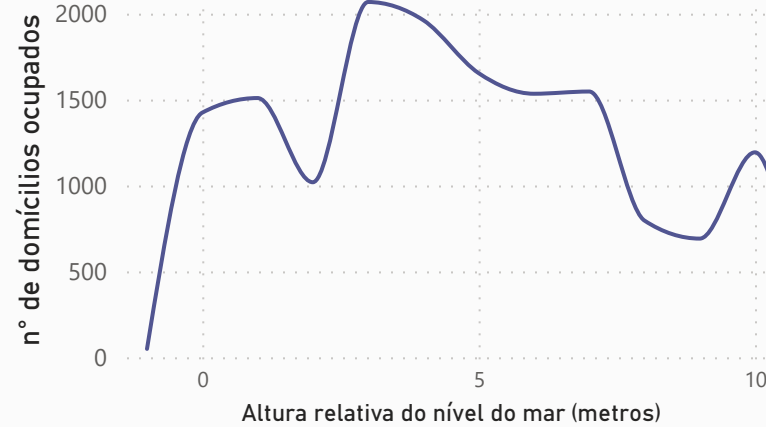
Unidades IVSECO

1.125

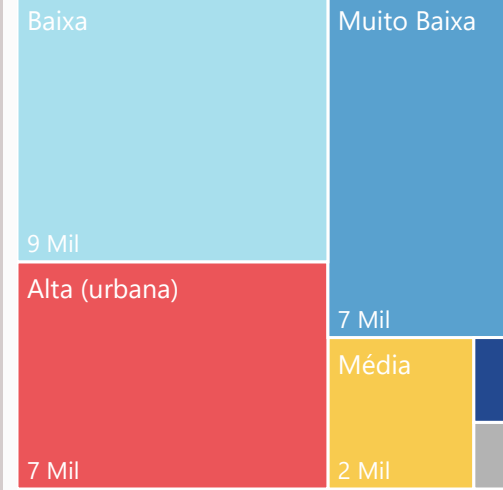
Contagem

Distribuição dos domicílios até 10m acima do NRM

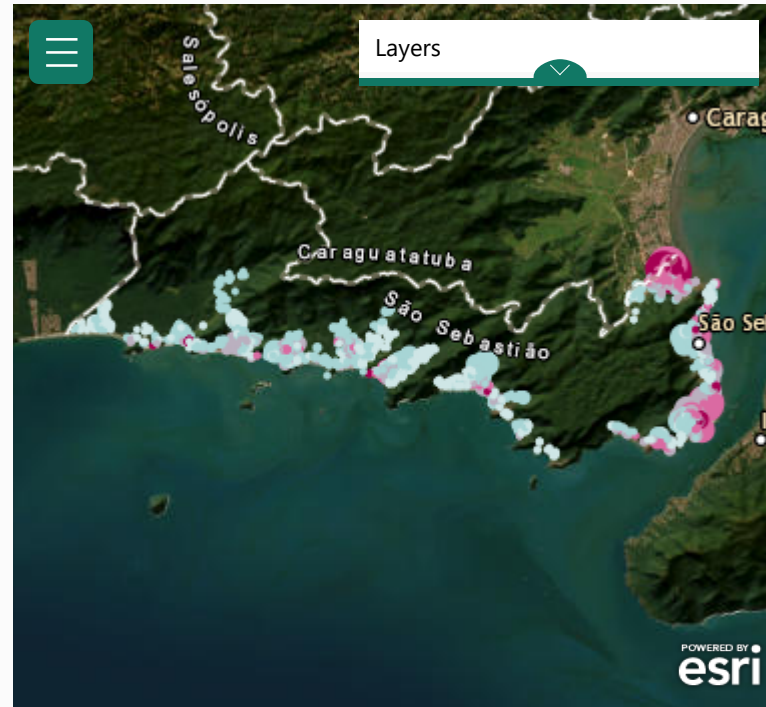
REGIÃO ● Litoral Norte



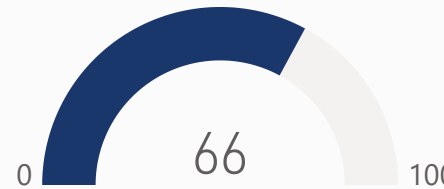
DOM X IPVS



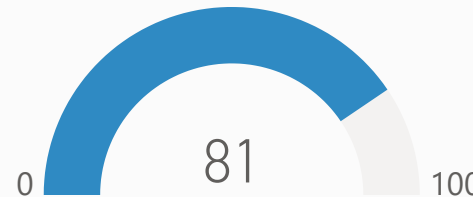
Distribuição espacial do IVSECO



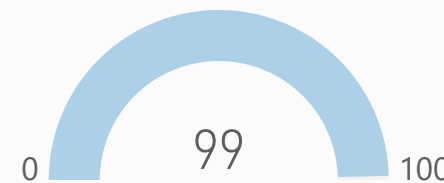
Abastecimento de água



Coleta de esgoto

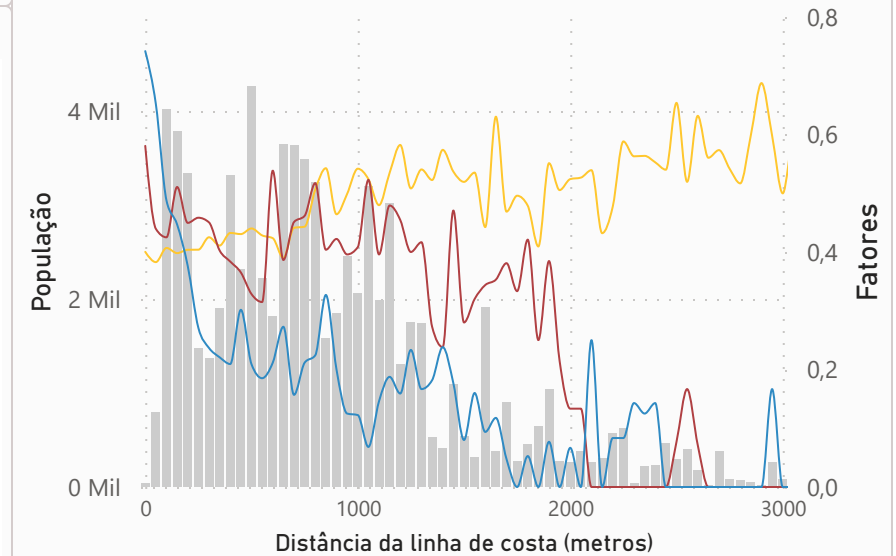


Coleta de lixo



Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

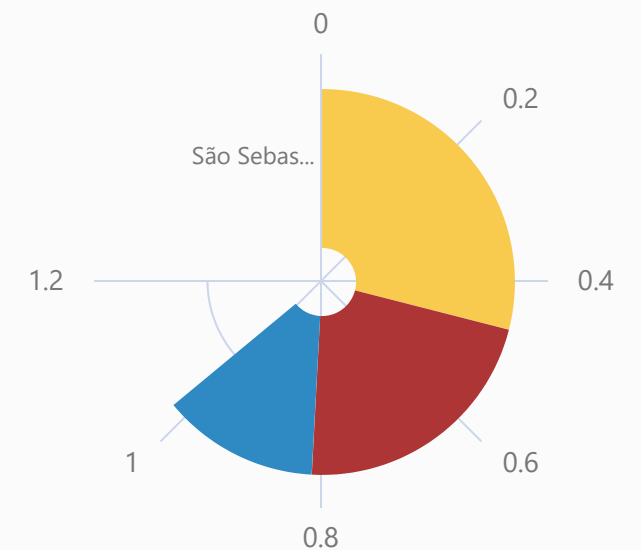
● População (estimad... ● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-natural



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP

Legend

● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-Natural



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - ILHABELA

População

32672

População (estimada 2022)

Linha de costa

10,07

Extensão praias (km)

Densidade populacional

423

Habitantes por km²

