

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA -
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇO
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM CLIMA E AMBIENTE**

MARINA STELLA BAPTISTA

**ANÁLISE DE VULNERABILIDADE COSTEIRA DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
(APA) COSTA BRAVA (BALNEÁRIO CAMBORIÚ, SC).**

FLORIANÓPOLIS, 2024.

**INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA -
CÂMPUS FLORIANÓPOLIS DEPARTAMENTO ACADÊMICO DE SAÚDE E SERVIÇO
CURSO DE MESTRADO PROFISSIONAL EM CLIMA E AMBIENTE**

MARINA STELLA BAPTISTA

**ANÁLISE DE VULNERABILIDADE COSTEIRA DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL
(APA) COSTA BRAVA (BALNEÁRIO CAMBORIÚ, SC).**

Dissertação submetido ao Instituto Federal de Educação, Ciências e Tecnologia de Santa Catarina como parte dos requisitos para obtenção do título de Mestre Profissional em Mestre em Clima e Ambiente.

Orientador: LUIS ANTONIO DE
OLIVEIRA PROENÇA

FLORIANÓPOLIS, 2024.

CDD 363.7
B222a

Baptista, Marina Stella

Análise de vulnerabilidade costeira da área de proteção ambiental (APA) Costa Brava (Balneário Camboriú, SC) - [DIS] / Marina Stella Baptista; orientação de Luis Antonio de Oliveira Proença – Florianópolis, 2024.

1 v.: il.

Dissertação de Mestrado (Clima e Ambiente) – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Santa Catarina.

Inclui referências.

1. Gestão ambiental. 2. Região costeira. 3. Variações climáticas. 4. Eventos extremos. 5. Oceanografia. I. Proença, Luis Antonio de Oliveira. II. Título.

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC
Biblioteca Dr. Hercílio Luz – Campus Florianópolis
Catalogado por: Ana Paula F. Rodrigues - CRB 14/1117



MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CLIMA E AMBIENTE

Aluno (a): **MARINA STELLA BAPTISTA**

Título:	ANÁLISE DE VULNERABILIDADE COSTEIRA DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL (APA) COSTA BRAVA (BALNEÁRIO CAMBORIÚ, SC).
----------------	--

**Aprovado (a) pela Banca Examinadora em
cumprimento ao requisito exigido para
obtenção do Título de Mestre em Clima e Ambiente**

Documento assinado digitalmente



THIAGO PEREIRA ALVES
Data: 27/02/2024 14:18:55-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr. Thiago Pereira Alves

Presidente / IFSC / Itajaí – SC

Participação: (X) Presencial () Videoconferência
() Aprovado () Reprovado

Documento assinado digitalmente



MATHIAS ALBERTO SCHRAMM
Data: 29/02/2024 13:41:18-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr. Mathias Alberto Schramm

Avaliador(a) Interno / IFSC / Itajaí - SC

Participação: (X) Presencial () Videoconferência
(X) Aprovado () Reprovado

Documento assinado digitalmente



WALTER MARTIN WIDMER
Data: 27/02/2024 16:00:00-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr. Walter Martins Widmer

Avaliador(a) Interno / IFSC / Florianópolis - SC

Participação: () Presencial (X) Videoconferência
(X) Aprovado () Reprovado

Documento assinado digitalmente



ROSEMERI CARVALHO MARENZI
Data: 01/03/2024 13:34:14-0300
Verifique em <https://validar.itl.gov.br>

Dr(a). Rosemeri Carvalho Marenzi

Avaliador(a) Externo / UNIVALI / Itajaí - SC

Participação: () Presencial (X) Videoconferência
(X) Aprovado () Reprovado

Este trabalho foi aprovado por:

() maioria simples

(X) unanimidade

Itajaí, 26 de fevereiro de 2024.

AGRADECIMENTOS

Agradeço a Deus, pela vida.

Aos autores mencionados no presente estudo, os quais foram de fundamental importância para a realização do trabalho.

Ao meu orientador, por sempre estar à disposição e ajudar na realização deste trabalho.

Ao Grupo Acquaplan, pela oportunidade profissional e aprendizado que contribuíram significativamente para a realização de informações a campo.

Agradeço o auxílio e incentivo dos queridos colegas e amigos de trabalho.

As plataformas digitais, que facilitam em diversas informações o acesso e o levantamento de dados geográficos.

As ortofotos digitalizadas e disponibilizadas pelo Laboratório de Geologia da Univali.

Aos meus pais, por todo o apoio, amor, respeito e educação com os filhos.

Ao meu companheiro de vida e nossa mascote, que são minhas pílulas diárias de felicidade.

A instituição de ensino IFSC pela oportunidade do curso e a coordenação e coordenadores pelo incentivo.

Aos professores escolhidos para a banca, os quais a opinião e sugestão são de fundamental importância para a realização deste trabalho.

A profissão que escolhi e continuo aprimorando.

A minha família e amigos.

Obrigada.

RESUMO

As regiões costeiras são altamente vulneráveis a alterações climáticas, como o aumento acelerado do nível médio do mar, eventos extremos de ondas de tempestade, chuvas intensas, entre outras. O litoral catarinense equivale a 7% do litoral brasileiro e, assim como outras regiões, apresenta uma diversidade de atividades antrópicas, entre as quais se destaca o turismo. A Área de Proteção Ambiental (APA) Costa Brava instituída pela Lei N°9.985/2000, como Unidade de Conservação de uso sustentável, dispõe de um Plano de Manejo (2020) que se caracteriza por um diagnóstico ecológico-econômico, bem como pelos planos de gestão. A APA foi criada pela Lei N°1.985/2000, como medida compensatória em decorrência aos impactos ambientais da implantação da Avenida Rodesindo Pavan a qual dá acesso às praias agrestes de Balneário Camboriú, conhecida como Interpraias. A APA inclui as praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho, localizadas no litoral centro-norte catarinense. Devido a suas características naturais e regionais, as praias estão sujeitas a eventos extremos de elevação repentina do nível do mar, como o registro de um tsunami meteorológico e ressacas, cujo eventos causam perdas materiais significativas relacionadas à ocorrência. O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas define vulnerabilidade como o grau em que um sistema está suscetível ou incapaz de lidar com os efeitos adversos das mudanças climáticas. O presente estudo visa analisar a vulnerabilidade costeira das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho, considerando diferentes cenários, a fim de se conhecer as possíveis respostas ambientais associadas aos eventos naturais extremos de forma a possibilitar um aprimoramento do manejo. Especificamente o trabalho propõe avaliar o estado da granulometria das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho para o ano de 2021; avaliar o comportamento do limite superior da praia com a vegetação nos anos de 1957; 1978, 2004, 2009 e 2021; classificar o grau de vulnerabilidade nas praias a fatores naturais e eventos extremos utilizando a metodologia de Gornitz (1991) com base em informações secundárias, como o Plano de Manejo (2020) e metodologias já aplicadas para a região, assim foi desenvolvido um folder como produto técnico e tecnológico, com os resultados do processo de pesquisa. A metodologia está pautada em sete variáveis: (1) relevo; (2) tipo de rocha; (3) geomorfologia; (4) taxa de variação relativa do nível do mar; (5) taxa de mudanças horizontais na linha; (6) amplitude de maré e (7) altura de onda. O Índice de Vulnerabilidade Costeira toma como bases geoindicadores que auxiliam na tomada de decisão necessária para aumentar a resiliência das zonas costeiras e fornece uma base de dados qualitativos e quantitativos em diferentes escalas e unidades para classificar o grau de vulnerabilidade frente aos perigos da elevação do nível do mar. O cálculo do IVC geral foi feito a média aritmética entre os setores (norte, central e sul) de cada praia em estado das forças naturais e extremos. As praias de Taquarinhas e Taquaras apresentaram um grau de vulnerabilidade costeira classificado em moderados (13,52 e 10,47) e, quando associadas a eventos extremos o valor sobe de grau moderado para vulnerabilidade muito alta (30,24 e 23,42). As praias do Pinho, Estaleiro e Estaleirinho foram classificadas como um grau de vulnerabilidade baixo (8,55), e quando influenciadas pelos eventos extremos a vulnerabilidade intensifica e o grau passa a ser alto para a praia do Pinho (19,12), e as praias do Estaleiro e Estaleirinho em grau de vulnerabilidade moderado (13,52). Entre as variáveis costeiras, a geomorfologia e a linha de costa são principais indicadores de vulnerabilidade, uma linha costeira vulnerável é caracterizada por um baixo relevo costeiro, um substrato erosivo com sedimento inconsolidado, além das evidências presentes e passadas de subsidência, um

extenso recuo da linha costeira e alta energia de ondas e maré. A região das praias que compreendem a APA Costa Brava apresenta um bom estado de conservação e proteção, englobando os costões rochosos junto à vegetação e promontórios rochosos, além da Área de Preservação Permanente de restinga e cursos d'água. O órgão gestor com ampla participação da população local, outros atores sociais e entidades públicas já direcionam o desenvolvimento local, onde o fator relevante é a garantia de um cenário de conservação controlado e sustentável das praias.

Palavras-chave: Variações Climáticas, Eventos Extremos, Região Costeira, Oceanografia, Gestão Ambiental, Santa Catarina.

ABSTRACT

The coastal regions are highly vulnerable to climate change, such as the accelerated rise in sea levels, extreme storm surge events, heavy rainfall, among others. The coastline of Santa Catarina represents 7% of the Brazilian coastline and, like other regions, presents a diversity of anthropic activities, with tourism standing out. The Costa Brava Environmental Protection Area (APA), established by Law No. 9,985/2000, as a Sustainable Use Conservation Unit, has a Management Plan (2020) characterized by an ecological-economic diagnosis and management plans. The APA was created by Law No. 1,985/2000, as a compensatory measure due to the environmental impacts of the implementation of Rodesindo Pavan Avenue, which provides access to the rugged beaches of Balneário Camboriú, known as Interpraia. The APA includes the beaches of Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro, and Estaleirinho, located in the central-northern coast of Santa Catarina. Due to their natural and regional characteristics, the beaches are subject to extreme events such as sudden sea level rise, such as the occurrence of a meteorological tsunami and storm surges, causing significant material losses related to their occurrence. The Intergovernmental Panel on Climate Change defines vulnerability as the degree to which a system is susceptible or unable to cope with the adverse effects of climate change. This study aims to analyze the coastal vulnerability of the beaches of Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro, and Estaleirinho, considering different scenarios, in order to understand the possible environmental responses associated with extreme natural events to enable an improvement in management. Specifically, the study proposes to evaluate the grain size of the beaches of Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro, and Estaleirinho for the year 2021; assess the behavior of the upper limit of the beach with vegetation in the years 1957, 1978, 2004, 2009, and 2021; classify the degree of vulnerability on the beaches to natural factors and extreme events using the methodology of Gornitz (1991) based on secondary information, such as the Management Plan (2020) and methodologies already applied to the region, thus a technical and technological product was developed, with the results of the research process. The methodology is based on seven variables: (1) relief; (2) rock type; (3) geomorphology; (4) relative sea level rise rate; (5) horizontal changes rate in the coastline; (6) tidal range; and (7) wave height. The Coastal Vulnerability Index is based on geoindicators that assist in the necessary decision-making to increase the resilience of coastal zones and provide a database qualitative and quantitative data at different scales and units to classify the degree of vulnerability to the hazards of sea level rise. The calculation of the overall CVI was made by the arithmetic mean between the sectors (north, central, and south) of each beach in the state of natural and extreme forcing. The beaches of Taquarinhas and Taquaras presented a degree of coastal vulnerability classified as moderate (13.52 and 10.47), and when associated with extreme events, the value increases from moderate to very high vulnerability (30.24 and 23.42). The beaches of Pinho, Estaleiro, and Estaleirinho were classified as low vulnerability (8.55), and when influenced by extreme events, the vulnerability intensifies and the degree becomes high for Pinho beach (19.12), and the beaches of Estaleiro and Estaleirinho in a moderate degree of vulnerability (13.52). Among the coastal variables, geomorphology and coastline are the main indicators of vulnerability; a vulnerable coastline is characterized by low coastal relief, an erosive substrate with unconsolidated sediment, as well as present and past evidence of subsidence, extensive coastline retreat, and high wave and tide energy. The region of the beaches comprising the Costa Brava APA presents a good state of conservation and protection, encompassing rocky cliffs with vegetation and rocky

promontories, in addition to the Permanent Preservation Area of restinga and watercourses. The managing body with broad participation from the local population, other social actors, and public entities already directs local development, where the relevant factor is the guarantee of a controlled and sustainable conservation scenario for the beaches.

Keywords: Climate Variations, Extreme Events, Coastal Region, Oceanography, Environmental Management, Santa Catarina

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.....	22
Figura 2 - Vista geral da praia de Taquarinhas, Balneário Camboriú (SC).....	24
Figura 3 - Vista geral da praia de Taquaras, Balneário Camboriú (SC).	25
Figura 4 - Vista geral da praia do Pinho, Balneário Camboriú (SC).	26
Figura 5 - Vista geral da praia do Estaleiro, Balneário Camboriú (SC). 2017.....	27
Figura 6 - Vista parcial da praia do Estaleirinho, Balneário Camboriú (SC).	27
Figura 7 - Massas de ar predominantes no Brasil.	28
Figura 8 - Caracterização de massas d'água do Atlântico Sul na região de estudo entre Paranaguá e Cabo de Santa Marta.	29
Figura 9 - Esquema ilustrativo da deriva litorânea e processos associados.	31
Figura 10 - Mapa dos pontos amostrais para a coleta de sedimentos das praias de Taquaras, Taquarinhas, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho, em Balneário Camboriú/SC.....	35
Figura 11 - (A) agitador de peneiras e (B) peneiras utilizadas para a análise granulométrica.	36
Figura 12 - Mapa com o gráfico do perfil de elevação das praias de Estaleirinho, Estaleiro, Pinho, Taquaras e Taquarinhas. (A) elevação máxima para a praia do Estaleirinho; (B) elevação máxima para a praia do Estaleiro; (C) elevação considerada para a praia do Pinho; (D) elevação máxima para a praia de Taquaras e (E) elevação máxima para a praia de Taquarinhas.	41
Figura 13 - Mapa geomorfológico da área de estudo, compondo as praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho.	43
Figura 14 - Gráfico representando a porcentagem de areia presente na praia de Taquarinhas no setor norte (n), central (c) e sul (s).....	46
Figura 15 - Gráfico representando a porcentagem de areia presente na praia de Taquaras no setor norte (n), central (c) e sul (s).....	47
Figura 16 - Gráfico representando a porcentagem de areia presente na praia de Pinho no setor norte (n), central (c) e sul (s).	48
Figura 17 - Gráfico representando a porcentagem de areia presente na praia do Estaleiro setor Norte, no setor norte (n), central (c) e sul (s).	49
Figura 18 - Gráfico representando a porcentagem de areia presente na praia do Estaleiro setor Sul, no setor norte (n), central (c) e sul (s).	50
Figura 19 - Gráfico representando a porcentagem de areia presente na praia do Estaleirinho, no setor norte (n), central (c) e sul (s).....	51
Figura 20 - Gráficos das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho e a taxa de variação em metros por ano dos respectivos setores norte, central e sul entre os anos 1957 e 1978, 1978 e 2004, 2004 e 2009, 2009 e 2021.	55
Figura 21 - Mapa da praia de Taquarinhas mostrando o comportamento das linhas da vegetação costeira nos anos 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021, a curva de nível e os transectos traçados nos setores norte, central e sul.....	58
Figura 22 - Mapa da praia de Taquaras mostrando o comportamento das linhas da vegetação costeira nos anos 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021, a curva de nível e os transectos traçados nos setores norte, central e sul.	59
Figura 23 - Mapa da praia do Pinho mostrando o comportamento das linhas da vegetação costeira nos anos 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021, a curva de nível e os transectos traçados nos setores norte, central e sul.....	60
Figura 24 - Mapa da praia do Estaleiro parte norte mostrando o comportamento das linhas da vegetação costeira nos anos 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021, a curva de nível e os transectos traçados nos setores norte, central e sul.....	61
Figura 25 - Mapa da praia do Estaleiro parte sul mostrando o comportamento das linhas da vegetação costeira nos anos 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021, a curva de nível e os transectos traçados nos setores norte, central e sul.....	62
Figura 26 - Mapa da praia do Estaleirinho mostrando o comportamento das linhas da vegetação costeira nos anos 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021, a curva de nível e os transectos traçados nos setores norte, central e sul.	63
Figura 27 - Histograma direcionais das características das ondas sazonais para a região das praias. Esquerda: altura da onda; direita: período de onda.	66
Figura 28 - Classificação das praias com características naturais.....	74
Figura 29 - Classificação das praias com características atuantes dos eventos extremos.....	75
Figura 30 – Parte da frente do folder sobre as informações das praias.	79
Figura 31 - Parte do verso do folder sobre as informações das praias.	80

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Características morfodinâmica das praias da APA Costa Brava, Balneário Camboriú (SC).	23
Tabela 2 - Valores para a determinação do Índice de Vulnerabilidade Geral para as praias.	34
Tabela 3 – Porcentagem do tipo de sedimento encontrado nas praias.	44
Tabela 4 - Informações das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro setor norte e sul, e Estaleirinho subdividida em setores norte, central e sul, a variação da linha da vegetação entre os anos de 1957 e 1978, 1978 e 2004, 2004 e 2009, 2009 e 2021, a média da taxa de variação entre os setores e o total da taxa de variação da linha da vegetação para cada praia em metros por ano.	54
Tabela 5 - Número de ocorrência anual de eventos com alturas de onda acima de 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 e 7,0 por estações do ano na região das praias.	67
Tabela 6 – Resultado da classificação do IVC em eventos naturais e extremos para as praias.	68
Tabela 7 - Análise granulométrico das cinco praias divididas em setores (norte, central e sul), a faixa de areia (duna, berma e estirâncio), a média das frações granulométricas, as classificações, a seleção, a assimetria, a curtose e a porcentagem de areia muito grossa, a areia grossa, a areia média, fina, muito fina e lama.	85

LISTA DE QUADROS

Quadro 1 - Valores das variáveis para o cálculo do índice de Vulnerabilidade para a Costa Atlântica.	33
Quadro 2. Informações das imagens de satélites e as fotografias aéreas utilizadas.....	37
Quadro 3- Classificação do IVC geral das praias em eventos naturais.....	72
Quadro 4 - Classificação do IVC geral em eventos extremos.....	73

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

ANP - Agência Nacional do Petróleo, Gás Natural e Biocombustíveis
APA – Área de Proteção Ambiental
APP – Área de Proteção Permanente
AR6 – Sexto Relatório de Avaliação (*Sixth Assessment Report*)
CPRM - Serviço Geológico Brasileiro
DHN - Diretoria e Navegação
EPR – Avaliação entre pontos (*End Point Rate*).
IBGE – Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística
IFSC – Instituto Federal de Santa Catarina
INPE - Instituto de Pesquisas Espaciais
INPH - Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias
IO - Instituto Oceanográfico
IPCC - Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas
IVC - Índice de Vulnerabilidade Costeira
MDT - Modelo Digital de Terreno
NMM - Nível Médio do Mar
RCP - Rota de Concentração Representativa (*Representative Concentration Pathway*)
SEPLAN - Secretaria de Estado do Planejamento
SIG - Sistema de Informações Geográficas
SIGSC - Sistema de Informações Geográficas de Santa Catarina

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	13
2. OBJETIVOS	20
2.1. Objetivo geral	20
2.2. Objetivos específicos	20
3. METODOLOGIA	21
4.1. Área de estudo	21
3.1.1. Características Climáticas	28
3.1.2. Características Oceanográficas	29
3.1.3. Corrente de deriva litorânea	31
4.2. Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC)	32
4. RESULTADOS E DISCUSSÃO	39
4.1. Índice de Vulnerabilidade Costeira da Variável Relevo	39
4.2. Índice de Vulnerabilidade Costeira da Variável Geomorfológica e Sedimentológica.	42
4.3. Índice de Vulnerabilidade Costeira da Variável NMM	52
4.4. Índice de Vulnerabilidade Costeira da Variável Linha de Costa	53
4.5. Índice de Vulnerabilidade Costeira da Variável de Maré	64
4.6. Índice de Vulnerabilidade Costeira da Variável Onda	64
4.7. Índice de Vulnerabilidade Costeira - IVC	68
Produto Técnico e Tecnológico	78
Considerações finais	81
Referências	82
Apêndice	85

1. INTRODUÇÃO

As regiões costeiras são zonas suscetíveis às alterações das mudanças climáticas, sendo atingidas diretamente pela variação acelerada do nível médio do mar, a elevação da temperatura superficial do mar e do ar, os eventos extremos de ondas de tempestade, a mudanças nos regimes de precipitação, a descarga fluvial e a acidificação dos oceanos (Araújo *et al.*, 2020).

A zona costeira é uma região geográfica relativamente estreita, sendo um dos ambientes mais dinâmicos da superfície terrestre, que protegem a costa da ação direta da energia das ondas. Apresenta-se como sistema transicional cujos depósitos sedimentares são ativamente retrabalhados pelas ações de ondas, vento, correntes, marés e deposição sedimentar. O ambiente deposicional praias é dinâmico e o processo de retroalimentação é essencial na morfodinâmica local, onde as interações entre fatores de onda, correntes, sedimento e declividade do substrato definem a formação das orlas marítimas (Klein *et al.*, 2009; Barg, 2015).

As praias arenosas constituem um dos ambientes mais dinâmicos da zona costeira. Short (1999) definiu praias oceânicas como sendo corpos d'água que apresentam sedimentos arenosos não coesivos e inconsolidados sobre a zona costeira. São dominadas por ondas e limitadas internamente pelos níveis máximos da ação das ondas de tempestades e pelo início da ocorrência das dunas ou qualquer outra feição fisiográfica brusca. Externamente são limitadas pela zona de arrebatamento.

Segundo Klein *et al.* (2005), as praias arenosas oceânicas podem ser divididas, no geral, em praias rasas ou dissipativas, praias de tombo ou reflectivas e praias intermediárias. As praias rasas ou dissipativas são caracterizadas por uma inclinação suave, ampla zona de arrebatamento e grande estoque de sedimentos na zona submersa (bancos) e de granulometria de areia fina na porção submersa da praia. O nível de energia geralmente é alto, com alturas de ondas mais pronunciadas para regiões expostas, já as praias de tombo ou reflectivas são caracterizadas com uma face praias íngreme, geralmente, com feições de cúspides, pequeno estoque de sedimentos subaquosos (sem banco) e grande estoque de sedimento subaéreo, geralmente apresentam um degrau pronunciado na base da zona de espraiamento e uma pequena zona de arrebatamento, com alturas de onda pequenas quando comparadas com às praias dissipativas. Ainda segundo Klein *et al.* (2005), normalmente as praias reflectivas apresentam areia grossa, já as praias intermediárias são condições ambientais que favorecem o desenvolvimento de estado intermediários e incluem climas de onda de energia moderada, mas temporalmente variável e com sedimentos de granulometria de média a grossa. O relevo de fundo da praia é caracterizado pela presença de bancos reguladores e/ou irregulares, em que muitas vezes há correntes de retorno, frequentemente presentes nessas praias. A zona

de arrebentação é relativamente próxima da beira da praia, geralmente com ondas do tipo mergulhantes (Klein *et al.*, 2005).

A dinâmica costeira é a principal responsável pelo desenvolvimento das praias arenosas e pelos processos de erosão e/ou acreção que as mantém em constante alteração. Os ventos, as ondas, por eles geradas, e as correntes litorâneas que se desenvolvem quando as ondas chegam à linha de costa, além das marés, atuam sobre os materiais que se encontram na praia, erodindo, transportando e depositando sedimentos. Esses processos, somados as ressacas produzidas pelas tempestades, modificam consideravelmente as feições topo morfológicas do perfil praial. Conforme a exposição das praias às ondas de maior energia, podem ser definidas como praia expostas que são quando estão totalmente sujeitas às ondulações. As praias semiprotégidas são quando apenas parte delas está sujeita às ondulações, e as praias protegidas sofrem baixa influência de ondulações (Klein *et al.*, 2005).

Dependendo da variabilidade do clima de ondas, da maré, do vento, das características dos sedimentos e vegetação costeira, uma praia pode variar amplamente de configuração em relação ao estado mais frequente ou modal. O estado modal de uma determinada praia é caracterizado pelas condições mais frequentes, em resposta ao tipo de arrebentação e ao tipo de sedimento predominante (Calliari *et al.*, 2003). O clima de onda comanda a dinâmica dos processos de retirada (erosão) e acúmulo (acresção) de sedimentos nas costas arenosas por meio da energia das correntes geradas por elas. Para esse fator, a frequência, direção e intensidade dos ventos oceânicos são de relevância fundamental e com isso esta dinâmica é fortemente influenciada pela intensidade e recorrência de tempestades (Tessler *et al.*, 2005; Muler, 2012).

As ondas de tempestade ou ressacas são causadas pelas variações da pressão atmosférica e a atuação da tensão do vento na superfície dos oceanos. As ressacas são ondas de pequeno período, da ordem de segundos, com grande poder destrutivo, e podem ser acompanhadas por marés meteorológicas intensas durante dias. Também podem ocorrer ambas, as ressacas e marés meteorológicas, combinadas também com as marés astronômicas de sizígias (marés de lua Nova e Cheia), de períodos de horas, causando assim consideráveis inundações em regiões costeiras pouco profundas (Klein *et al.*, 2005).

O evento meteorológico de maior efeito para o sul do Brasil é a passagem de sistemas frontais e ciclones extratropicais, que são acompanhadas de fortes tempestades vindas do Sul e Sudeste, sobretudo durante os meses de outono e inverno. A ocorrência média desses sistemas ciclônicos é de seis eventos mensais ao longo do ano, entretanto, a intensidade relativa de cada evento varia sazonalmente, com os sistemas mais intensos propagando-se sobre o Brasil principalmente entre os meses de abril a outubro. Esse período é conhecido como “temporada de ressacas” devido à maior intensificação dos distúrbios atmosféricos (Klein *et al.*, 2005).

Durante a ocorrência de tempestades geradas pela passagem de sistemas frontais (frente fria), ocorrem os processos de sobrelavagem ou galgamento (*overwash process*), caracterizados pelo transporte de sedimentos jogados pelas ondas sobre a retaguarda do cordão de dunas frontais, ou sobre as avenidas beira-mar, como ocorria em Balneário Camboriú antes de ser feita a última engorda de praia. Assim, as ondas atuam diretamente sobre o perfil praial erodindo as dunas frontais, como nas praias de Gravatá, em Navegantes e em Barra do Sul, região centro-norte e norte de Santa Catarina (Klein *et al.*, 2005).

Eventos episódicos extremos (ex. tempestades, furacões, ciclones extratropicais e tsunami meteorológica) e processos contínuos (ex. ventos, ondas e marés) atingem a zona costeira, no entanto, dependendo da intensidade e abrangência, esses eventos podem constituir perigo às comunidades costeiras. Previsões relacionadas aos efeitos das mudanças climáticas globais sugerem o agravamento da situação de risco, pois indicam um aumento da intensidade das tempestades costeiras e da frequência de eventos repentinos de subida do nível médio do mar nos próximos anos (IPCC, 2007).

As praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho, no município de Balneário Camboriú, Santa Catarina, estão localizadas em uma região onde estão sujeitas a eventos extremos de elevação repentina do nível do mar, como o registrado recentemente chamado de tsunami meteorológico. Embora não houve fatalidades relatadas, o evento causou perdas materiais significativas relacionadas à ocorrência (Araújo *et al.*, 2020).

O estado de Santa Catarina (SC) apresenta como sua maior atração turística a região costeira, a beleza natural proporcionada pelo encontro dos ambientes marítimo e terrestre traz paisagens paradisíacas, que devem e são protegidas para manter suas características originais (Polette *et al.*, 2016). O clima do estado é diversificado devido à sua topografia variada e à proximidade com o oceano. Balneário Camboriú, localizada no centro-norte catarinense é uma cidade litorânea a qual possui praias bonitas e um ambiente marinho que atrai turistas de todo o mundo.

A relação entre clima e ambiente em Balneário Camboriú é complexa, com fatores como topografia, proximidade com o oceano e atividade humana desempenhando um papel na formação dos padrões climáticos e na diversidade ecológica da região. A cidade apesar de ser conhecida principalmente por suas praias urbanizadas e pela infraestrutura turística desenvolvida, também abriga algumas praias mais "agrestes" ou selvagens, que oferecem uma experiência mais próxima da natureza. As praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho são uma dessas praias, com águas claras e cercada por morros cobertos pela Mata Atlântica, devido à sua localização mais afastada do centro de Balneário Camboriú, as praias agrestes costumam ser menos movimentada e mais preservada, são

praias que estão em Área de Proteção Ambiental.

A Área de Proteção Ambiental (APA) Costa Brava, foi criada no ano de 2000, com a aprovação da Lei nº 1.985/2000 como medida compensatória estabelecida pela Fundação do Meio Ambiente (FATMA), atual Instituto de Meio Ambiente (IMA) em decorrência aos impactos ambientais da implantação da Avenida Rodesindo Pavan, uma estrada pavimentada que dá acesso às praias regionais de Laranjeiras, Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho, popularmente conhecida como Interpraias em Balneário Camboriú (Polette *et al.*, 2016).

A Área de Proteção Ambiental (APA) Costa Brava, localizada em Balneário Camboriú, é uma unidade de conservação de uso sustentável. No âmbito federal, a responsabilidade pela gestão das APAs é do Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio), vinculado ao Ministério do Meio Ambiente. No entanto, a APA Costa Brava está localizada em área urbana, as responsabilidades são compartilhadas com órgãos municipais, estaduais e outras entidades, como a Fundação do Meio Ambiente (FATMA), atual IMA de Santa Catarina e a Secretaria de Meio Ambiente de Balneário Camboriú (SEAMAM). A APA Costa Brava é considerada uma área de relevância sob os aspectos da natureza ambiental, social e econômica do município de Balneário Camboriú, também considerada uma área sensível referente ao zoneamento ambiental devido aos interesses imobiliários presentes na região, visto que a praia Central de Balneário Camboriú, área de maior adensamento e verticalização, diminui a cada ano as possibilidades de expansão horizontal do município. Sendo assim, já foi realizado o plano de manejo que direciona o desenvolvimento local, onde o fator relevante é a garantia de um cenário de conservação controlado e sustentável (Polette *et al.*, 2016, p.18). Nesse sentido, a Área de Proteção Ambiental, dentre as unidades de conservação instituídas pelo Sistema Nacional de Unidade de Conservação (SNUC), é considerada uma unidade de uso sustentável, instituída pela Lei nº 9.985/2000, art. 15º (BRASIL, 2000), e trata-se de:

“...uma área em geral extensa, com um certo grau de ocupação humana, dotada de atributos abióticos, bióticos, estéticos ou culturais especialmente importantes para a qualidade de vida e o bem-estar das populações humanas, e tem como objetivos básicos proteger a diversidade biológica, disciplinar o processo de ocupação e assegurar a sustentabilidade do uso dos recursos naturais”.

Conforme o SNUC dispõe que todas as Unidade de Conservação devem apresentar um Plano de Manejo, de responsabilidade do órgão gestor com ampla participação da população local e de outros atores sociais. O Plano de Manejo estabelece diretrizes para a utilização da área, delinea ações a serem executadas e propõe estratégias de manejo para os recursos naturais presentes na Unidade de Conservação (UC). Podendo abranger a

implementação de infraestruturas físicas dentro da UC, com o objetivo de mitigar impactos adversos, assegurar a preservação dos processos ecológicos e prevenir a simplificação dos sistemas naturais. (Polette *et al.*, 2016, p.19).

Assim, administrada conforme as Leis N° 9.985/2000 e N° 1.985/2000 as praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho, dispõe do Conselho Gestor onde é um espaço de discussão, negociação, debates e gestão da APA e sua área de influência, para tratar de questões ambientais, sociais, econômicas, culturais e políticas, sendo um instrumento de relacionamento entre a Unidade de Conservação e a sociedade (BRASIL, 2000; PMBC, 2000). Além disso, as praias do Estaleiro, Estaleirinho e Taquaras, são praias com o selo Bandeira Azul, premiadas em 2022. Para receber o selo ecológico internacional as praias passaram por determinados critérios onde são analisadas a gestão ambiental, a qualidade da água, a segurança, os serviços, a educação ambiental, a responsabilidade social e o turismo sustentável. O objetivo do programa Bandeira Azul é conectar as pessoas com as áreas que os cercam e encorajá-las a aprender mais sobre o ecossistema local.

A conservação ou a manutenção dos ambientes costeiros depende, entre outros, do conhecimento dos fatores que neles atuam e de como esses interagem. Uma das ferramentas para aprimorar e fortalecer a legislação de conservação e identificar fatores que geram impactos e riscos aos ecossistemas costeiros é o mapeamento do Índice de Vulnerabilidade Costeira IVC (CVI – *Coastal Vulnerability Index*). O IVC toma como bases geoindicadores que auxiliam na tomada de decisão necessária para aumentar a resiliência das zonas costeiras e fornece uma base de dados qualitativos e quantitativos em diferentes escalas e unidades para classificar o grau de vulnerabilidade frente aos perigos da elevação do nível do mar, podendo ser aplicado para identificar locais específicos onde os riscos podem ser relativamente altos ou baixos. As variáveis são selecionadas devido a sua representatividade de sintetizar características do litoral, como o relevo (elevação do perfil), a litologia (tipo de rocha), geomorfologia costeira, movimentos verticais da terra (mudanças relativas no nível do mar), mudanças horizontais na linha costeira (erosão ou acreção), amplitude de maré e altura de onda.