Domicílios vazios

37,55%

Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional

23,90%

Taxa geométrica

Unidades IVSECO

334

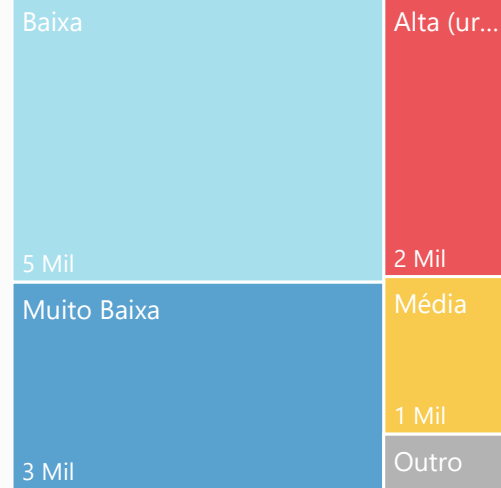
Contagem

Distribuição dos domicílios até 10m acima do NRM

REGIÃO ● Litoral Norte

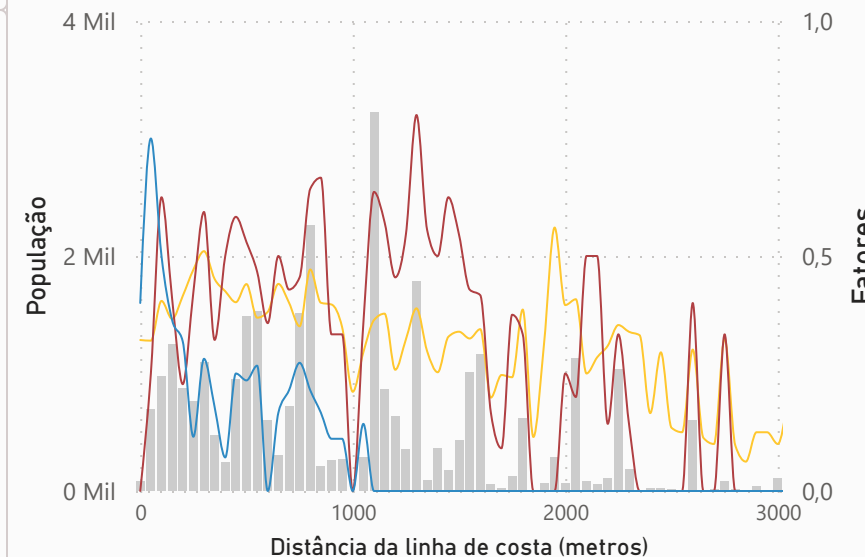


DOM X IPVS



Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

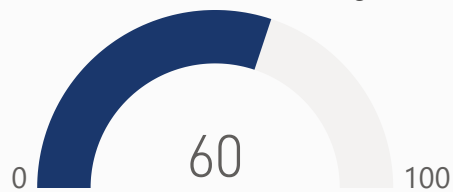
● População (estimad... ● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-natural



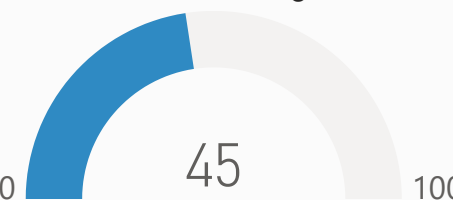
Distribuição espacial do IVSECO



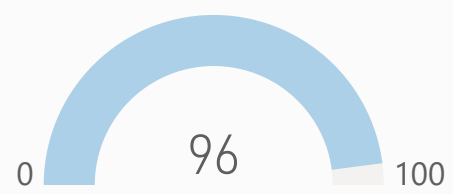
Abastecimento de água



Coleta de esgoto



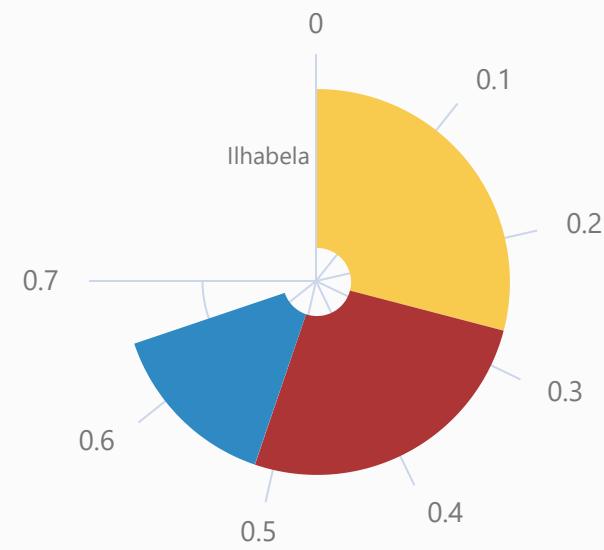
Coleta de lixo



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP

Legend

● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-Natural



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - CARAGUATATUBA

População

132627

População (estimada 2022)

Linha de costa

43,50

Extensão praias (km)

Densidade populacional

1639

Habitantes por km²

Domicílios vazios

50,37%

Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional

33,75%

Taxa geométrica

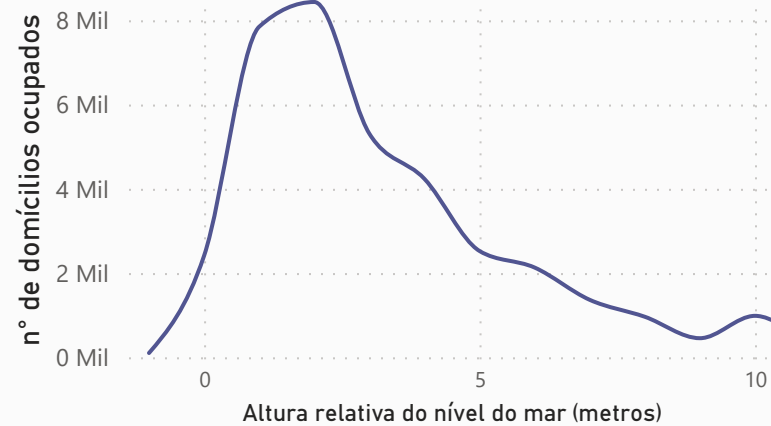
Unidades IVSECO

1.496

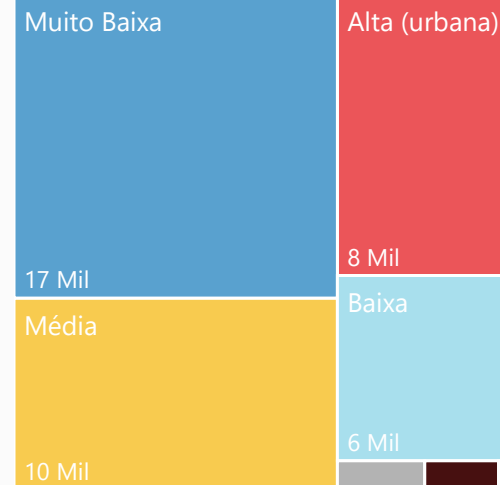
Contagem

Distribuição dos domicílios até 10m acima do NRM

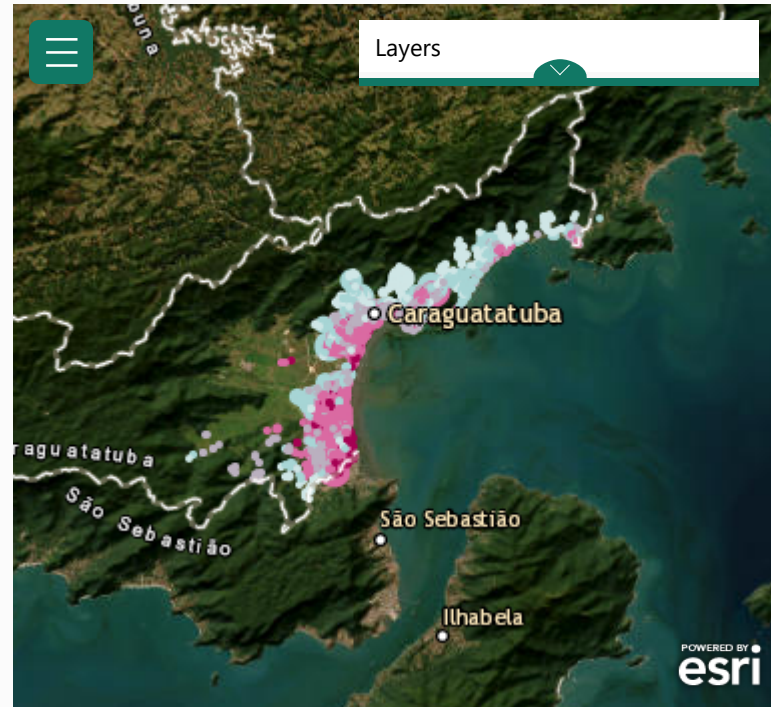
REGIÃO ● Litoral Norte



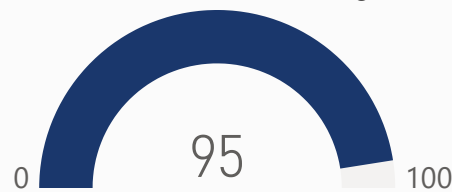
DOM X IPVS



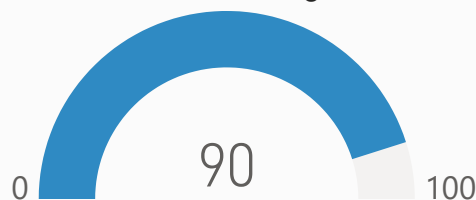
Distribuição espacial do IVSECO



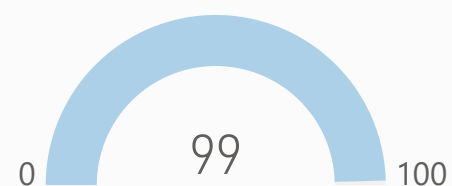
Abastecimento de água



Coleta de esgoto

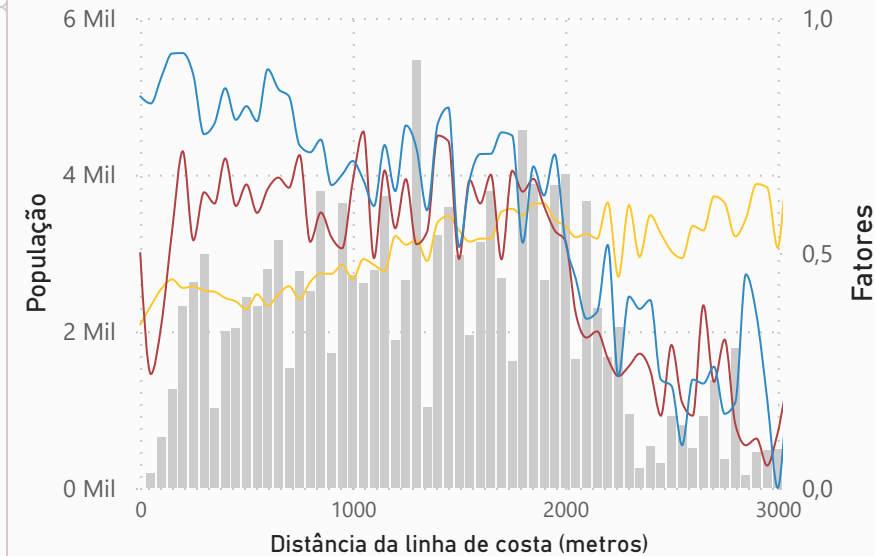


Coleta de lixo



Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP

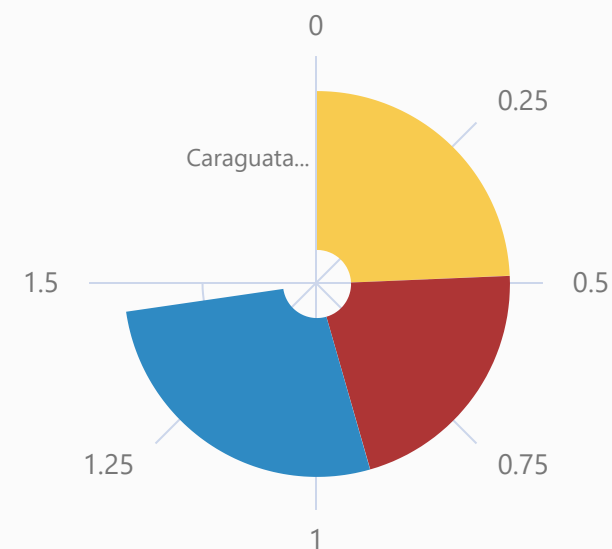
● População (estimad... ● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-natural



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP

Legend

● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-Natural



PERFIS DA VULNERABILIDADE SOCIOECOLÓGICA NO CONTEXTO DOS RISCOS COSTEIROS ZONA COSTEIRA DO ESTADO DE SÃO PAULO - CARAGUATATUBA

População

87997

População (estimada 2022)

Linha de costa

58,40

Extensão praias (km)