As variáveis do IVC são frequentemente utilizadas para mapeamento do Índice de Vulnerabilidade Costeira em relação à elevação do nível médio do mar, ou perigos costeiros. Germani *et al.* (2015), utilizaram o índice para mapeamento em relação à elevação do nível médio do mar em escala regional obtendo a vulnerabilidade costeira e perda de ambientes devido à elevação do nível médio do mar no litoral sul do Rio Grande do Sul. Já Braga *et al.* (2019) utilizaram para obter o índice de vulnerabilidade diante da variação do nível médio do mar na Amazônia, um estudo de caso no município de Salinópolis-Pará. Santos *et al.* (2015), utilizaram a metodologia para mapeamento da vulnerabilidade costeira à elevação do nível médio do mar em escala local, como estudo de

caso na orla marítima da Ilha de Madre de Deus, Bahia. Em Santa Catarina, Muler (2012), utilizou para avaliar a vulnerabilidade a marés meteorológicas associadas a ondas de tempestade das praias dos Ingleses, Barra da Lagoa/Moçambique e da Armação, localizadas na Ilha de Santa Catarina a perigos costeiros através da aplicação de um índice multicritério com base em análise espacial em Sistema de Informação Geográfica. As metodologias relacionadas ao Índice de Vulnerabilidade Costeira são utilizadas em vários setores ao longo do litoral mundial, entretanto, observa-se que a maioria, são derivadas do clássico estudo de Gornitz (1991) em (*Global coastal hazards from future sea level rise*) - Perigos costeiros globais decorrentes do futuro aumento do nível médio do mar apresentados para o leste dos Estados Unidos.

Para Gornitz (1991), a vulnerabilidade é entendida como a condição de setores costeiros a partir da interrelação entre as sete variáveis físicas. Portanto, no caso do presente estudo, o termo vulnerabilidade está relacionado a ideia de “estar sujeito” ou vulnerável a sofrer dano ou perda por efeito de um evento. Seguindo essa linha, a vulnerabilidade física está relacionada ao grau de exposição e à sensibilidade dos elementos expostos à ação de eventos perigosos ou ameaças vinculadas aos fenômenos, como ciclones, tempestades, tsunamis, marés meteorológicas, tornados, inundações e afins relacionados a eventos extremos.

O Painel Intergovernamental de Mudanças Climáticas define vulnerabilidade como o grau em que um sistema está suscetível ou incapaz de lidar com os efeitos adversos das mudanças climáticas, incluindo variabilidade e extremos climáticos. A vulnerabilidade é uma função de caráter, magnitude e taxa das mudanças e variações climáticas às quais um sistema está exposto, sua sensibilidade e capacidade adaptativa (IPCC, 2001).

Para fins de planejamento e gerenciamento da zona costeira é fundamental ter a posição e vulnerabilidade da linha de costa, seus movimentos oscilatórios envolvem a complexidade de múltiplas escalas temporais, as quais se sobrepõem espacialmente, onde proporcionam estudos mais adequados ao contexto de planejamento e gerenciamento da zona costeira (Cowell *et al.*, 2003). A maioria dos trabalhos sobre vulnerabilidade costeira está atrelada a modelagem de variáveis utilizando o Sistema de Informação Geográfica, por meio de imagens de sensoriamento remoto que servem de dados técnico-científico e são essenciais para o monitoramento ordenado e ativo de diversos alvos terrestre, fenômenos meteorológicos e ambientais, servindo de suporte no monitoramento das variações climáticas e possibilita a tomada de decisão a qual visa a preservação ambiental (Moreira, 2003).

Dessa forma, o presente estudo visa analisar a vulnerabilidade costeira das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho, considerando diferentes cenários, a fim de se conhecer as possíveis respostas ambientais associadas aos eventos naturais extremos de forma a possibilitar um aprimoramento do manejo. Especificamente o

trabalho propõe avaliar o estado da granulometria das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho para o ano de 2021; avaliar o comportamento do limite superior da praia com a vegetação nos anos de 1957; 1978, 2004, 2009 e 2021; classificar o grau de vulnerabilidade nas praias a fatores naturais e eventos extremos utilizando a metodologia de Gornitz (1991) e desenvolver um folder como produto técnico e tecnológico, com os resultados do processo de pesquisa.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo geral

O presente estudo visa analisar a vulnerabilidade costeira das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho, considerando diferentes cenários, a fim de se conhecer as possíveis respostas ambientais associadas aos eventos naturais extremos de forma a possibilitar um aprimoramento do manejo.

2.2. Objetivos específicos

- Avaliar o estado da granulometria das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho para o ano de 2021.
- Avaliar o comportamento do limite superior da praia com a vegetação nos anos de 1957; 1978, 2004, 2009 e 2021.
- Classificar o grau de vulnerabilidade nas praias a fatores naturais e eventos extremos utilizando a metodologia de Gornitz (1991).
- Desenvolver um folder como Produto Técnico e Tecnológico, com os resultados do processo de pesquisa.

3. METODOLOGIA

3.1. Área de estudo

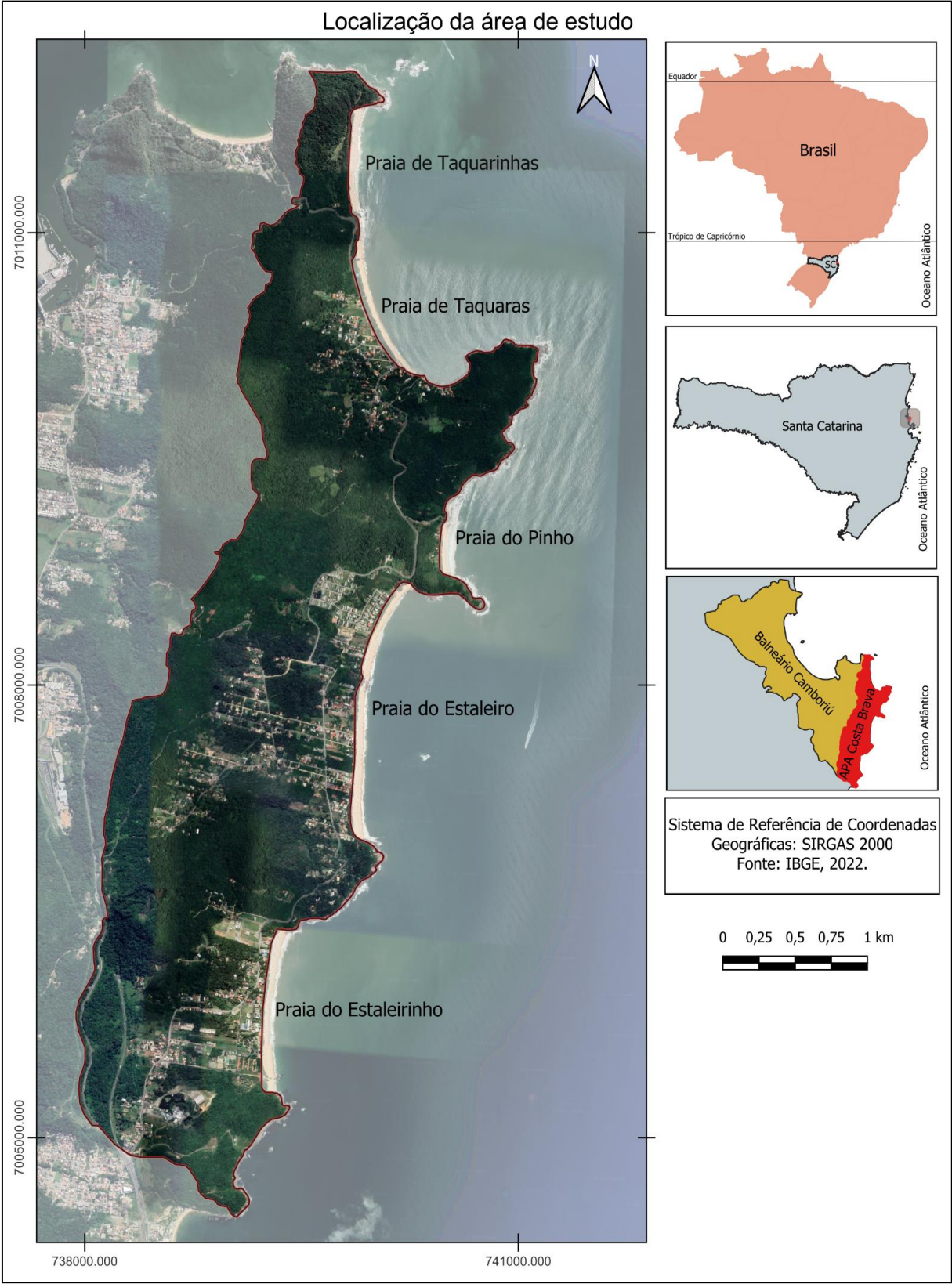
As praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho estão situadas aproximadamente entre as coordenadas geográficas de 26°59'40" a 27°03'12" Sul a 48°34'55" e 48°35'12" Oeste. As praias fazem parte da Área de Proteção Ambiental (APA) Costa Brava, no município de Balneário Camboriú, litoral centro-norte de Santa Catarina (Figura 1), com área de aproximadamente 9,5 km².

Situada no litoral centro-norte catarinense e instituída pela lei nº 1985 (PMBC, 2000), a APA Costa Brava é:

“delimitada a norte e a leste pelo oceano Atlântico, a oeste pela linha imaginária que se inicia na ponta das Laranjeiras e segue pelo divisor de águas das microbacias das praias de Taquarinhas, de Taquaras, do Pinho e de Estaleiro, daí seguindo a leste pelo divisor de águas da praia de Estaleirinho, que forma o limite sul desta APA, até a ponta do Malta, no limite com o município de Itapema”.

As informações mencionadas foram baseadas em revisão bibliográfica e no Plano de Manejo da APA, realizado pela Ecolibra (2020). A delimitação da região foi dada pelos limites das bacias hidrográficas de estudo, originados pelos divisores de águas das morrarias que dividem o sentido do escoamento para a região, bem como limitadas à divisão político-administrativa do Município de Balneário Camboriú (Polette *et al.*, 2016). Para a delimitação da área de estudo foi disponibilizado pela empresa Acquaplan o *shapefile* da área com aproximadamente 9,3 km², utilizado para a classificação conforme a metodologia de Gornitz (1991).

Figura 1 - Mapa de localização da área de estudo.



Fonte: Autora.

A Tabela 1 apresenta as características morfodinâmica de cada uma das praias que compõem a APA Costa Brava, das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho, as quais foram classificadas por sua orientação, estado modal, exposição costeira as ondulações de sul e sudeste, comprimento da praia, declividades, largura da vegetação e da praia seca, zona intermareal e tipo de rocha.

Tabela 1 - Características morfodinâmica das praias da APA Costa Brava, Balneário Camboriú (SC).

	Taquarinhas	Taquaras	Pinho	Estaleiro N	Estaleiro S	Estaleirinho
Orientação	N - S	NNO-SSE	N - S	N - S		N - S
Estado modal da praia ^{1 3}	refletiva	refletiva	intermediária	refletiva		refletiva
Exposição costeira as S e SE ²	exposta	exposta	exposta	exposta		exposta
Comprimento da praia ^{1 2}	675 m	884 m	321 m	1590 m		1032 m
Largura da praia ^{1 2}	31 m	29 m	39 m	31 m		37 m
Inclinação da praia (°) ^{1 2}	9	10	-	8		9
Largura da praia seca ¹	13,5 m	17 m	11,85 m	25 m	10,4 m	8,5 m
Zona intermareal ¹	26,74 m	17,47 m	18 m	14,2 m	19,7 m	13 m

¹ (Klein *et al.*, 2001); ² (Polette *et al.*, 2016).

As praias que compreendem a APA Costa Brava foram classificadas morfodinamicamente por Klein *et al.* (2001) e Silveira *et al.* (2011), sendo consideradas as praias de Taquarinhas, Taquaras, Estaleiro e Estaleirinho como tipicamente refletivo expostas, seguindo o método de Wright e Short (1983) que identifica os tipos de praia por apresentarem zona de surfe muito curta ou ausente, com incidência de ondulações e um aumento abrupto de profundidade logo após a área de areia seca, não sendo propícia a banhistas (Polette *et al.*, 2016). A praia do Pinho segundo Silveira *et al.*, (2011) é classificada como uma praia do tipo intermediária (Tabela 1).

As praias apresentam uma ou duas bermas bem desenvolvidas e cúspides no pós-praia e dunas frontais pouco desenvolvidas. A largura da zona de surfe foi entre 10 e 30 metros, com declividade entre 5° e 10°. São praias do tipo expostas, cuja proporção da margem das praias é pequena e o ângulo da onda é menos que 40°, com quebra de onda ascendente e mergulhante de baixa energia, exceto em eventos extremos, como tempestades (Klein *et al.*, 2001). Para a praia do Pinho não há informações específicas.

A praia de Taquarinhas (Figura 2) está situada no extremo norte da APA Costa Brava, entre os promontórios sangradouro (27° 00' 02.4" S e 48° 34' 55.5" W) e a ponta das

Laranjeiras (26° 59' 40"S e 48° 34' 55" W) (Rech, 2003). Com orientação N-S, está totalmente exposta as ondulações de quadrante sul e sudeste (Menezes *et al.*, 1997). Classificada como praia refletiva, apresenta extensão de 675 metros e largura de 31 metros, respectivamente. A zona intermareal apresenta 26,74 metros, com variação relativa da maré de 0,73 metros e zona de largura da praia seca de 13,5 metros dominado pelos processos da zona de surfe e varrido (Menezes, 1999). Na praia de Taquarinhos são observadas construções de uso esporádicos, sendo a praia da APA menos urbanizada, com acessos restritos por trilhas e escadas para chegar até a faixa de areia na praia. Estes fatores resultam em uma baixa pressão e frequência de visitantes exclusivamente na faixa de areia, influenciando de forma direta em um baixo grau de vulnerabilidade costeira da praia frente a pressão de uso (Baptista *et al.*, 2021).

Figura 2 - Vista geral da praia de Taquarinhos, Balneário Camboriú (SC).



Fonte: Autora.

A praia de Taquaras (Figura 3) está situada no setor norte da APA Costa Brava, entre os promontórios pontas das Taquaras (27° 00' 37.7" S e 48° 34' 39.9"W) e o sangradouro (27° 00' 10.9"S e 48° 34' 57.1"W) (Rech, 2003). Classificada como praia refletiva, com extensão de 884 metros e largura média de 24 metros, possui zona intermareal de 17,47 metros com variação relativa de maré de 1,06 m e zona de largura da praia seca de 17 metros. Apresenta orientação de direção NNW-SSE, estando totalmente exposta as ondulações de quadrante sul e sudeste (Menezes *et al.*, 1997). Dominado pelos processos da zona de surfe e varrido no perfil praial (Menezes, 1999). A praia de Taquaras apresenta alta pressão e frequência de uso, principalmente em veraneio. Caracterizada como praia de fácil acesso, com presença de trânsito de veículo para limpeza da praia, e deslocamento de salva-vidas. No setor ao sul da

praia de Taquaras encontram-se estabelecimentos comerciais e residenciais, sobre Área de Preservação Permanente - APP, que após sofrer ação civil pública foi retirado um rancho de pesca, onde a área passou por processo de restauração (Baptista *et al.*, 2021).

Figura 3 - Vista geral da praia de Taquaras, Balneário Camboriú (SC).



Fonte: Autora.

A praia do Pinho (

Figura 4) está situada no extremo leste da APA Costa Brava, entre os promontórios as pontas dos Lobos (27° 01' 20.5"S e 48° 34' 31.1"W) e a ponta das Taquaras (27° 01' 05.1"S e 48° 34' 31.2") (Rech, 2003). A praia apresenta comprimento de 321 metros e largura de 39 metros, estando totalmente exposta as ondulações do quadrante sul e sudeste (Menezes *et al.*, 1997), com zona intermareal de 18 metros e largura da praia seca de 11,85 metros. É considerada a primeira praia de naturismo reconhecida no Brasil, e apresenta pressão de uso e de frequentadores maiores em períodos de veraneio. A vegetação encontra-se parcialmente preservada e um baixo grau de fragmentação, porém com presença de espécies exóticas e de limpeza da praia regular. Ao longo a praia são observados estabelecimentos comerciais, residenciais, centro informativo e construções de uso esporádico para a pesca da Tainha (Baptista *et al.*, 2021).

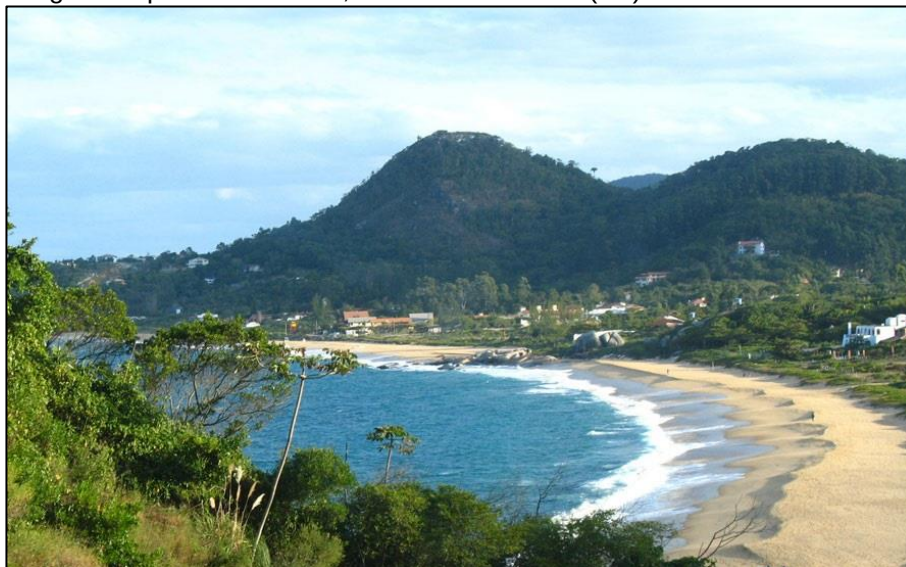
Figura 4 - Vista geral da praia do Pinho, Balneário Camboriú (SC).