Densidade populacional

468

Habitantes por km²

Domicílios vazios

57,68%

Índice de vazios

Taxa de crescimento populacional

17,99%

Taxa geométrica

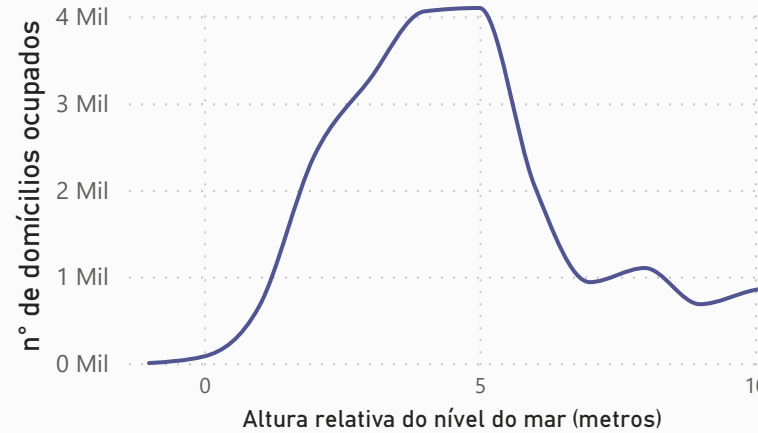
Unidades IVSECO

1.628

Contagem

Distribuição dos domicílios até 10m acima do NRM

REGIÃO ● Litoral Norte



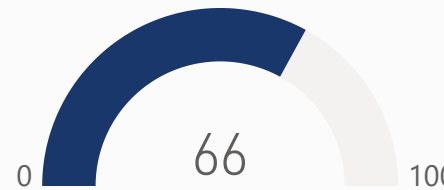
DOM X IPVS



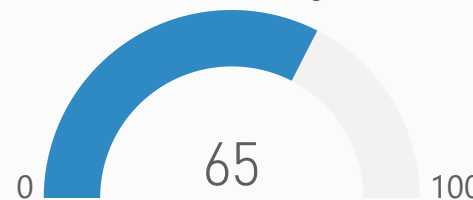
Distribuição espacial do IVSECO



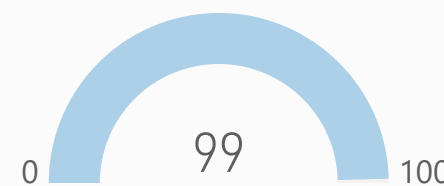
Abastecimento de água



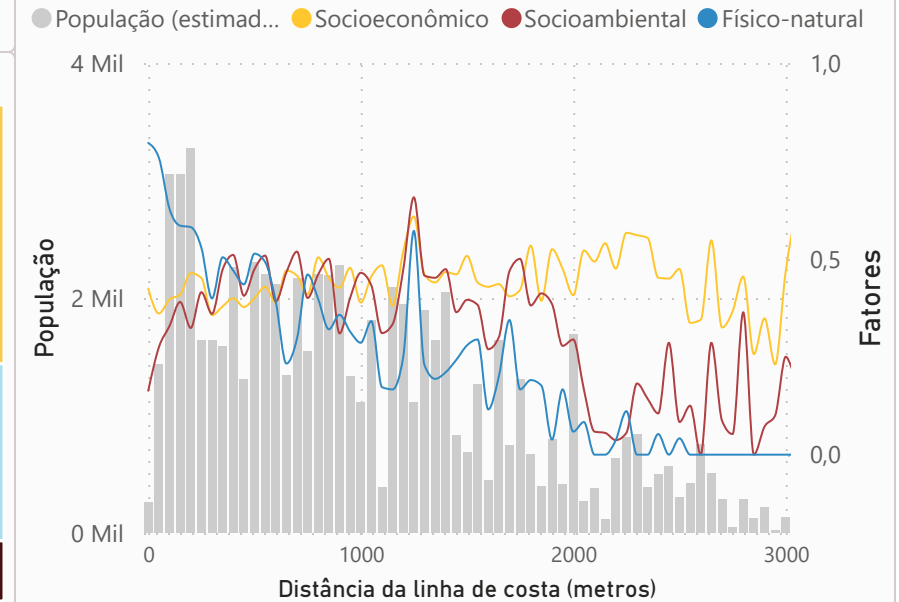
Coleta de esgoto



Coleta de lixo

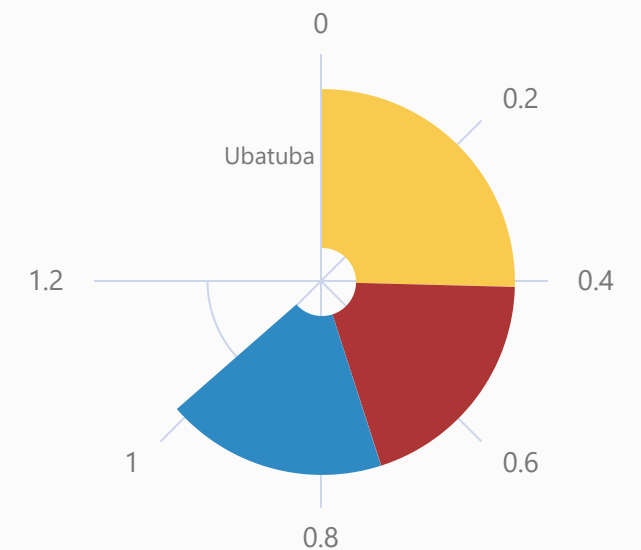


Perfil dos ativos da vulnerabilidade socioecológica da ZCESP



Superfícies da Vulnerabilidade Socioecológica da ZCESP

Legend
● Socioeconômico ● Socioambiental ● Físico-Natural



Apêndice 5. Delineamento do escopo das ações da RedEcost

Formato dos dados: XLSX/XLS

Ver em arquivos complementares

RedECOST

Plataforma digital de comunicação dos riscos
costeiros do Litoral de São Paulo

Relatório Final

versão 2023



SUMÁRIO

EQUIPE REDECOST	1
PARCERIAS	2
A MISSÃO DA REDECOST	3
PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES DA PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS	3
INICIATIVAS DA REDECOST NO LITORAL DE SÃO PAULO	6
PESQUISA-AÇÃO NO LITORAL DE SÃO PAULO	7
LITORAL SUL	8
LITORAL NORTE	8
BAIXADA SANTISTA	10
MINICURSO DE RISCOS COSTEIROS – FORMAÇÃO A DISTÂNCIA	10
UNIDADES	11
PRESTAÇÃO DE CONTAS	12
BALANÇO GERAL	12
PAINEL DE DADOS E DOCUMENTAÇÃO DOS RESULTADOS PROJETO	14

EQUIPE REDECOST

TUTORAS

Célia Regina de Gouveia Souza	Dra. e Pesquisadora Científica no IPA – SIMA/SP
Sueli Ângelo Furlan	FFLCH/ Departamento de Geografia

COORDENADORAS

Raquel Alfieri Galera	FFLCH/ Departamento de Pós-graduação em Geografia Física
Aline Cardinale de Araujo de Oliveira	FFLCH/ Departamento de Pós-graduação em Geografia Física

COLABORADORES

Ana Lucia Gomes dos Santos	FFLCH/ Departamento de Pós-graduação em Geografia Física
Anne Karoline de Oliveira	FFLCH/ Departamento de Pós-graduação em Geografia Física
Edson Alves Filho	FFLCH/ Departamento de Pós-graduação em Geografia Física
Eduardo Schmid Braga	FFLCH/ Departamento de Pós-graduação em Geografia Física
Eliana Mazzucato	IGc (Instituto de Geociências) / Mineralogia e Geotectônica
Felipe Rosa do Nascimento	FFLCH/ Departamento de Pós-graduação em Geografia Física
Ilía Crassus Pretralonga	FFLCH/ Departamento de Pós-graduação em Geografia Física
Juarez Jose da Silva	FFLCH/ Departamento de Pós-graduação em Geografia Física
Priscila Linhares da Silva	FFLCH/ Departamento de Pós-graduação em Geografia Física
Simone Mendonça dos Santos	FFLCH/ Departamento de Pós-graduação em Geografia Física

Construção da plataforma digital de comunicação
dos riscos costeiros do Litoral de São Paulo

RELATÓRIO FINAL 2023