Fonte: Autora.

A praia do Estaleiro (Figura 5), está situada no setor leste da APA Costa Brava, entre a ponta do Coqueiro ($27^{\circ} 02' 18.1''\text{S}$ e $48^{\circ} 34' 49.9''\text{W}$) e a ponta dos Lobos ($27^{\circ} 01' 22.5''$ e $48^{\circ} 34' 40.1''\text{W}$) (Rech, 2003). Classificada como praia refletiva, apresenta extensão de 1590 metros e largura de 31 metros, incluindo o promontório que divide a praia em Estaleiro norte e sul (Figura 5). Apresenta zona intermareal (14,20 e 19,7 metros, norte e sul, respectivamente) com variação relativa de maré de 1,15 m e zona de praia seca de 25 metros ao norte e 10,4 metros ao sul. Apresenta orientação N-S, estando totalmente exposta às ondulações provenientes dos quadrantes sul e sudeste (Menezes *et al.*, 1997), com perfil praiial dominado pelo processo da zona de surfe e varrido (Menezes, 1999). A praia do Estaleiro apresenta um certo grau de fragmentação e vegetação modificada devido a ação antrópica no setor sul, além de estabelecimentos comerciais e residenciais, e constante trânsito de veículo para limpeza de praia e deslocamento de salva-vidas e de turistas. No setor norte, são observadas residências e condomínios privados, porém com baixo grau de fragmentação na vegetação (Baptista *et al.*, 2021).

Figura 5 - Vista geral da praia do Estaleiro, Balneário Camború (SC). 2017.



Fonte: Autora.

A praia do Estaleirinho (Figura 6) está situada no extremo sul da APA Costa Brava, entre os promontórios as pontas do Boqueirão ($27^{\circ} 03' 12,4''\text{S}$ e $48^{\circ} 35' 12,9''\text{W}$) e a ponta do Coqueiro ($27^{\circ} 02' 37,3''$ e $48^{\circ} 35' 10,6''\text{W}$) (Rech, 2003). Apresenta comprimento de 1032 e largura de 37 metros, respectivamente. Dispõe de uma zona intermareal de 13 metros, com variação relativa da maré de 0,79 metros e zona de praia seca de 8,5 metros. Apresenta orientação N-S, estando totalmente exposta as ondulações dos quadrantes sul e sudeste (Menezes *et al.*, 1997). O perfil praiial é dominado pelos processos da zona de surfe e varrido (Menezes, 1999). Na praia do Estaleirinho são observados estabelecimentos comerciais e residências, além de constante trânsito de veículo para limpeza da praia e deslocamento de salva-vidas e turistas especialmente em períodos de veraneio (Baptista *et al.*, 2021).

Figura 6 - Vista parcial da praia do Estaleirinho, Balneário Camború (SC).



Fonte: Autora.

3.1.1. Características Climáticas

Conforme o sistema de classificação climática de KÖPPEN, a região se enquadra no clima mesotérmico úmido, sem estação seca (Cf), onde também existem dois subtipos climáticos. O Clima subtropical (Cfa), com temperaturas médias do mês mais frio inferior a 18°C e do mês mais quente superior a 22°C, com verões quentes, presença de geadas pouco frequentes e tendência de chuvas nos meses de verão, porém sem estação seca definida; e o Clima temperado (Cfb), com temperatura média do mês mais frio abaixo de 18°C e do mês mais quente abaixo de 22°C, com verões frescos e sem estação seca (Polette *et al*, 2016, p. 69).

O clima da região das praias é influenciado por três massas de ar, a Tropical Atlântica, a Tropical Continental e a Polar Atlântica (Figura 7). A Massa Tropical Atlântica (mTa) é uma massa de ar quente e úmido, origina-se no atlântico sul. Formada pelos ventos alísios de sudeste, atuam na faixa litorânea brasileira, que se estende da região sul à região nordeste, considerada praticamente constante no decorrer do ano. A Massa Tropical Continental (mTc) origina-se na árida depressão do Chaco, entre Paraguai, Bolívia e Argentina, esta massa de ar é seca e quente. Sua atuação ocorre principalmente na região centro-oeste, embora possa atingir também certas partes das regiões sul e sudeste. Quando ocorre no inverno, a mTc impede a chegada de massas de ar frio, causando uma elevação da temperatura, o chamado veranico, e a Massa Polar Atlântica (mPa), tem origem perto de 40° de latitude sul, é uma massa de ar frio e úmido e no inverno atinge os estados do sul do país (Polette *et al*, 2016, p.76).

Figura 7 - Massas de ar predominantes no Brasil.



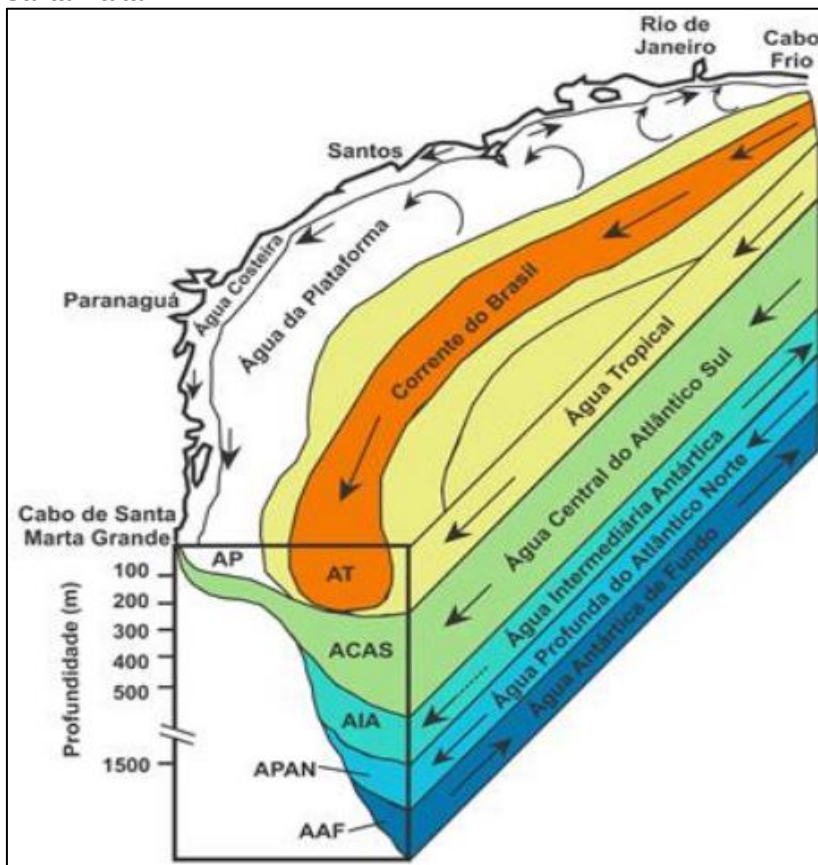
Fonte: Geografia definitiva, 2016. Retirado: Polette *et al*. 2016.

3.1.2. Características Oceanográficas

A parte marítima, banhada pelo Oceano Atlântico, está inserida na Plataforma Continental Sudeste do Brasil (PCSE), que tem o limite com o oceano aberto em profundidade variando entre 120 e 180 metros. É na região de plataforma que acontecem os principais processos oceanográficos que, junto à configuração da costa, vão afetar a parte continental das praias. Uma das principais características da região de plataforma é o encontro de diferentes massas d'água, o que proporciona a ocorrência de espécies da fauna e flora de diferentes climas (tropical, subtropical e antártica), o que explica a grande diversidade encontrada na região (Polette *et al*, 2016, p.81).

As praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho estão localizadas no litoral centro norte catarinense, onde na plataforma continental encontra-se a presença de quatro principais massas de água, sendo a Água Costeira (AC), Água Tropical (AT), Água Central do Atlântico Sul (ACAS) e Água de Plataforma (AP), que são responsáveis pelas mudanças sazonais de temperatura superficial do mar (TSM) e nos padrões de salinidade, além de outras variáveis na região (Figura 8) (Polette *et al*, 2016, 2020, p.81).

Figura 8 - Caracterização de massas d'água do Atlântico Sul na região de estudo entre Paranaguá e Cabo de Santa Marta.



Fonte: Kotarski, 2018.

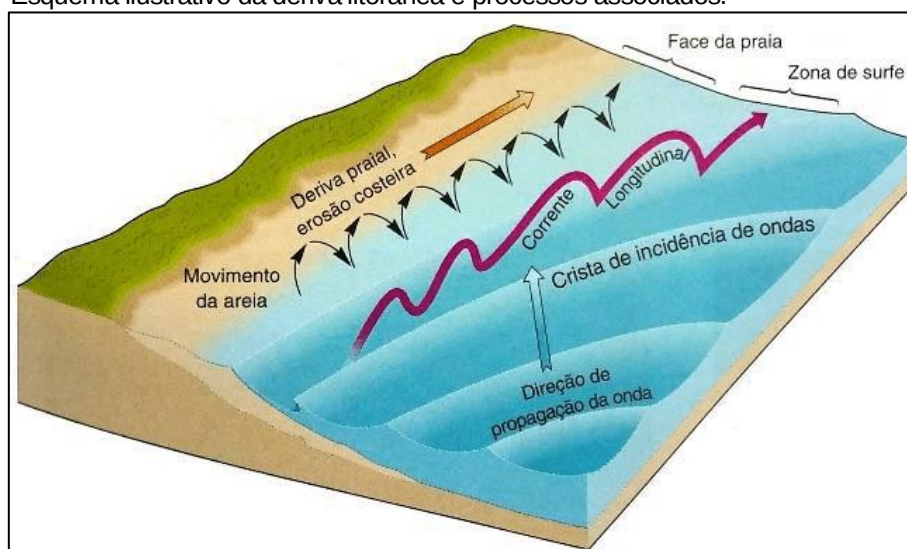
A coluna d'água na região das praias apresenta características sazonais bem-marcadas. Durante os meses de primavera-verão se apresenta estrategicamente como termoclina (variação de temperatura entre superfície e águas profundas) bastante acentuada e com ventos vindos do quadrante norte, colaborando para o afloramento da ACAS, ocorrendo assim, o fenômeno da ressurgência costeira em algumas regiões do litoral centro-norte Catarinense, que são responsáveis por uma grande entrada de nutrientes no ambiente marinho costeiro em águas superficiais, incrementando, assim, a produtividade biológica do meio (Polette *et al*, 2016, p.81).

Para os meses de outono-inverno, a coluna de água se apresenta mais homogênea, consequência do aumento na intensidade dos ventos e da incidência de ondas do quadrante sul, o qual colabora para a mistura da coluna d'água e causa à deriva litorânea do sul para norte, o que gera o transporte das águas provenientes do Rio da Prata e Lagoa dos Patos que chegam ao litoral centro-norte catarinense e colaboram para a mistura vertical da coluna d'água. (Carvalho *et al.*,1998). A temperatura média das águas costeiras, encontrada por Carvalho *et al.* (1998) na profundidade de 2 metros foi de 25°C durante os meses de verão, 23,8°C durante os meses de primavera, 18°C para os meses de inverno e 21°C nos meses de outono. Os valores médios de salinidade, também para esta profundidade, estão entre 31,84 PSU no verão e 33,13 PSU durante a primavera e 29 PSU no inverno e 34 PSU durante o outono (Polette *et al*, 2016, p.81).

3.1.2.1. Corrente de deriva litorânea

A definição dos padrões de dispersão de sedimentos e a distribuição de energia de onda ao longo da costa, contribuem para a previsão de possíveis mudanças na configuração da linha de costa, evitando, ou minimizando as perdas físicas e econômicas. Um dos mecanismos mais eficientes de transporte de sedimentos ao longo da costa são as correntes longitudinais, as quais são geradas pelas ondas se aproximando angularmente a costa, e a capacidade máxima da deriva ocorre quando as ondas incidem com energia constante e ângulo de 45° . O transporte de material ao longo da costa é mais eficiente quando essas ondas alcançam uma costa retilínea ou levemente curvada, sem interrupções por costões ou desembocaduras, e onde a topografia do fundo é suave (Cassiano *et al.*, 2007).

Figura 9 - Esquema ilustrativo da deriva litorânea e processos associados.



Fonte: Retirado de (Touceira, 2018).

As interações entre os padrões de incidência de onda e o posicionamento da linha de costa geram um modelo de circulação hidrodinâmica local, importante no transporte litorâneo. Segundo Tessler *et al.* (2005) a principal responsável pelo transporte litorâneo no litoral sul do Brasil é a incidência de ondas do quadrante sul que acarreta uma deriva litorânea de sul para norte.

Para o litoral de Santa Catarina (Abreu de Castilhos, 1995; Cruz, 1998; Leal, 1999) apresentaram dados de velocidade de corrente no sentido norte-sul e obtiveram médias entre 0,03 e 0,1 m/s e no sentido sul-norte as médias de velocidade foram entre 0,05 a 1,00 m/s, corroborando com os maiores valores encontrados de altura de onda e período médio associados à incidência de onda do quadrante sul. Observando uma maior eficiência no

transporte sedimentar quando a deriva litorânea segue no sentido sul-norte.

3.2. Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC)

O estudo utilizou a metodologia proposta por Gornitz (1991), (*Global coastal hazards from future sea level rise* - Perigos costeiros globais decorrentes do futuro aumento do nível do mar). O CVI (*Coastal Vulnerability Index* - Índice de Vulnerabilidade Costeira) fornece uma base de dados qualitativos e quantitativos em diferentes escalas e unidades para classificar o grau de vulnerabilidade frente aos perigos da elevação do nível do mar, podendo ser aplicado para identificar locais específicos onde os riscos podem ser relativamente altos ou baixos.

Para Gornitz 1991, a vulnerabilidade é entendida como a condição de setores costeiros a partir da interrelação entre as sete variáveis físicas. As variáveis são selecionadas devido a sua representatividade de sintetizar características do litoral. Originalmente foram propostas por Gornitz (1991) as variáveis: (1) relevo (elevação); (2) litologia (tipo de rocha); (3) geomorfologia costeira; (4) movimentos verticais da terra (mudanças relativas no nível do mar); (5) mudanças horizontais na linha costeira (erosão ou acreção); (6) amplitude de maré e (7) altura de onda.

Os índices propostos por Gornitz (1991) (Quadro 1) são muito utilizados e modificados, devido a isso, optou-se nesse estudo utilizar a tabela “original” que será interpretada conforme a necessidade de adaptação a uma região ou ainda devido a disponibilidade de dados para as características da região específica. No caso do presente estudo, utilizou como referência principal o Plano de Manejo (2020) desenvolvido para a APA Costa Brava por Polette *et al.* (2016), local onde as praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho estão localizadas, além de fontes primárias e secundárias, como Folk, *et al.* (1957); Suguio, (1973); Klein *et al.* (2001); Schettini, (2002); Pianca *et al.* (2010); São Paulo (2010); Curry (2018); Angelo *et al.* (2021); IBGE, (2021); Santo, (2022); Batlle, (2023); Batlle, (2023b); IPCC, (2023).

As praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho foram subdivididas em três setores (norte, central e sul). A praia do Estaleiro, por apresentar um promontório rochoso central, foi subdividida em dois, sendo o estaleiro norte e o estaleiro sul com seus respectivos subsetores (norte, central e sul). Para o cálculo do IVC geral foi feita a média aritmética entre os setores de cada praia e classificadas conforme as variáveis correspondentes.

Quadro 1 - Valores das variáveis para o cálculo do índice de Vulnerabilidade para a Costa Atlântica.

Variáveis	Classificação				
	Muito baixa 1	Baixa 2	Moderada 3	Alta 4	Muito alta 5
A. Relevo (m)	≥ 30,1	20,1 - 30,0	10,1 – 20,0	5,1 – 10,0	0 – 5,0
B. Tipo de rocha (resistência relativa à erosão)	Plutônica Vulcânico (lava) Grau alto-médio metamórficos	Metamórfica de baixo grau. Mais sedimentares	Arenito e conglomerado de rochas	Sedimentos não consolidados grossos e/ou mal selecionados	Sedimento fino não consolidado Cinza vulcânica
C. Geomorfologia	Rochoso, penhasco Costas fiordes	Penhascos médios Costas recortadas	Penhascos baixos Deriva glacial Pântano salgado Recifes de coral Mangue	Praias (seixos) Estuário Lagoa Planícies aluviais	Praias barreira Praias arenosas Deltas
D. Variação relativa do NMM (mm/ano)	≤ -1,1	-1,0 – 0,99	1,0 – 2,0	2,1 – 4,0	≥ 4,1
	Levantamento de terra		Dentro da faixa de aumento eustático	Afundamento de terra	
E. Taxa de mudanças horizontais na linha costeira (erosão ou acreção) (m/ano)	≥ 2,1	1,0 – 2,0	-1,0 - +1,0	-1,1 - -2,0	≤ -2,0
	Acreção		Estável		Erosão
F. Amplitude de maré (m) (AO)	< 0,99	1,0 – 1,9	2,0 – 4,0	4,1 – 6,0	≥ 6,1
	Micromaré		Mesomaré		Macromaré
G. Altura de onda (m) (AM)	0 – 2,9	3,0 – 4,9	5,0 – 5,9	6,0 – 6,9	≥ 7

Fonte: retirado de Gornitz (1991).