Construção da plataforma digital de comunicação dos riscos costeiros do Litoral de São Paulo

EQUIPE REDECOST

BOLSISTAS DE GRADUAÇÃO

Clélia Regina de Carvalho Camargo	Licenciatura em Geociências e Educação Ambiental, IGc-USP
Gabriela Bataglia Ferraz Lima	Licenciatura em Geociências e Educação Ambiental, IGc-USP
Giovanna Santini Ruta Lopes	Oceanografia, IO-USP
Lucca Eppinger	Sistema de informação, EACH-USP
Maria Letícia de Melo Saraiva	Oceanografia, IO-USP
Rafael Malheiros Leal	Oceanografia, IO-USP
Vinícius Deocleciano Morais Silva	Geografia, FFLCH/USP

PARCERIAS



Construção da plataforma digital de comunicação dos riscos costeiros do Litoral de São Paulo

RELATÓRIO FINAL 2023

A MISSÃO DA REDECOST

PRINCIPAIS CONTRIBUIÇÕES DA PROPOSTA PARA IMPLEMENTAÇÃO DE POLÍTICAS PÚBLICAS

A RedECOST é uma instituição dedicada ao fortalecimento da gestão integrada dos riscos costeiros no Litoral do Estado de São Paulo. Nosso objetivo principal é compreender e abordar as dinâmicas e vulnerabilidades associadas a esses riscos, criando estratégias robustas de governança adaptativa pautada por soluções baseadas na natureza (SbN), promovendo políticas públicas eficazes.

Contamos com uma equipe multidisciplinar altamente qualificada, com a missão de fomentar parcerias estratégicas e ações colaborativas. Nossa cooperação interinstitucional abrange universidades, institutos de pesquisa, gestores públicos, ONGs e a comunidade em geral. Buscando desenvolver estratégias em rede. Acreditamos firmemente na conexão entre o conhecimento científico e a educação ambiental e cidadã. Por isso, nossas atividades são direcionadas a amplificar e fortalecer iniciativas locais já em andamento, sempre com o objetivo de mitigação e adaptação dos riscos costeiros.

Nossa atuação é potencializada por meio de uma plataforma digital. Através dela, buscamos engajar os principais atores envolvidos, facilitando a implementação de ações práticas e a formação de capacidades. Valorizamos a construção coletiva de saberes e estamos sempre em busca de novas parcerias que compartilhem de nossa visão e comprometimento com a gestão dos riscos costeiros.



A RedECOST está firmemente comprometida em liderar uma agenda climáticas. Nosso objetivo central é criar oportunidades de aprendizagem e difundir o conhecimento ambiental aplicado, considerando uma ampla variedade de contextos. Com isso, visamos a redução direta dos impactos climáticos no âmbito local, capacitando comunidades e tomadores de decisão a enfrentar e adaptar-se aos desafios associados

A RedECOST reconhece a urgência de abordar os riscos costeiros em face das mudanças climáticas. Para endereçar essa questão, temos direcionado nossos esforços para integrar o rigor do conhecimento científico com a educação ambiental e cidadã. Essa sinergia foi construída pautado pelos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS).