Após a classificação através também da espacialização no Sistema de Informações Geográficas (SIG), cada segmento do litoral recebeu um valor para vulnerabilidade em escala de 1 a 5 para cada variável especializada, onde o valor 1 correspondente à classificação “muito baixa”, o valor 2 “baixa”, o 3 “moderada”, o 4 “alta” e o 5 “muito alta”.

A vulnerabilidade foi obtida após a integração da classificação para calcular um valor final do IVC para cada praia, através da Equação 1.

Equação 1: Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC).

$$IVC = \sqrt{A * B * C * D * E * F * G} / 7$$

Onde: A – relevo; B – tipo de rocha; C – geomorfologia; D – variação relativa do NMM; E – taxa de acreção e erosão; F- amplitude de maré (m). e G – altura significativa de onda (m).

A equação 1 para o IVC resulta na classificação dos seguintes intervalos: abaixo de 8,7 foram incluídos na categoria de “baixa vulnerabilidade”; valores entre 8,7 e 15,6 foram considerados de vulnerabilidade “moderada”; valores entre 15,6 e 20 indicam “alta vulnerabilidade”; valores de IVC acima de 20 foram classificados muito alta a vulnerabilidade (Tabela 2).

Tabela 2 - Valores para a determinação do Índice de Vulnerabilidade Geral para as praias.

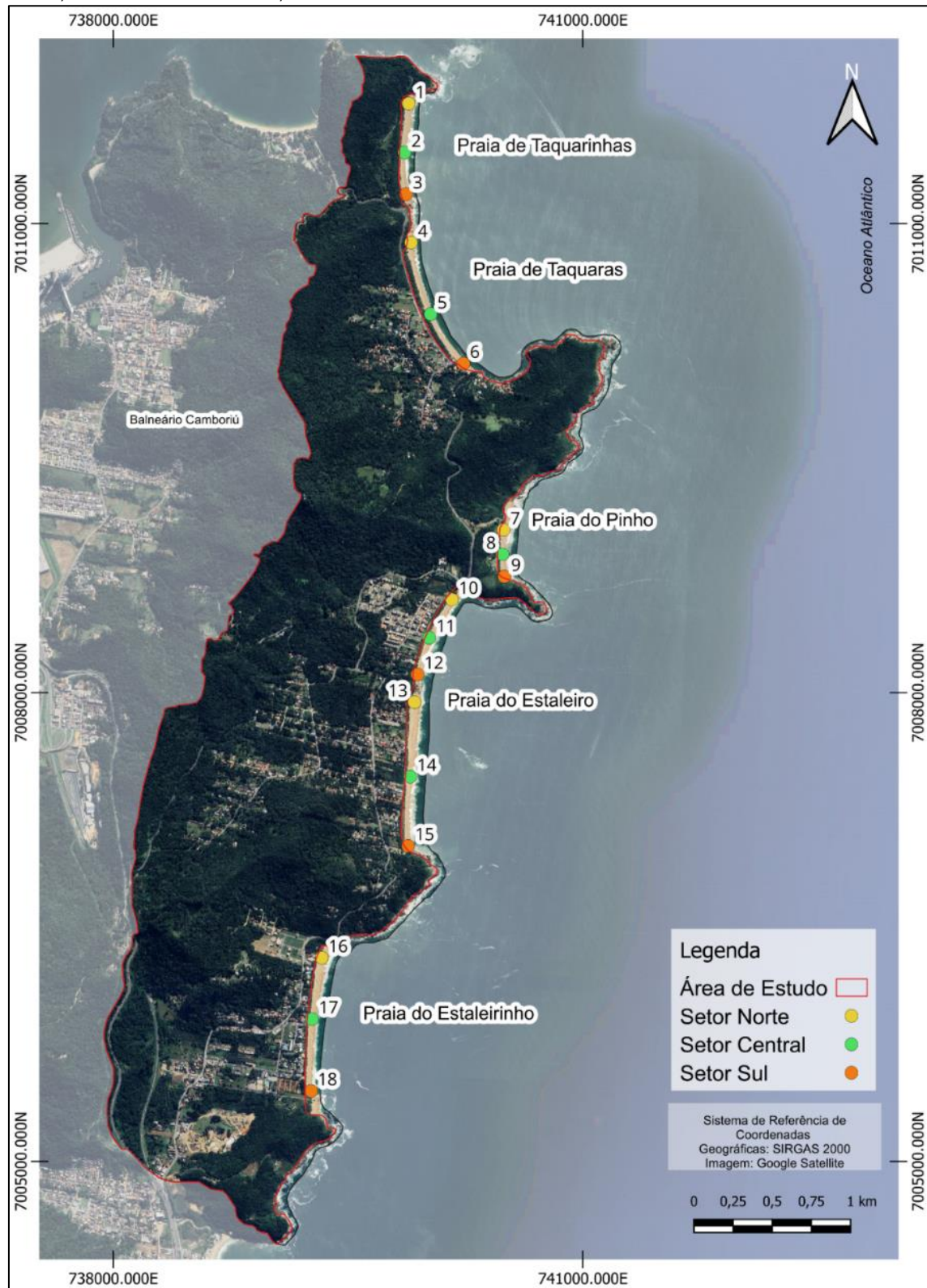
Baixa	Moderada	Alta	Muito Alta
Até 8,6	8,7 a 15,5	15,6 a 19,9	≥ a 20

Como a metodologia do presente está pautada nas variáveis de Gornitz (1991) para uma escala global, no presente estudo foi adaptada para uma escala local. Para isso o valor da classificação do relevo está pautado no maior e no menor valor da variação altimétrica das linhas de vegetação costeira dos anos de 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021, os anos foram inclusos devido a disponibilidade das ortofotos digitalizadas e sem nuvens. Para obter a variação altimétrica das praias, foi utilizada como base a curva de nível extraída do Modelo Digital de Terreno (raster - MDT) pelo SIGSC - Sistema de Informações Geográficas através do Produto do Aerolevanteamento do Estado de Santa Catarina, com resolução espacial de 1,00 metro, precisão altimétrica de 1,00 metro. Para o presente trabalho foi extraída a curva de nível de 2 metros (equidistância entre contornos) utilizando o programa QGIS 3.30.3. O MDT representa o relevo sem a presença de feições artificiais ou vegetais.

Após a extração da curva de nível, o arquivo foi transportado para o programa *Google Earth* e traçado um caminho contornando a costa, desde o setor sul da praia do Estaleirinho até o setor norte da praia de Taquarinhas, e ao chegar no setor central de cada praia foi realizado um caminho de ida e volta até a linha de delimitação da área de estudo (18,9 km), exceto a praia do Pinho que o caminho foi até o nível mais alto topograficamente presente próxima a praia, assim foi gerado o perfil de elevação das praias, considerado na variável de relevo.

Para compor as variáveis tipo de rocha e a geomorfologia, foi primeiramente utilizado como base os dados do IBGE – Geomorfologia na base de dados espacial na escala 1:250.000, com consistência geométrica, estruturada e padronizada para uso em Sistemas de Informações Geográficas sobre o tema da Geomorfologia (IBGE, 2021). Já para a variável tipo de rocha, foi realizado a análise granulométrica das praias nos setores norte, central e sul, e para isso, foram escolhidos 18 pontos (Figura 10) entre as praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleirinho e Estaleiro, e as praias divididas em três setores (norte, central e sul), subdivididas entre supralitoral, mesolitoral e infralitoral, contabilizando ao total 54 amostras de sedimento.

Figura 10 - Mapa dos pontos amostrais para a coleta de sedimentos das praias de Taquaras, Taquarinhas, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho, em Balneário Camboriú/SC.



Fonte: Autora.

O processamento dos sedimentos destinados à análise granulométrica se iniciou com sucessivas lavagens das amostras devidamente identificadas, com água destilada, para a retirada total de sais. Após a remoção dos sais, as amostras foram secas em estufa a 56.9°C para manter a estrutura dos argilo-minerais e evitar endurecimento excessivo dos sedimentos finos.

A análise granulométrica dessa fração foi realizada através da técnica de peneiramento sugerida em Suguio (1973). Essa técnica consiste em passar a amostra por um conjunto de peneiras com malhas de abertura diferentes. As peneiras são dispostas em grão-decrescência, ou seja, as malhas de maior abertura em cima e as de menor abertura estão na parte inferior do conjunto. São utilizadas as peneiras entre 2 e 0,062mm que correspondem a -1 a 4 phi. Após a agitação das amostras por tempo determinado (Figura 11), as frações retidas em cada peneira, são individualmente pesadas.

Figura 11 - (A) agitador de peneiras e (B) peneiras utilizadas para a análise granulométrica.



Fonte: Guia da engenharia, 2023.

A determinação dos sedimentos finos ($<0,062\text{mm}$), coletados na proveta de 1000mL, foi feita pelo método de pipetagem, baseado na velocidade de decantação das partículas, expressa na lei de Stokes. Através desse procedimento foram quantificados os sedimentos pertencentes às classes granulométricas silte e argila (lama). Para as amostras de praia não é necessário e nem realizado a pipetagem devido à baixa representatividade de sedimentos finos, sendo inferiores a 10% da amostra.

Para o presente estudo, após a quantificação das frações granulométricas em laboratório, os dados granulométricos foram analisados estatisticamente a fim de obter a caracterização sedimentológica das amostras, a qual está baseada na metodologia de Folk, et

al. (1957). Os dados estatísticos de granulometria (tamanho médio do grão, seleção, assimetria, curtose) foram obtidos através do programa *SysGran® 3.0*.

Em relação a variável Nível Médio do Mar (NMM), sendo um conceito ligado à média da altura da água do mar relativamente a um determinado ponto ou sistema de referência altimétrico e resultante de uma série de observações maregráficas de duração variável, de preferência igual ou superior a 19 anos, que corresponde ao período da nutação (ciclo completo de revolução da linha dos nodos da órbita lunar, igual a 18.6 anos) (Santo, 2022), foram utilizados dados secundários coletados em portos ao longo da costa brasileira pelo Laboratório de Marés e Processos Temporais Oceânicos (Maptolab), do Instituto Oceanográfico (IO), da USP, que investiga as variações no nível do mar no litoral brasileiro, a partir de séries de medições que começaram em 1980. As medições do nível médio do mar da costa brasileira são feitas em estações permanentes distribuídas ao longo da costa por diferentes instituições, como o Instituto Nacional de Pesquisas Hidroviárias (INPH), Diretoria e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil, Instituto de Pesquisas Espaciais (INPE), Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e o IO, que realiza, além das medições permanentes nas estações de Cananéia e de Ubatuba, no litoral Sul do Estado de São Paulo, medições de caráter não permanente em oceano profundo, ao longo da plataforma continental (São Paulo, 2010).

Foram utilizados como referência para o IVC de eventos extremos o relatório de avaliação AR6 (2023) preparado pelo Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC, 2023) e comentado em Curry (2018) e Angelo *et al.* (2021).

Para a variável linha de costa foi definida utilizando como indicador a linha do limite da vegetação costeira, para isso foi realizado o pré-processamento (aquisição das fotografias aéreas dos anos de 1957 e 1978 pelo site (<https://www.sc.gov.br/servicos/solicitar-fotografias-aereas-historicas>) e 2004, 2009 e 2021 pelo *Google Earth Pro*, utilizando o programa *QGIS 3.30.3*. As imagens e os anos das fotografias foram escolhidos devido a disponibilidade no site e por não apresentarem nuvens (Quadro 2). Após a aquisição das imagens, essas foram georreferenciadas, através do *QGIS 3.30.3*, onde se utilizou como base os pontos de referências naturais (rochas) em escalas menores que 1:1000 para diminuir o erro padrão das imagens georreferenciadas.

Quadro 2. Informações das imagens de satélites e as fotografias aéreas utilizadas.

Anos	Data da fotografia	Escala	Altitude do ponto de visão	Origem dos dados	Resolução	Satélite
1957	-	1:25.000	-	*SEPLAN	96 dpi	Foto Aérea
1978	-	1:25.000	-	*SEPLAN	96 dpi	Foto Aérea
2004	13/7/2004	-	4 km (Taquarinhos e Taquaras) e 7.8 km (Pinho, Estaleiro e Estaleirinho)	<i>Google Earth</i>	Máxima (8192x4852)	Maxar Technologies
2009	10/08/2009	-	4 km (Taquarinhos e Taquaras) e 7.8 km	<i>Google Earth</i>	Máxima (8192x4852)	Maxar Technologies

			(Pinho, Estaleiro e Estaleirinho)			
2021	10/07/2021	-	4 km (Taquarinhas e Taquaras) e 7.8 km (Pinho, Estaleiro e Estaleirinho)	Google Earth	Máxima (8192x4852)	Maxar Technologies

*Secretaria de Estado do Planejamento

Após a construção do mosaico foram traçadas as linhas da vegetação costeira dos anos de 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021. Para o cálculo da variação da linha entre os anos, foi feita uma linha de referência em paralelo as linhas digitalizadas desses anos e traçados transectos perpendiculares nos setores norte, central e sul da praia de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho. A linha de referência e o transecto foram realizados para o cálculo da distância anual entre os pontos dos anos utilizando o método EPR (*End Point Rate*), correspondendo a obtenção da distância de movimentação da linha de vegetação entre dois períodos distintos, e dividi-la pelo tempo transcorrido, fornecendo, assim, a taxa anual de migração, em metros (Batlle, 2023; Batlle, 2023b). No caso do presente estudo as fotografias aéreas não apresentavam datas precisas, então foi feito a medição dos segmentos em metros entre os pontos dos períodos de 1957 e 1978; 1978 e 2004; 2004 e 2009; 2009 e 2021, nos respectivos setores norte, central e sul de cada praia. Conforme o método, foi a medição do ano mais antigo para o mais recente, ou seja, de 1957 a 2021, onde se a linha da vegetação costeira avança em direção ao mar, houve acresção entre os anos. Caso a linha da vegetação regredisse, ou seja, do ano mais antigo indo para o mais recente sentido a terra, houve erosão na praia. Assim, foram adquiridos os valores entre os anos em cada praia e setores. Para o cálculo da variável IVC geral, foi realizada a média entre os valores dos setores obtendo o valor geral, se houve erosão ou acresção em cada praia durante os respectivos anos. Os mesmos dados foram utilizados para o IVC de eventos extremos.

Em relação a variável amplitude de maré, o regime de maré astronômica, o qual corresponde ao movimento periódico de subida e descida no nível do mar pela influência gravitacional do Sol e da Lua, possui um comportamento na região das praias do tipo micromaré. Os dados para compor o IVC com os fatores naturais que atuam na região e os eventos extremos foram retirados de fontes secundárias, como Klein *et al.* (2001); Schettini, (2002); e Polette *et al.* (2016).

Os dados utilizados para compor a variável altura de onda para o IVC, foram retirados de Pianca *et al.* (2010) a qual a análise foi através do modelo operacional NWW3 para a região ao largo da costa brasileira com base em uma série temporal de onze anos (jan/1997-dez/2007). Informações sobre o regime de ondas na região em estudo e no Brasil são escassas e baseadas em observações ocasionais de curto período.

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1. Índice de Vulnerabilidade Costeira da Variável Relevo

Para a variável relevo, foi realizado o perfil de elevação (Figura 12) de distância correspondente a 18,9 quilômetros (km), traçado um caminho na parte da linha da vegetação e adentrando sentido morro na parte central das praias e depois retornando e seguindo para o setor norte.

O caminho tem início no setor sul da praia do Estaleirinho, que representa o nível de elevação de 10 metros acima do nível médio do mar e com declividade do solo de -7,3%. Na parte central da praia do Estaleirinho encontra-se um nível de elevação correspondente a 7 metros e 4,7% de declividade, o caminho segue sentido morro até a linha da demarcação (A) em 1,8 km, onde foi encontrado um nível de elevação de 84 metros e 22,3% de declividade, já no setor norte da praia do Estaleirinho em 3,57 km de distância do ponto traçado, foi encontrado um nível de elevação de 5 metros e 2,7% de declividade.

Para a praia do Estaleiro no extremo sul, foi encontrada em 4,99 km o nível de elevação de 6 metros e 0,8% de declividade; no setor central na parte da vegetação dunar em 5,85 km o nível de elevação foi de 8 metros de altura e 3,2% de declividade, seguindo sentido morraria na demarcação (B) em 7,18 km a elevação foi de 145 metros de altura e declividade de 7,8%, no extremo norte da praia do Estaleiro em 9,23 km foi encontrado o nível de elevação de 5 metros em referente ao nível do mar e declividade de 0,5%.

Na praia do Pinho no setor sul em 10,4 km, foi encontrado o nível de elevação de 6 metros e declividade de 0,4%, no setor central em 10,7 km o nível de elevação presente foi também de 6 metros e declividade de 5,2%, seguindo o caminho traçado sentido o morro no ponto (C) em 11 km o nível de elevação foi de 90 metros e a declividade de 10,6%, já no setor norte da praia em 11,7 km o nível de elevação encontrado foi de 6 metros e a declividade de 0,7%.