Figura 1. Municípios do Litoral de São Paulo onde a RedECOST esteve



RedECOST reconhece a urgência de abordar os riscos costeiros em face das mudanças climáticas. Para endereçar essa questão, temos direcionado nossos esforços para integrar o rigor do conhecimento científico com a educação ambiental e cidadã. Essa sinergia é essencial para aprimorar políticas públicas e para impulsionar iniciativas já em curso.

Entre as ações apoiadas e fortalecidas por nossa instituição, destacam-se:

- **Plano Preventivo de Defesa Civil** para erosão costeira, inundações costeiras e enchentes/alagamentos causados por eventos meteorológicos-oceanográficos extremos, como ressacas do mar e marés altas anômalas (“PPDC de Ressacas”). Esta iniciativa é realizada em estreita colaboração com a Defesa Civil, tanto em âmbito municipal, regional e estadual.
- **Rede de Educação para Redução dos Riscos de Desastres do Litoral Norte de São Paulo.**
- **Municípios Paulistas Resilientes;** programa voltado para a capacitação e preparo das cidades diante de adversidades climáticas.
- **Programa Município Verde e Azul;** uma iniciativa que valoriza a gestão ambiental e as práticas sustentáveis nos municípios paulistas.
- **Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e Redução de Riscos Geológicos (PDN);** estratégia voltada para a prevenção e resposta a desastres geológicos e naturais.
- **Política Estadual de Mudanças Climáticas (PEMC);** um marco na gestão ambiental do estado, que visa a mitigação e adaptação às mudanças climáticas.
- **Plano de Ação Climática para o Estado de São Paulo;** uma diretriz estratégica para o enfrentamento das questões climáticas em nível estadual.

A principal estratégia da RedECOST é servir como ponte entre a produção de materiais didáticos de alto padrão técnico-científico e a crucial comunicação dos riscos costeiros Zona Costeira do Litoral de São Paulo. As áreas identificadas como prioritárias para intervenção, apresentadas na Figura 1, são foco das pesquisas conduzidas pelos alunos de pós-graduação que integram o prestigiado Grupo de Pesquisa do CNPq Estudos Costeiros, sob coordenação Profa. Dra. Célia Regina de Gouveia Souza.

Entendendo a relevância da era digital, a criação de uma identidade específica para a comunicação online tornou-se primordial, permitindo uma disseminação abrangente do conhecimento e expertise compartilhados por nossa rede

Figura 2. Registros fotográficos das atividades de campo: ação com a comunidade em Ilha Comprida-SP e dir. formação do quadro de defesa civil do Litoral Norte de São Paulo



Para promover uma transformação profunda nas abordagens e intervenções dos atores envolvidos nos ecossistemas costeiros, desenvolvemos uma plataforma digital inovadora. Esta ferramenta, destacada pela Figura 3, foi projetada para ampliar o acesso à informação e utiliza técnicas de educação ambiental para a divulgação científica.

Nossa meta é capacitar e engajar agentes locais de transformação, todos conectados sob a bandeira da RedECOST, simbolizada pelo lema

Uma Areia para o Futuro”

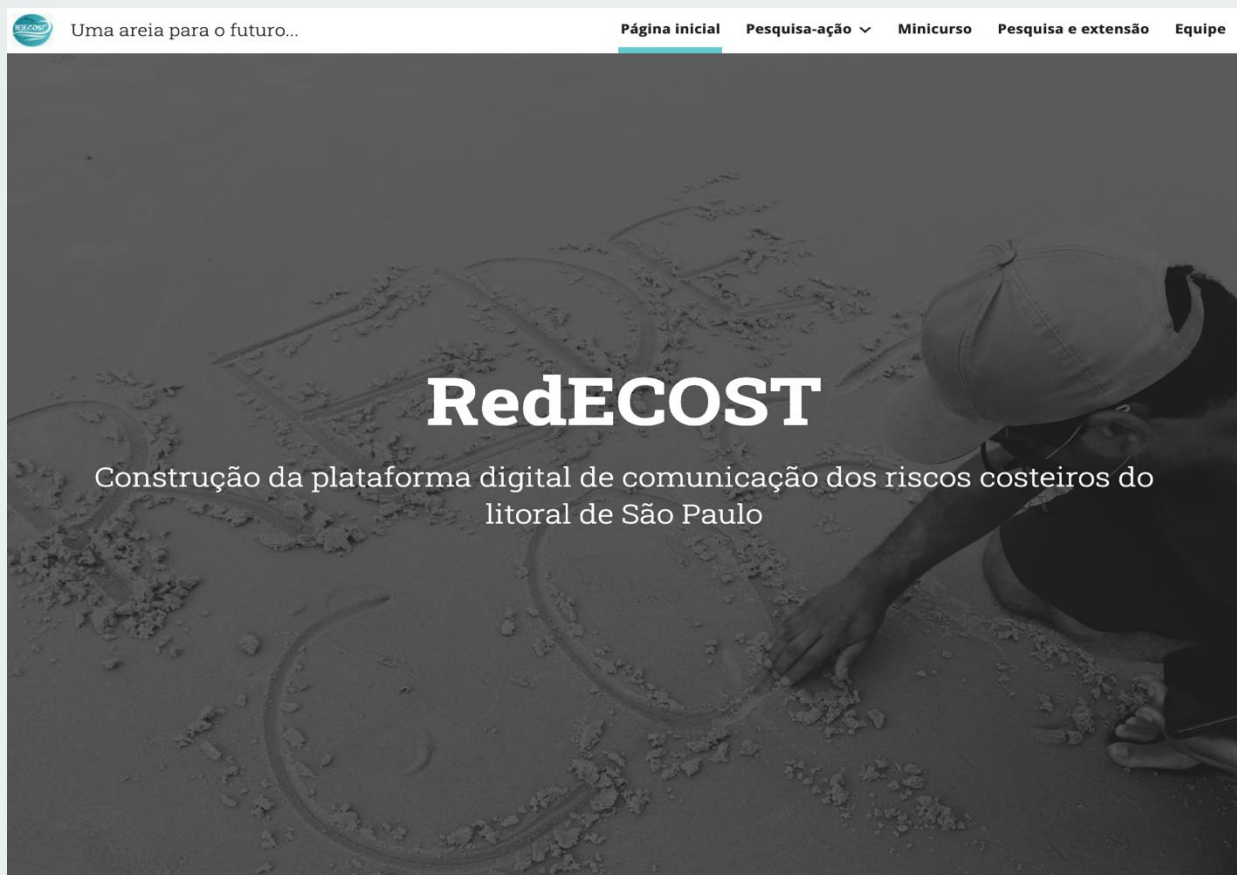


Figura 3. *Página inicial da plataforma digital da RedECOST*

As estratégias de comunicação foram fundamentais para estabelecer as conexões da RedECOST, promovendo um processo participativo de educação inclusiva, equitativa e de qualidade. Nesta perspectiva, foram criadas oportunidades de aprendizagem e a difusão do conhecimento ambiental aplicado, abordando temas como dinâmicas costeiras e os impactos das mudanças climáticas no LSP. Assim, plataforma digital pretende organizar os produtos elaborados neste projeto e garantindo o livre acesso ao material produzido.

INICIATIVAS DA REDECOST NO LITORAL DE SÃO PAULO

A RedECOST propõe iniciativas para mobilização e organização dos atores mapeados, em processos participativos, organizados por uma plataforma digital de comunicação dos riscos costeiros e integrada à ação no território. Para atingir aos seus objetivos a plataforma foi organizada em 3 eixos: pesquisa-ação no litoral de São Paulo; Minicurso de Riscos Costeiros, e Glossário (FIGURA 4).



PESQUISA-AÇÃO

Atividades de educação ambiental em praias que são hotspot de erosão costeira no Litoral do Estado de São Paulo.

MINICURSO

Formação á distância de professores, técnicos e gestores envolvidos em ações estratégicas de redução dos riscos costeiros.

GLOSSÁRIO

Você sabe o que são os riscos costeiros? Conheça o ABC sobre os principais termos e conceitos de forma didática.

Figura 4. *Iniciativas da RedECOST no Litoral de São Paulo*

PESQUISA-AÇÃO NO LITORAL DE SÃO PAULO

Os materiais digitais da RedECOST foram meticulosamente desenvolvidos por uma equipe de especialistas e pela coordenação, utilizando como base um referencial teórico interdisciplinar adaptado pedagogicamente. Ficou a cargo dos bolsistas a importante tarefa de adaptar esses conteúdos para fins de divulgação científica, bem como para a produção de materiais didático-pedagógicos. Estes, por sua vez, foram projetados especificamente para uso em oficinas práticas de Educação Ambiental em campo.

Nossas iniciativas de pesquisa-ação abrangem seis municípios do Litoral de São Paulo e estão fundamentadas em quatro abordagens principais:

1. Orientações técnicas e formação de gestores municipais, para intervenção responsável sobre linha de costa – Soluções baseadas na natureza (SbN)
2. Proposição de plano de aula com a temática ‘Educação para Redução dos Riscos de Desastres - ERRD’ para cidades do LSP;
3. Capacitação de técnicos da defesa civil para composição do ‘PPDC de Ressaca’ dos municípios do LSP;
4. Formação da sociedade civil e organizada, com foco nas comunidades vulneráveis emergentes.

LITORAL SUL

ILHA COMPRIDA

Período de realização das atividades: de 20 a 24 de setembro de 2021

As ações desenvolvidas no Litoral Sul se concentraram no setor norte de Ilha Comprida. Na região apresenta erosão costeira crônica. Principais estratégias: treinamento de colaboradores e bolsistas, apoio técnico ao gestor público e intervenção com a comunidade local. Local: Balneário Araçá e Ponta Norte da Ilha

[Saiba mais clicando aqui!](#)



LITORAL NORTE

UBATUBA

Período de realização das atividades: de 05 a 08 de setembro de 2021

Ação de Educação para Redução dos Riscos de Desastres (ERRD) com alunos do Ensino Fundamental I. Local: Praia do Itaguá.

[Saiba mais clicando aqui!](#)



ILHABELA E SÃO SEBASTIÃO

Período de realização das atividades: de 13 a 14 de setembro de 2021

Capacitação técnica de agentes de defesa civil do Litoral Norte de São Paulo. Local: Praias de Perequê (Ilhabela) e Praia de Juquehy, São Sebastião (SP).

[Saiba mais clicando aqui!](#)



CARAGUATATUBA

Período de realização das atividades: 15 outubro de 2021

Ação com apoio da comunidade organizada local para o reconhecimento dos hotspots de erosão costeira. Local: Praia de Massaguaçu e Praia da Mocoóca

[Saiba mais clicando aqui!](#)



BAIXADA SANTISTA

GUARUJÁ

Período de realização das atividades: de 06 a 10 de novembro de 2021

Ação com gestores e a comunidade para o reconhecimento dos serviços ecossistêmicos prestados pelo sistema de praia-dunas na Praia da Enseada.

[Saiba mais clicando aqui!](#)



MINICURSO DE RISCOS COSTEIROS – FORMAÇÃO A DISTÂNCIA

O Minicurso de Riscos Costeiros é uma idealização do Projeto REDECOST em parceria com o projeto FAPESP 'Sistema de aviso de ressacas e inundações costeiras para o litoral de São Paulo, com foco em impactos das mudanças climáticas - SARIC' (Processo: 2018/14601-0), com a coordenação da Dra. e Pesquisadora Científica Celia Regina de Gouveia Souza, Instituto de Pesquisas Ambientais-SIMA/SP. O minicurso foi organizado em 5 temas: conceitos básicos sobre os riscos costeiros; os riscos costeiros; causas e consequências da erosão costeira; medidas de adaptação e mitigação. A capacitação teve o objetivo o exercício de ações direcionadas ao Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) para Erosão Costeira, Inundações Costeiras e Enchentes/Alagamentos causados por Eventos Meteorológicos-Oceanográficos Extremos como Ressacas do Mar e Marés Altas ([Resolução CMIL 17-610 - Cedec, de 28-11-2016](#)). Ao final do encontro foi realizado o lançamento 'Ficha de campo de vistoria técnica de riscos costeiros'.

UNIDADES

- A. Conceitos básicos sobre o sistema praia-duna
- B. Riscos Costeiros
- C. Causas e consequências da erosão costeira P.1 e P.2
- D. Medidas de adaptação e mitigação
- E. Ficha de campo de vistoria técnica

A sistematização dos conteúdos digitais está organizada em multiformatos de dados, abordando diferentes narrativas sobre os conflitos socioambientais e problemas complexos intrínsecos ao LSP.