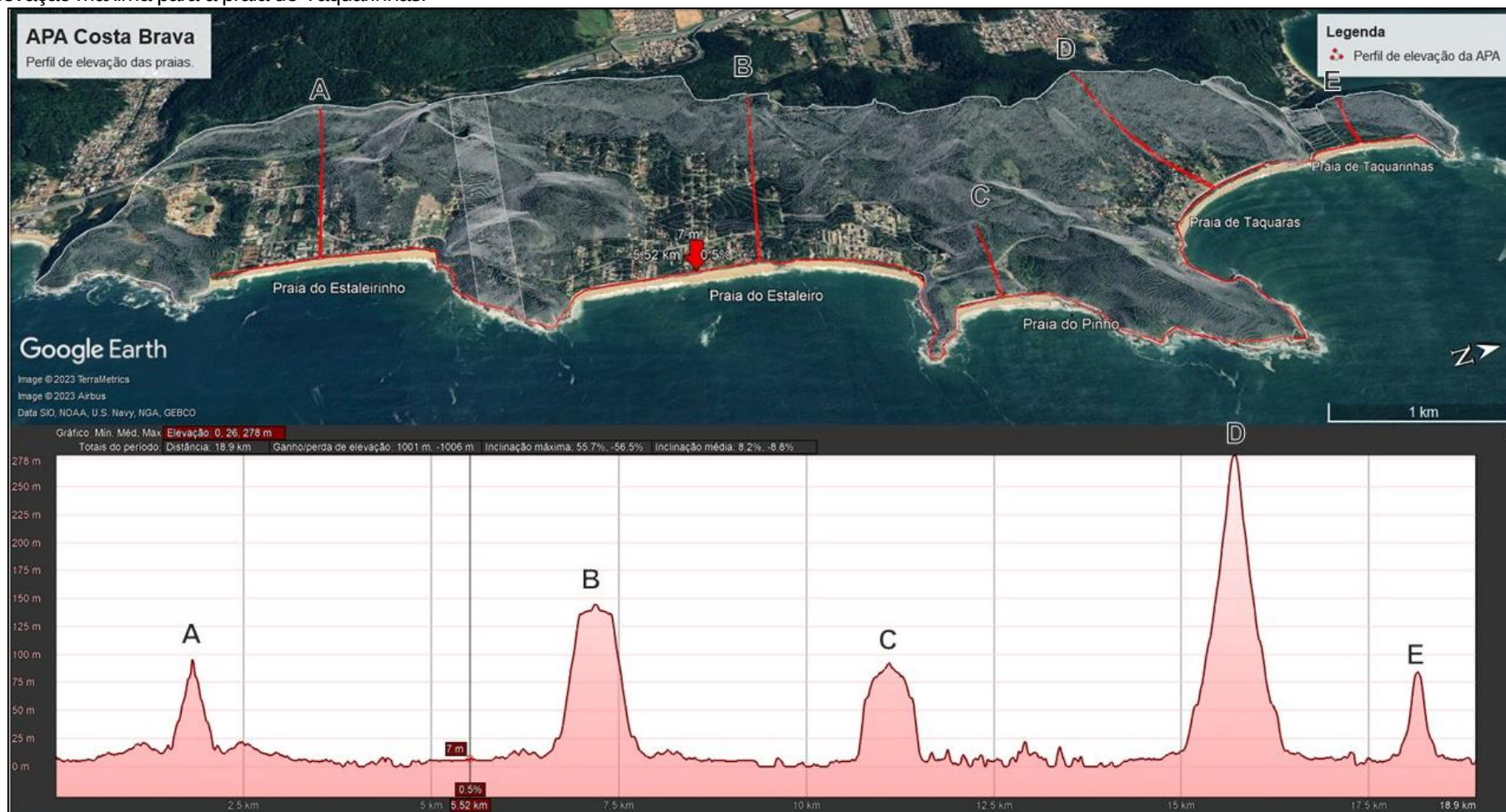
Para a praia de Taquaras no setor sul em 14,3 km do caminho traçado pela costa, na parte da vegetação de dunas foi encontrado o nível de elevação em relação ao nível do mar de 5 metros e declividade de 1,5%, seguindo para a parte central em 14,7 km o nível de elevação encontrado foi de 6 metros e declividade de 0,1%, o caminho sentido o morro no ponto (D) em 15,7 km o nível de elevação foi de 278 metros e a declividade de 17,3%, sendo considerado o ponto de maior altitude para a área de estudo, já no setor norte em 17,1 km o nível de elevação foi de 6 metros e a declividade foi de 3%. Seguindo o caminho traçado até o setor sul em 17,5 km o nível de elevação encontrado foi de 3 metros e a declividade de 7,1%, para o setor central da praia na área de vegetação costeira em 17,7 km o nível de

elevação foi de 6 metros e a declividade de 1,8%, seguindo o caminho sentido o morro no ponto (E) em 18,1 km o nível de elevação foi de 81 metros e a declividade de 29,9% em direção a Taquarinhas.

No setor norte da praia de Taquarinhas em 18,9 km o nível encontrado foi de 3 metros em relação ao nível do mar e declividade de - 8.0%.

Em relação ao caminho traçado de 18,9 km o nível de menor elevação foi de 0 metros em relação ao nível do mar e o máximo foi de 278 metros. Já a inclinação média encontrada para a costa foi de 8,2% e -8,0%, o valor negativo da declividade está relacionado ao trajeto as vezes de volta de uma subida ou alguma “vala” no solo, a inclinação mais alta encontrada foi de 55,7% correspondente a morraria. Portanto, para a classificação das praias no índice de vulnerabilidade costeira do relevo utilizou a elevação encontrada na parte da costa, correspondendo a vegetação costeira em relação ao nível do mar.

Figura 12 - Mapa com o gráfico do perfil de elevação das praias de Estaleirinho, Estaleiro, Pinho, Taquaras e Taquarinhas. (A) elevação máxima para a praia do Estaleirinho; (B) elevação máxima para a praia do Estaleiro; (C) elevação considerada para a praia do Pinho; (D) elevação máxima para a praia de Taquaras e (E) elevação máxima para a praia de Taquarinhas.



4.2. Índice de Vulnerabilidade Costeira da Variável Geomorfológica e Sedimentológica.

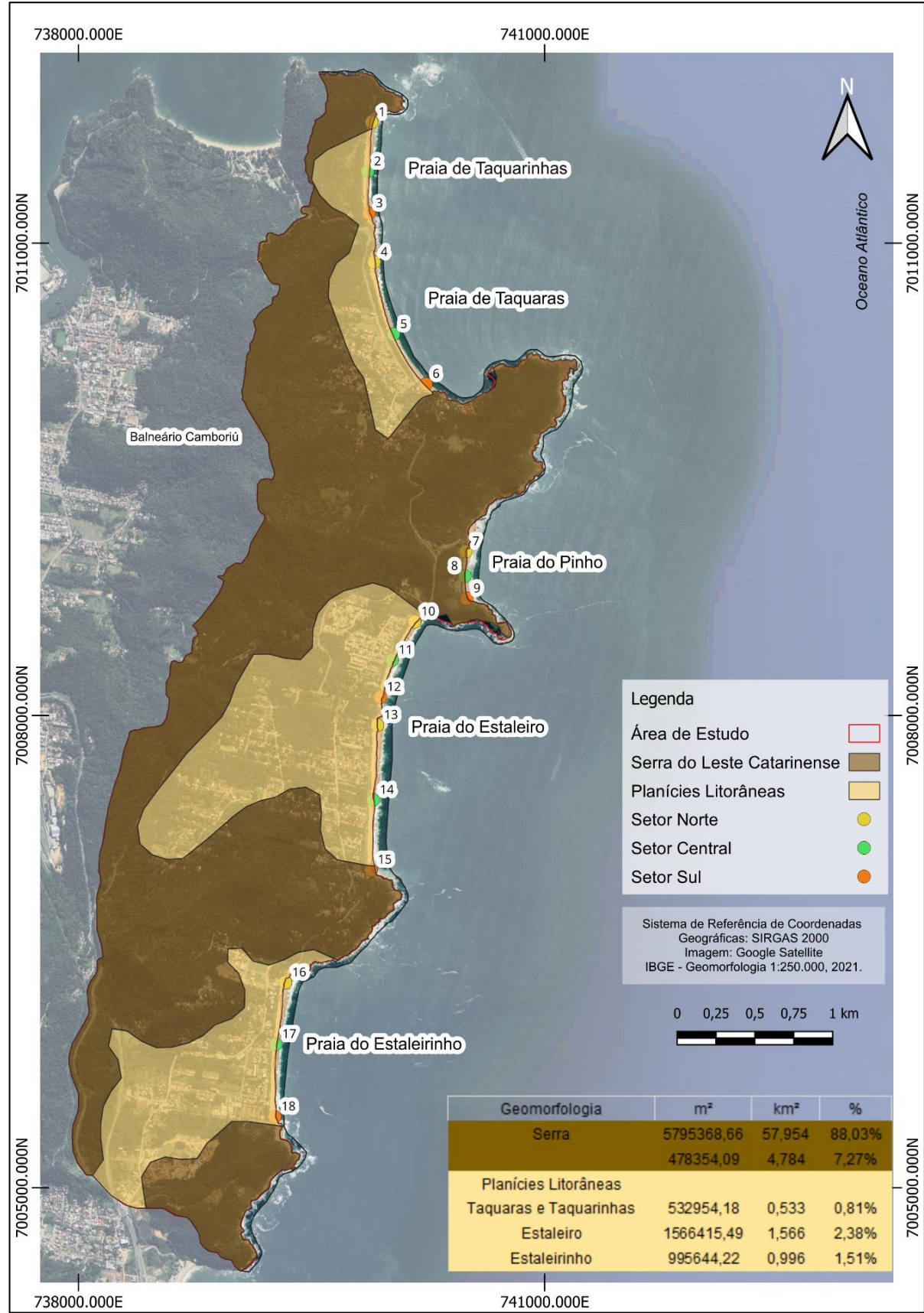
O litoral centro-norte de Santa Catarina é formado por rochas do Embasamento Cristalino constituído por formações de idade Pré-Cambriana e Eo-Paleozóica (Gré, 1983). Além do Embasamento Cristalino, o litoral é constituído pela Planície Costeira.

O embasamento Cristalino são rochas de granito que constituem os altos topográficos formando a unidade geomorfológica Serras do Tabuleiro/Itajaí. E a Cobertura Sedimentar Quaternária, que é caracterizada pela planície costeira. A planície costeira na região das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho é formada basicamente por depósitos marinhos praias, eólico e lagunar pleistocênico, que se encontra em contato com o embasamento rochoso, depósitos continentais e lagunar holocênico, compreendendo os depósitos marinho praias intermarés recobertos por sedimentos eólicos, lagunares, flúvios-lagunares e os paludiais. A formação desses depósitos está associada às mudanças relativas do nível médio do mar que ocorreram durante o quaternário (Rech, 2003; Polette *et al*, 2016, p.87).

As planícies são conjuntos de formas de relevo planas ou suavemente onduladas, em geral posicionadas a baixa altitude, nos quais os processos de sedimentação superam os de erosão. As serras constituem relevos acidentados, elaborados em rochas diversas, formando cristais e cumeadas ou as bordas escarpadas de planaltos (IBGE, 2021).

A área de estudo apresenta característica geomorfologia representada por 62,73 km² (95,30%) pela Serra do Leste Catarinense e 3,09 km² (4,70%) de Planícies Litorâneas, respectivamente, representadas pelas praias de Taquarinhas e Taquaras com 0,53 km² (0,81%), a praia do Estaleiro com 1,56 km² (2,38%) e praia do Estaleirinho com 0,99 km² (1,51%) (Figura 13).

Figura 13 - Mapa geomorfológico da área de estudo, compondo as praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho.



Fonte: Autora.

A análise granulométrica dos sedimentos das praias auxilia na avaliação dos processos hidrodinâmicos atuantes sobre o ambiente. A média reflete no tamanho do sedimento, sendo afetada pela fonte de suprimento do material, pelo processo de deposição e pela velocidade da corrente (Suguio, 1973). A Tabela 3 apresenta em porcentagem o tipo de sedimento encontrado em cada praia

Tabela 3 – Porcentagem do tipo de sedimento encontrado nas praias.

%	Taquarinhas	Taquaras	Pinho	Estaleiro N	Estaleiro S	Estaleirinho
Cascalho	1,10	0,97	0,13	0,80	1,91	1,74
Areia muito grossa	10,56	9,37	3,74	12,71	14,09	20,89
Areia grossa	62,69	60,97	38,84	37,66	39,09	53,82
Areia média	25,46	28,65	50,69	44,80	42,31	20,22
Areia fina	0,07	0,02	6,58	4,02	2,40	3,30
Areia muito fina	0,12	0,01	0,02	0,01	0,18	0,02
Lama	0,00	0,01	0,00	0,00	0,02	0,01
	Areia grossa	Areia grossa	Areia média	Areia média	Areia média	Areia grossa

A média encontrada para a praia de Taquarinhas foi de 0,65 phi, sendo a máxima de 0,94 phi, classificada em areia grossa moderadamente selecionada no perfil de berma central e a mínima foi de 0,18 phi, classificada em areia grossa moderadamente selecionada no perfil do estirâncio sul. A praia de Taquarinhas apresenta 1,10% de cascalho, 10,56% de areia muito grossa, 62,69% de areia grossa, 25,46% de areia média, 0,07% de areia fina e 0,12% de areia muito fina (Figura 14).

Para a praia de Taquaras a média encontrada foi de 0,69 phi, onde a máxima foi de 1,22 phi, classificada como areia média moderadamente selecionada no perfil da berma central e a mínima de 0,17 phi, classificada em areia grossa moderadamente selecionada no perfil do estirâncio central. A praia de Taquaras apresentou 0,97% de cascalho, 9,37% de areia muito grossa, 60,97% de areia grossa, 28,65% de areia média, 0,02% de areia fina, 0,01% de areia muito fina e 0,01% lama (Figura 15).

A média encontrada para a praia do Pinho foi de 1,11 phi, sendo a máxima de 1,63 phi classificada como areia média moderadamente selecionada no perfil praial do estirâncio setor norte, já a mínima foi de 0,80 phi, classificada como areia grossa moderadamente selecionado no perfil da berma central. A praia do Pinho apresentou 0,13% de cascalho, 3,74% de areia muito grossa, 38,84% de areia grossa, 50,69% de areia média, 6,58% de areia fina, e 0,02% de areia muito fina (Figura 16).

Para a praia do Estaleiro no setor norte, foi encontrada uma média granulométrica

de 0,88 phi, onde a máxima encontrada foi de 1,26 phi, classificada como areia média moderadamente selecionada no perfil praial de duna norte, já o mínimo foi de 0,16 phi, classificada como areia grossa moderadamente selecionada no perfil praial do estirâncio setor sul. A praia do Estaleiro no setor norte apresentou 0,80% de cascalho, 12,71% de areia muito grossa, 37,66% de areia grossa, 44,80% de areia média, 4,02% de areia fina e 0,01% de areia muito fina (Figura 17).

Na praia do Estaleiro sul foi encontrada uma média de 0,81 phi, onde a máxima foi de 1,32 phi classificada como areia média moderadamente selecionada no perfil da duna setor norte, já a mínima foi de -0,06 phi, classificada em areia muito grossa moderadamente selecionada no perfil do estirâncio setor norte. A praia do Estaleiro no setor Sul apresentou 1,91% de cascalho, 14,09% de areia muito grossa, 39,09% de areia grossa, 42,31% areia média, 2,40% de areia fina, 0,18% de areia muito fina e 0,02% lama (Figura 18).

Na praia do Estaleirinho foi encontrada uma média granulométrica de 0,52 phi, onde a máxima foi de 0,94 phi, classificada como areia grossa moderadamente selecionada no perfil praial de duna central, já a mínima foi de 0,08 classificada como areia grossa, moderadamente selecionada no perfil praial do estirâncio central. A praia do Estaleirinho apresenta 1,74% de cascalho, 20,89% de areia muito grossa, 53,82% de areia grossa, 20,22% de areia média, 3,30% de areia fina, 0,02% de areia muito fina e 0,01% lama (Figura 19).

Figura 14 - Gráfico representando a porcentagem de areia presente na praia de Taquarinhos no setor norte (n), central (c) e sul (s)



Figura 15 - Gráfico representando a porcentagem de areia presente na praia de Taquaras no setor norte (n), central (c) e sul (s).

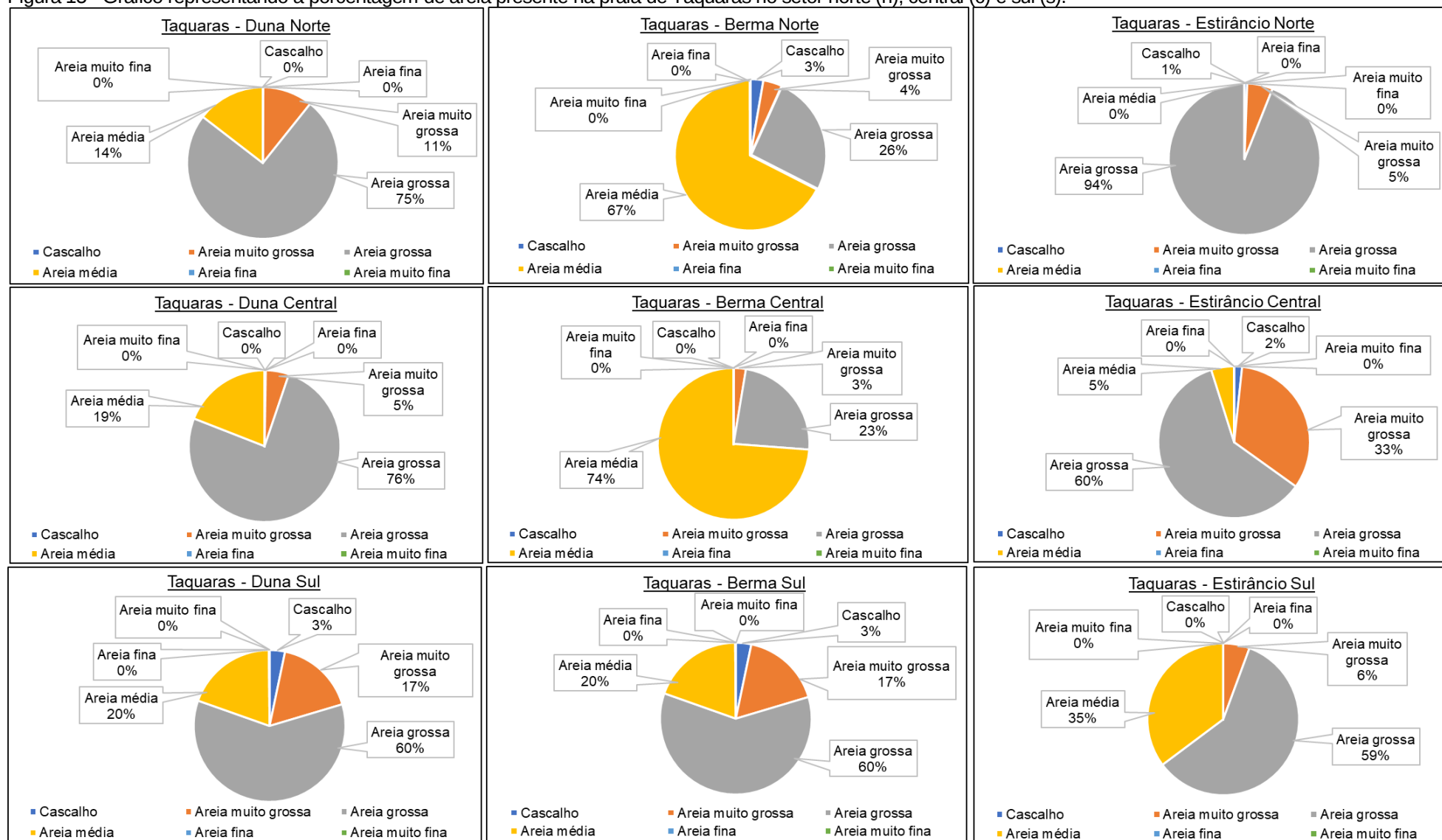


Figura 16 - Gráfico representando a porcentagem de areia presente na praia de Pinho no setor norte (n), central (c) e sul (s).

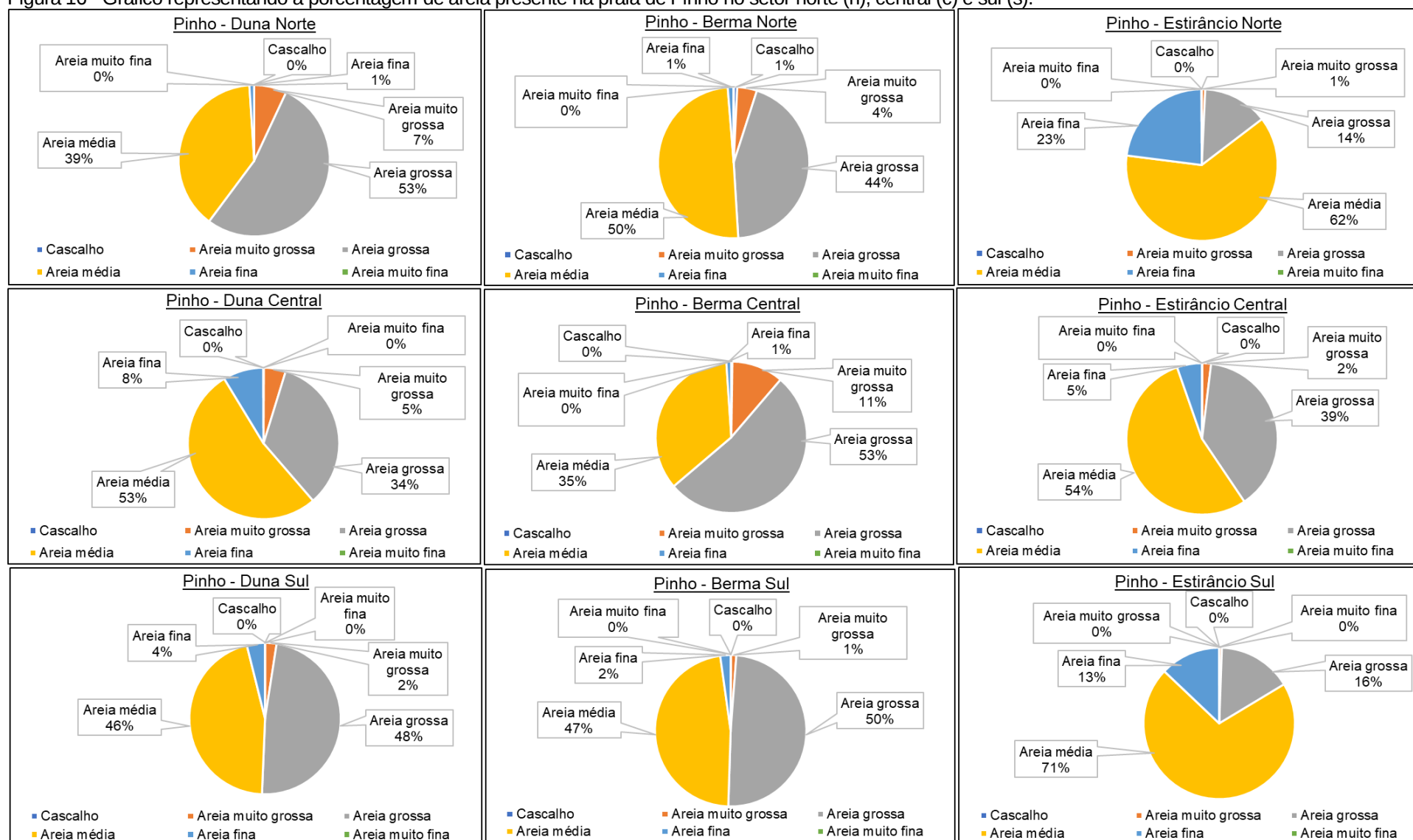


Figura 17 - Gráfico representando a porcentagem de areia presente na praia do Estaleiro setor Norte, no setor norte (n), central (c) e sul (s).

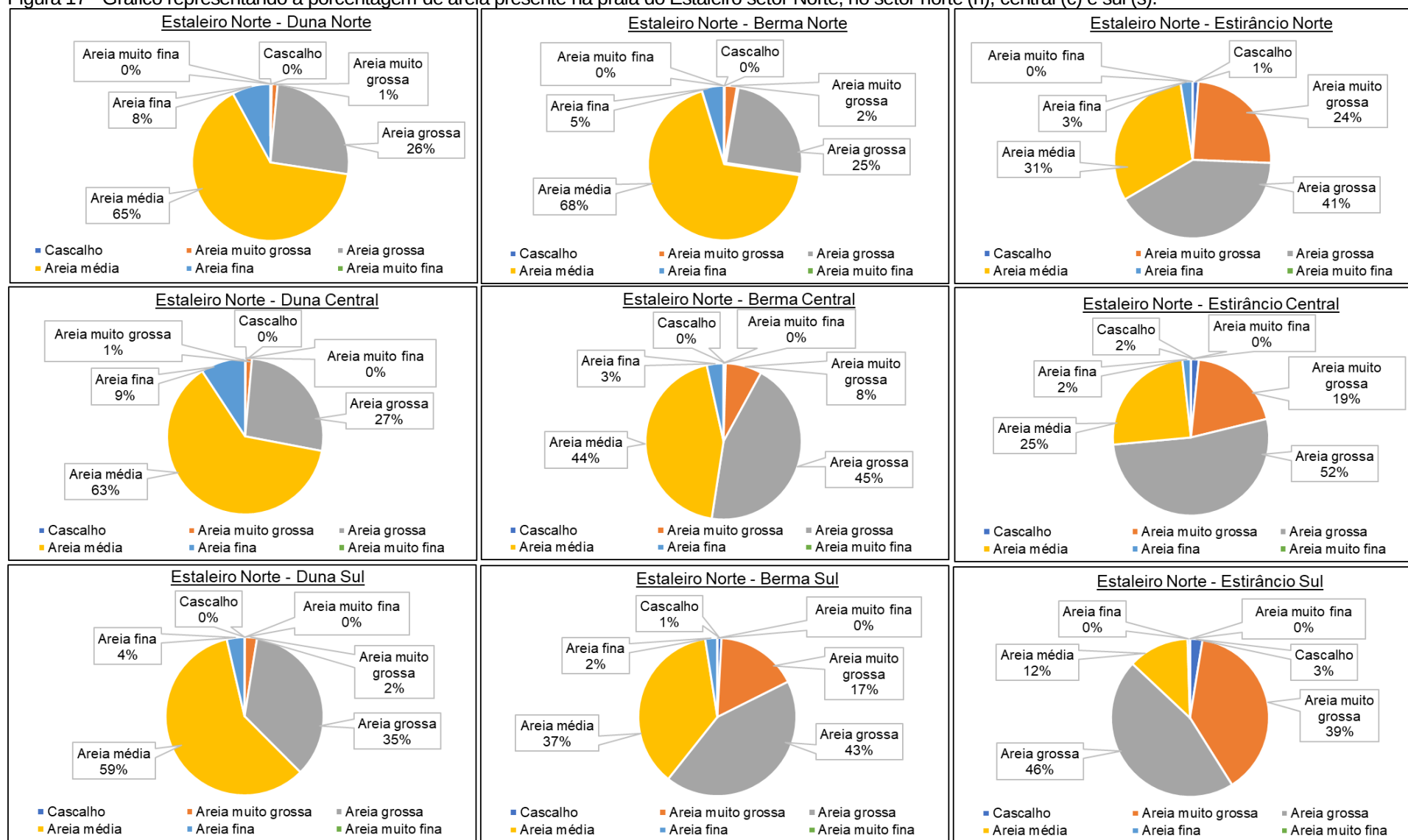


Figura 18 - Gráfico representando a porcentagem de areia presente na praia do Estaleiro setor Sul, no setor norte (n), central (c) e sul (s).

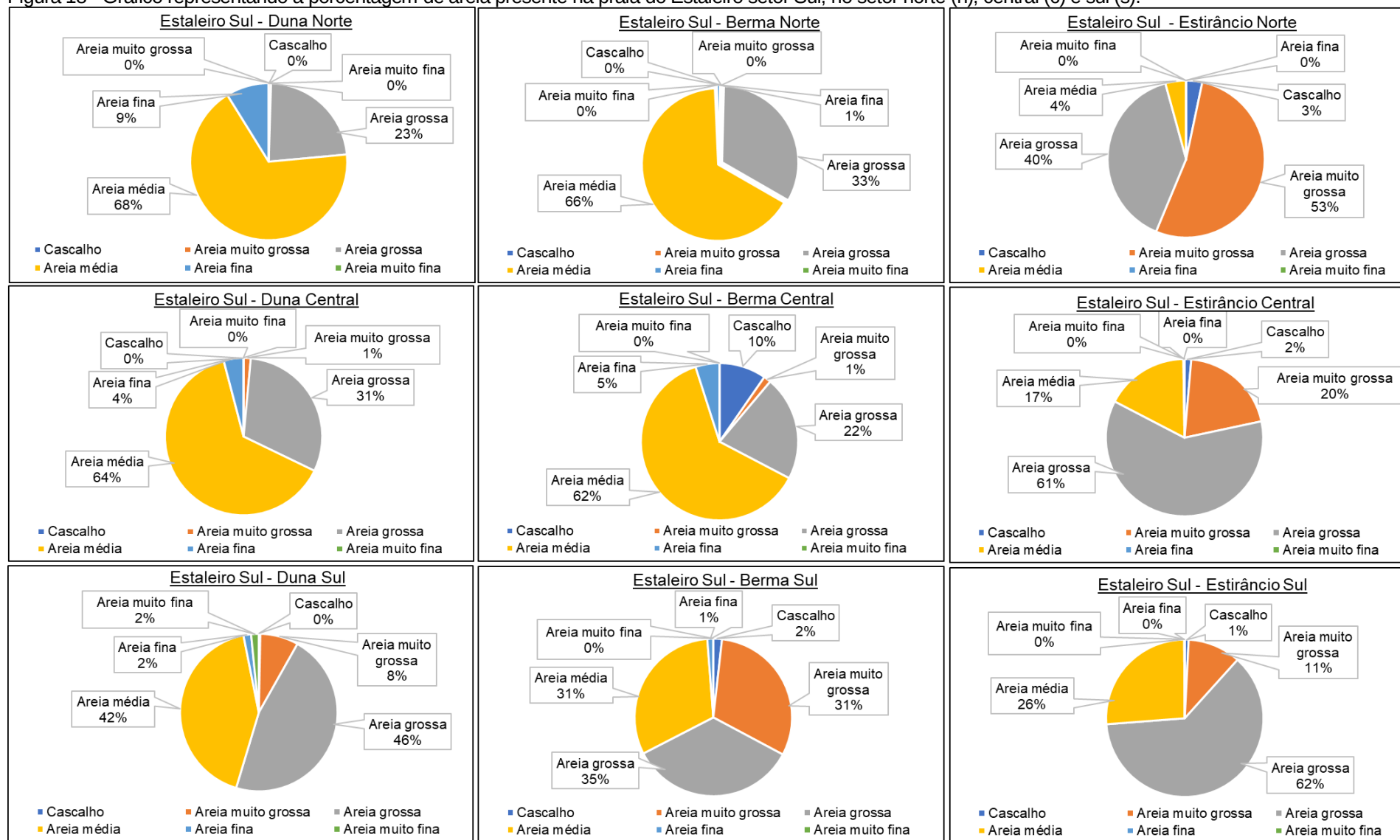
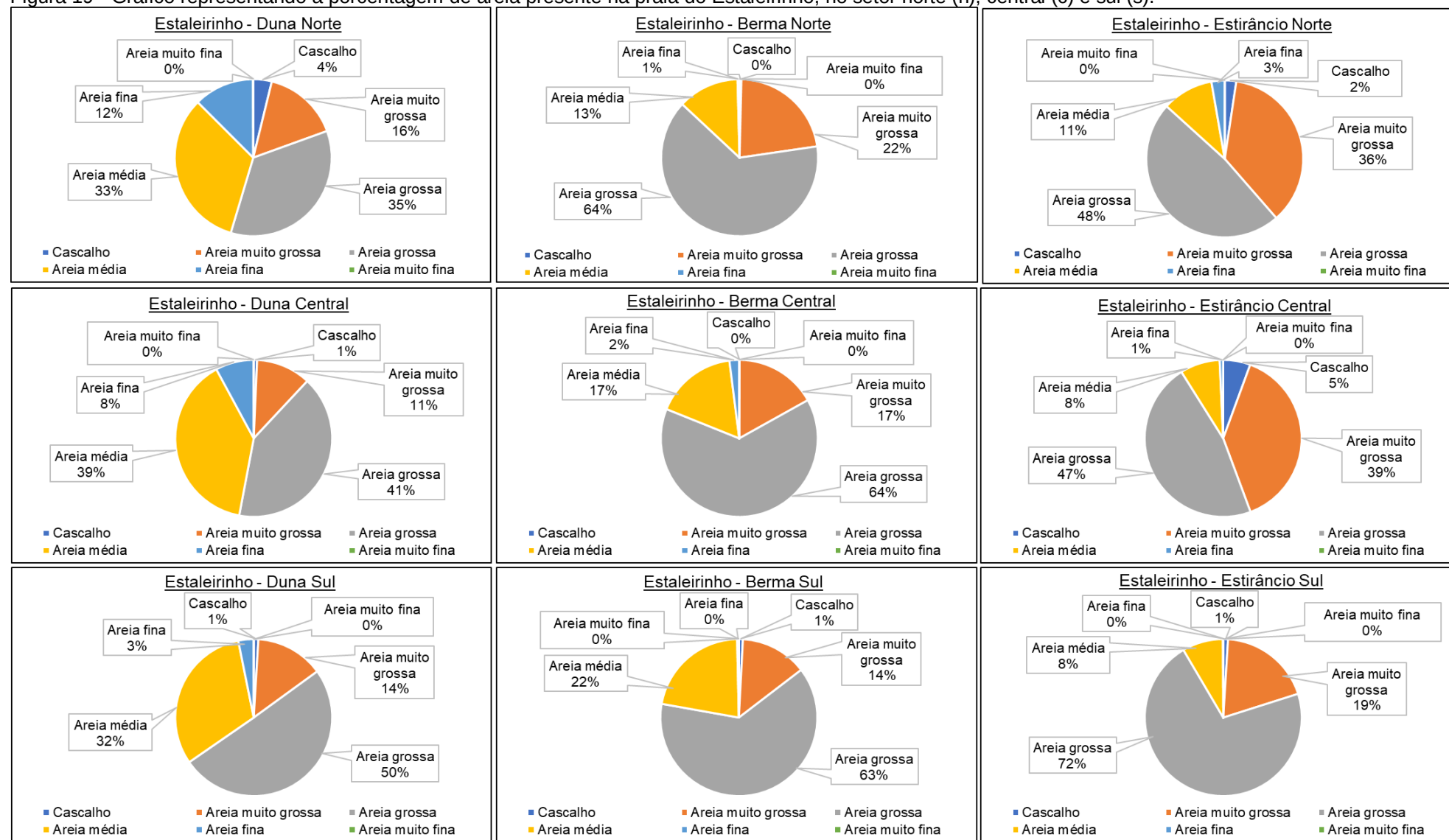


Figura 19 - Gráfico representando a porcentagem de areia presente na praia do Estaleirinho, no setor norte (n), central (c) e sul (s).