MINICURSO DE RISCOS COSTEIROS

[ACESSE AOS NOSSOS VIDEOS](#)



A produção de materiais foi fundamentada nas linhas de pesquisa do Grupo de Estudos Costeiros: Avaliação dos serviços ecossistêmicos da paisagem costeira; Geologia, geomorfologia e biogeografia de ambientes costeiros; Geomorfologia costeira; Geopatrimônio, geoturismo e geoconservação; Gestão costeira; Impactos das mudanças climáticas na zona costeira; Riscos costeiros: erosão costeira, inundações costeira, inundações continentais.

PRESTAÇÃO DE CONTAS

Balanco geral

Tabela 1. Movimentação financeira da RedECOST

ALÍNEAS	R\$ VALOR RECEBIDO	R\$ EXECUTADO	R\$ SALDO
DESPESAS DE CUSTEIO E CAPITAL	R\$ 37.980,00	R\$ 34.560,00	R\$ 3.420,00
BOLSAS DE ESTUDO	R\$ 57.600,00	R\$ 32.000,00	R\$ 25.600,00
TOTAL DOS RECURSOS DISPONIBILIZADOS	R\$ 95.580,00	R\$ 66.560,00	R\$ 29.020,00

Tabela 2. Resumo das despesas de custeio e capital das atividades da RedECOST

ATIVIDADE	R\$ VALOR RECEBIDO	R\$ EXECUTADO	R\$ SALDO
CAMPO 01 - LITORAL SUL	R\$ 7.680,00	R\$ 8.193,18	-R\$ 513,18
CAMPO 02 - UBATUBA	R\$ 7.680,00	R\$ 8.153,11	-R\$ 473,11
CAMPO 03 - ILHA, SS E CAR	R\$ 7.680,00	R\$ 5.598,93	R\$ 2.081,07
CAMPO 04 - GUARUJÁ	R\$ 11.520,00	R\$ 12.620,68	-R\$ 1.100,68
RESUMO	R\$ 34.560,00	R\$ 34.565,90	-R\$ 5,90

Tabela 3. Quadro de bolsas de estudos da RedECOST*

Bolsistas	N bolsas	Total executada	Principais atribuições	Relatório parcial das atividades
Clélia Regina de Carvalho Camargo	6	R\$ 4.000,00	Relações pública: organização da agenda de atividades; atas de reunião; relatoria das atividades de campo	https://drive.google.com/file/d/1EIQM2UU7KQGyJKEyMvJV_zXE5V6wclf/view?usp=sharing
Maria Leticia de Melo Saraiva	5	R\$ 2.400,00	Relações publicadas: organização da agenda de atividades; atas de reunião; relatoria das atividades de campo	https://drive.google.com/file/d/1jrD4AZKtE4Xc21zUioYeZDYJ_-o3if-S/view?usp=sharing
Naraynã Ponciano Nunes	3	R\$ 4.000,00	Relações públicas: organização da agenda de atividades; atas de reunião; relatoria das atividades de campo	https://drive.google.com/file/d/15StN5KMqE05JbrMnOQAGRxA8MwuQGVme/view?usp=sharing
Gabriela Bataglia Ferraz Lima	5	R\$ 4.000,00	Adaptação de materiais didático-pedagógicos para os diferentes níveis de educação básica	https://drive.google.com/file/d/1cb5Xr4rK05zooiHbxAR3d5af-hEV1d81/view?usp=sharing
Giovanna Santini Ruta Lopes	5	R\$ 4.800,00	Padronização e organização dos conteúdos científicos produzidos para plataforma digital	https://drive.google.com/file/d/1WnDMbD4bOmz5antGAatCl7ic0hdBGVHA/view?usp=sharing
Rafael Malheiros Leal	6	R\$ 4.000,00	Padronização e organização dos conteúdos científicos produzidos para plataforma digital	https://drive.google.com/file/d/1FUSPf-KHiIALBvbFdmekA4N3_TSXGeY3/view?usp=sharing
Vinicius Deocleciano Morais Silva	5	R\$ 4.800,00	Padronização e organização dos conteúdos científicos produzidos para plataforma digital	https://drive.google.com/file/d/1edyjMCiG0uUWNkNefedQSifLqTxTA1L/view?usp=sharing
Lucca Eppinger	6	R\$ 4.000,00	Estruturação da plataforma digital	https://drive.google.com/file/d/1u0aJo9eolqRDzprN3XpPu1GyKd-FMPM/view?usp=sharing

*As bolsas de pós-graduação destinadas as alunas coordenadoras do projeto não foram outorgadas em questão de sobreposição com outras bolsas.

PAINEL DE DADOS E DOCUMENTAÇÃO DOS RESULTADOS PROJETO

Tabela 4. Documentação e níveis de informação dos resultados do projeto

PAINEL DE DADOS E DOCUMENTAÇÃO DOS RESULTADOS DO PROJETO - REDESCOST				
Level 1	Level 2	Level 3	Level 4	N DOC
Cidades				
- Sustentáveis	-	-	-	0
	- 2022_Relatório Final	-	-	3
		+ Anexo3_Relatórios parciais Total		5
	+ Fichas de campo Total			16
	+ Glossário Total			6
	+ LNSP_2023 Total			1
	+ Material - Comunicação Total			210
	+ Plataforma Brasil Total			7
	+ REDECOST - Bolsistas Total			87
	- REDECOST - Coordenação	-	-	0
		+ Chamada dos bolsistas Total		60
		+ Declarações Total		5
		+ Documentos Total		8
		+ Edital_Projeto Total		5
		+ Financeiro Total		96
		+ Institucional Total		4
		+ Planejamento Total		1
	- REDECOST - GTs	-	-	1
		- Atividade de Campo	-	1
			+ Campo 01 - Ilha Comprida Total	115
			+ Campo 02 - Ubatuba Total	28
			+ Campo 03 - PPDC Ressacas - Ilha e São Sebastião Total	42
			+ Campo 04 - Caraguatatuba Total	26
			+ Campo 05 - Guarujá Total	125
			+ MY MAPS Total	5
		- Educomunicação	-	1
			+ BNCC Total	2
			+ Caraguatatuba Total	52
			+ Oficinas - Escolas Total	24
		- Plataforma de comunicação	-	6
			+ Figuras_site Total	7
			+ Logo Total	7
			+ Realase Total	5
		- Relações Públicas	-	0
			- ATAs	35
			+ Contatos Total	10
			+ Convites Total	17
			+ Gravações Total	17
			+ Modelo de Certificado Total	86
			+ Modelos para Oficinas Total	2
			+ Reunião Geral Total	14
			TOTAL	1142

Figura 5. Painel de dados da RedEcost