A assimetria está relacionada a ambientes em que predomina deposição (assimetria positiva) e remoção (assimetria negativa), ressaltando-se que a seleção varia de assimetria muito positiva a assimetria muito negativa. A presente análise granulométrica das praias de Taquaras, Taquarinhas, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho mostraram uma variação entre as amostras e os setores, cujos resultados estão em apêndice (Tabela 7).

Para a praia de Taquarinhas a máxima foi positiva (0,15 phi) no setor praial berma norte e a mínima negativa (-0,24 phi) no estirâncio setor sul. A praia de Taquaras encontrou uma classificação assimétrica máxima positiva (0,26 phi) na berma sul a muito negativa (-0,36 phi) berma norte. Já na praia do Pinho foi encontrada classificação aproximadamente simétrica (0,07 phi) no estirâncio setor norte, a negativa (-0,11 phi) no estirâncio setor central. Para o Estaleiro setor Norte a classificação foi de aproximadamente simétrica (0,03 phi) no estirâncio sul, e a negativa (-0,26 phi) na berma setor norte. O setor sul da praia do Estaleiro foi encontrado a assimetria positiva (0,13 phi) no estirâncio setor norte, e a muito negativa (-0,37 phi) na berma central. A praia do Estaleirinho foi encontrada uma assimetria de aproximadamente simétrico (0,07 phi) na berma setor sul e a negativa (-0,12 phi) no estirâncio setor sul.

A curtose é a medida que retrata o grau de agudez dos picos nas curvas de distribuição de frequência. A maior parte das medidas de curtose computa a razão entre as dispersões (espalhamento) na parte central e nas caudas das curvas de distribuição. As curvas platicúrticas contêm caudas de sedimentos mais finos e mais grossos, indicando mistura de populações distintas. Nas distribuições leptocúrticas, os sedimentos são bem selecionados na parte central da distribuição. Essas distribuições variam de extremamente leptocúrtica a muito platicúrtica. Os valores de curtose muito altos ou muito baixos podem sugerir que um tipo de material foi selecionado em uma região de alta energia e transportado sem mudança das características para outro ambiente, onde ele se misturou com outro sedimento, em equilíbrio com diferentes condições, possivelmente de baixa energia. No caso das praias nota-se a clara tendência do domínio da deriva litorânea no sentido sul-norte para a região, quando considerada a média anual do clima de ondas, corroborando com Klein *et al.* (2001).

4.3. Índice de Vulnerabilidade Costeira da Variável NMM

Com base em referências secundárias para a variável nível médio do mar, é fato que o nível do mar está aumentando no Brasil a uma taxa de cerca de 40 centímetros por século, o que corresponde a quatro milímetros por ano.

Além disso, dados do relatório de avaliação AR6 (2023) do IPCC mostram que a influência humana tem aquecido a atmosfera, os oceanos e a superfície terrestre. As últimas

décadas têm sido as mais quentes desde 1850, com aumentos significativos na temperatura sobre os continentes e nos oceanos. A umidade na atmosfera e a precipitação também aumentaram, assim como a acidificação dos mares devido ao aquecimento oceânico.

Projeções futuras indicam que o nível médio global do mar continuará a subir durante o século 21, com taxas de aumento superiores às observadas no período de 1971-2010. Os cenários de aumento variam de acordo com os níveis de emissões de gases de efeito estufa, mas todos indicam uma elevação significativa do nível médio do mar até o final do século, com possíveis impactos importantes nas regiões costeiras. No entanto, mesmo com o colapso de setores marinhos da camada de gelo da Antártida e a variação dos padrões de chuva, espera-se que a contribuição adicional para o aumento do nível médio global do mar não exceda a alguns décimos de metros durante o século 21. O aumento do nível do mar combinado com chuvas intensas pode aumentar o risco de erosão costeira. A água doce proveniente das chuvas pode inundar áreas costeiras, enquanto o aumento do nível do mar pode tornar essas áreas mais vulneráveis à erosão das ondas.

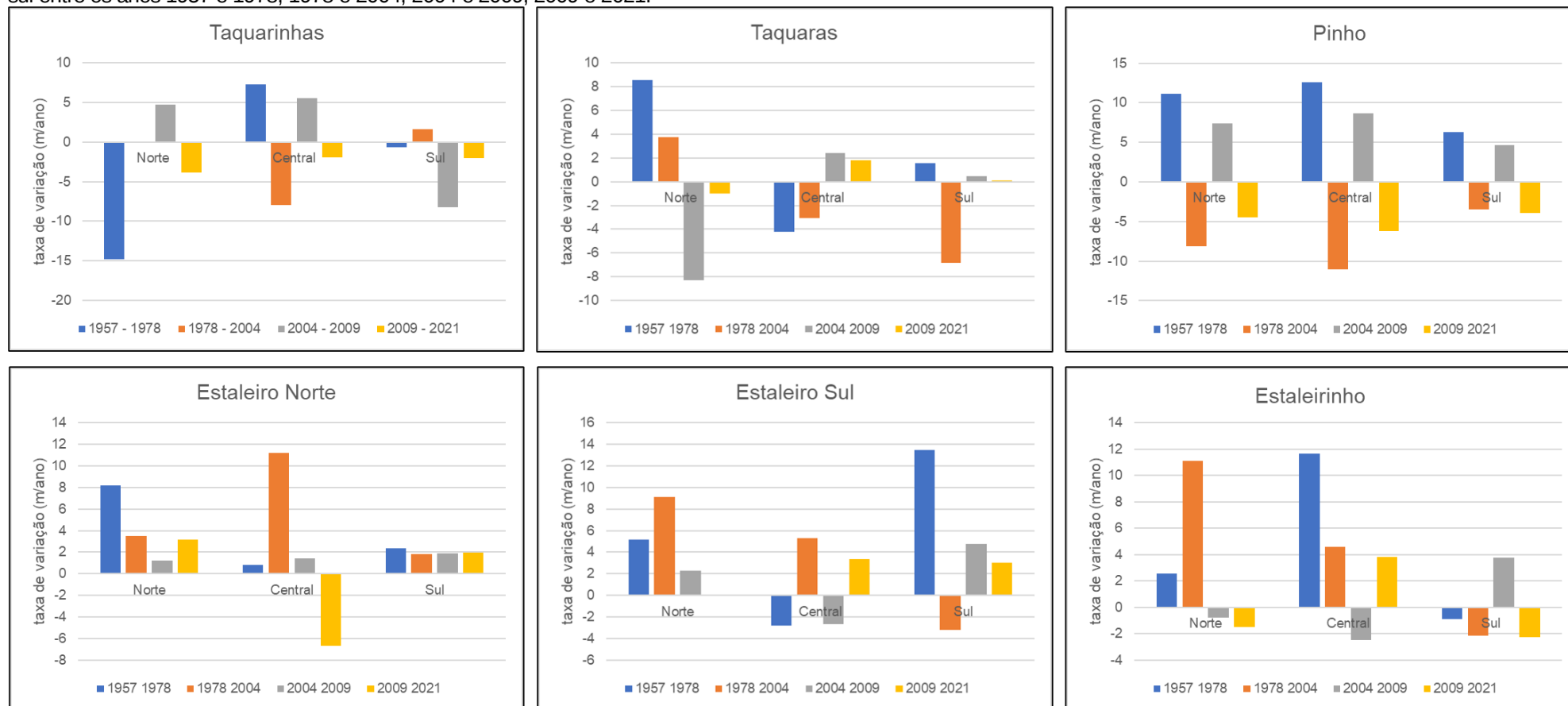
4.4. Índice de Vulnerabilidade Costeira da Variável Linha de Costa

Foram calculadas para as praias de Taquarinha, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho, as taxas de variação da linha de costa utilizando a variável linha da vegetação costeira como referência para os períodos de 1957 e 1978; 1978 e 2004; 2004 e 2009; 2009 e 2021 utilizando o método EPR. A (Tabela 4) apresenta as praias, os setores de cada praia os anos o quanto variou a média dos setores e a variação da taxa de mudança horizontal na linha da vegetação. A classificação da taxa de mudança na linha da vegetação foi a mesma utilizada para a taxa de linha de costa de Gornitz (1991), obtendo assim, valores negativos representando erosão (reco) e positivos representando progradação (acresção). Conforme os valores dos índices de Gornitz (1991) não houve necessidade de acrescentar as incertezas referente ao georreferenciamento das imagens devido aos valores da classificação.

Tabela 4 - Informações das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro setor norte e sul, e Estaleirinho subdividida em setores norte, central e sul, a variação da linha da vegetação entre os anos de 1957 e 1978, 1978 e 2004, 2004 e 2009, 2009 e 2021, a média da taxa de variação entre os setores e o total da taxa de variação da linha da vegetação para cada praia em metros por ano.

Praias	Setores	1957 - 1978	1978 - 2004	2004 - 2009	2009 - 2021	Média dos setores	Taxa de mudanças horizontais na linha da vegetação (m/ano)	
Taquarinhas	Norte	-14,83	0,019	4,69	-3,85	-3,49	-1,70	estável/erosão
	Central	7,26	-7,95	5,56	-1,98	0,72		
	Sul	-0,65	1,645	-8,28	-2,05	-2,33		
Taquaras	Norte	8,59	3,75	-8,3	-1	0,76	-0,39	estável
	Central	-4,2	-3,06	2,44	1,8	-0,76		
	Sul	1,54	-6,86	0,46	0,12	-1,19		
Pinho	Norte	11,14	-8,12	7,38	-4,48	1,48	1,12	acrecção/estável
	Central	12,56	-11,08	8,68	-6,17	1,00		
	Sul	6,28	-3,488	4,63	-3,9	0,88		
Estaleiro Norte	Norte	8,17	3,5	1,25	3,18	4,03	2,58	acrecção
	Central	0,8	11,22	1,44	-6,68	1,70		
	Sul	2,35	1,82	1,9	1,98	2,01		
Estaleiro Sul	Norte	5,14	9,09	2,26	0,01	4,13	3,14	acrecção
	Central	-2,8	5,3	-2,68	3,34	0,79		
	Sul	13,44	-3,23	4,74	3,01	4,49		
Estaleirinho	Norte	2,54	11,09	-0,77	-1,48	2,85	2,28	acrecção
	Central	11,67	4,58	-2,48	3,8	4,39		
	Sul	-0,88	-2,15	3,75	-2,27	-0,39		

Figura 20 - Gráficos das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho e a taxa de variação em metros por ano dos respectivos setores norte, central e sul entre os anos 1957 e 1978, 1978 e 2004, 2004 e 2009, 2009 e 2021.



A praia de Taquarinhos apresentou uma taxa de variação de -1,70 m/ano, a qual está em um estágio erosivo para estável, conforme a classificação das variáveis de Gornitz (1991). O setor norte foi o que houve maior taxa de erosão -14,83 m/ano, entre os anos de 1957 e 1978, isso ocorreu devido ao único ponto que obteve o maior erro de georreferenciamento devido a qualidade da fotografia aérea, onde a linha do ano de 1957 esteve mais próxima em direção ao mar, e a linha de 1978 esteve mais próxima aos anos mais recentes, em direção a terra no setor norte. O setor que apresentou maior taxa de acreção foi o setor central de 7,26 m/ano. A média encontrada para os setores foi no setor norte de -3,49 m/ano em erosão, no setor central foi de 0,72 m/ano em acreção e no setor sul foi de -2,33 m/ano em erosão (Tabela 4 e Figura 20). As linhas representativas dos anos 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021 permaneceram em uma variação altimétrica de aproximadamente 1 e 5 metros (Figura 21). No geral, percebe-se uma variação entre os setores norte, central e sul que estão diretamente ligados ao balanço sedimentar e a variação da deriva litorânea, a praia apresenta um estado de equilíbrio. A praia de Taquarinhos é a praia mais preservada em seu estado natural em relação as outras e a faixa de dunas é bem desenvolvida.

A praia de Taquaras apresentou uma taxa de variação de -0,39 m/ano, sendo estável, conforme a classificação de Gornitz (1991). O setor norte nos anos de 2004 e 2009 apresentou maior taxa de erosão (-8,3 m/ano), já o setor norte nos anos de 1957 e 1978 também apresentou maior taxa de acreção (8,59 m/ano). As médias nos setores nortes foi de 0,76 m/ano sendo acreção, no setor central foi de -0,76 m/ano sendo erosão e no setor sul foi de -1,19 m/ano sendo erosão (Tabela 4 e Figura 20). As linhas representativas dos anos de 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021 variavam entre 4 e 8 metros (Figura 22), a praia de Taquaras apresenta uma faixa dunar bem desenvolvida de aproximadamente 2 metros de largura sentido terra, atingindo uma altimetria em relação a curva de nível de 8 a 10 metros, dependendo da região da praia (Figura 22).

A praia do Pinho apresentou uma taxa de variação de 1,12 m/ano, em estado estável para acreção conforme a classificação de Gornitz (1991). O setor central com 12,56 m/ano foi o que apresentou maior taxa de acreção nos anos de 1957 e 1978, já o setor central com -11,08 m/ano nos anos de 1978 e 2004 também foi o que apresentou maior taxa de erosão. As médias encontradas no setor norte entre os anos foi de 1,48 m/ano foi acreção, no setor central foi de 1 m/ano e no setor sul foi de 0,88 m/ano, ambos em estado de acreção (Tabela 4 e Figura 20). As linhas dos anos de 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021 variaram entre 4 e 8 metros (Figura 23). A praia do Pinho apresenta uma faixa de vegetação dunar também bem desenvolvida, e essa faixa representa largura desde a curva de 4 até 8 metros, aproximadamente, em algumas regiões dessa praia (Figura 23).

A praia do Estaleiro na parte norte, apresentou uma taxa de variação de 2,58 m/ano, sendo classificada como acreção, conforme os índices de Gornitz (1991). O setor central nos

anos de 1978 e 2004 foi o qual apresentou maior taxa de acreção, com 11,22 m/ano e no mesmo setor central, porém nos anos de 2009 e 2021 foi o único ponto que apresentou taxa de erosão de -6,68 m/ano. As médias encontradas no setor norte foram de 4,03 m/ano, no setor central foi de 1,70 m/ano e no setor sul foi de 2,01 m/ano, sendo ambos setores em acreção (Tabela 4 e Figura 20). As linhas dos anos de 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021 variaram entre 4 e 6 metros (Figura 24). A praia do Estaleiro apresenta uma faixa de vegetação dunar também bem desenvolvida, a qual apresenta um condomínio construído na região, esta faixa representa de largura desde o nível de 4 até 7 metros, aproximadamente em algumas regiões da praia (Figura 24).

A praia do Estaleiro na parte sul, apresentou uma taxa de variação de 3,14 m/ano, sendo classificada como acreção conforme os índices de Gornitz (1991). O setor sul nos anos de 1957 e 1978 foi o qual apresentou maior taxa de acreção com 13,44 m/ano e no mesmo setor central, porém nos anos de 1978 e 2004 apresentou a maior taxa de erosão de -3,23 m/ano. As médias encontradas no setor norte foram de 4,13 m/ano, no setor central foi de 0,79 m/ano e no setor sul foi de 4,49 m/ano, onde ambos setores estão em acreção (Tabela 4 e Figura 20). As linhas dos anos de 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021 variaram entre 4 e 6 metros, aproximadamente em algumas regiões (Figura 25). No geral a praia do Estaleiro apresenta uma taxa de 2,86 m/ano em acreção para a classificação segundo a tabela de Gornitz (1991) nos fatores naturais que atuam pela região, bem como quando ocorre eventos extremos.

A praia do Estaleirinho apresentou uma taxa de variação de 2,28 m/ano, sendo classificada como acreção conforme os índices de Gornitz (1991). O setor central nos anos de 1957 e 1978 foi o qual apresentou maior taxa de acreção com 11,67 m/ano e no mesmo setor central, porém nos anos de 2004 e 2009 apresentou a maior taxa de erosão de -2,48 m/ano. As médias encontradas no setor norte foram de 2,85 m/ano, no setor central foi de 4,39 m/ano e no setor sul foi de -0,39 m/ano, onde ambos setores estão em acreção (Tabela 4 e Figura 20). As linhas dos anos de 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021 variaram entre 4 e 6 metros, aproximadamente em algumas regiões (Figura 26).

Figura 21 - Mapa da praia de Taquarinhos mostrando o comportamento das linhas da vegetação costeira nos anos 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021, a curva de nível e os transectos traçados nos setores norte, central e sul.



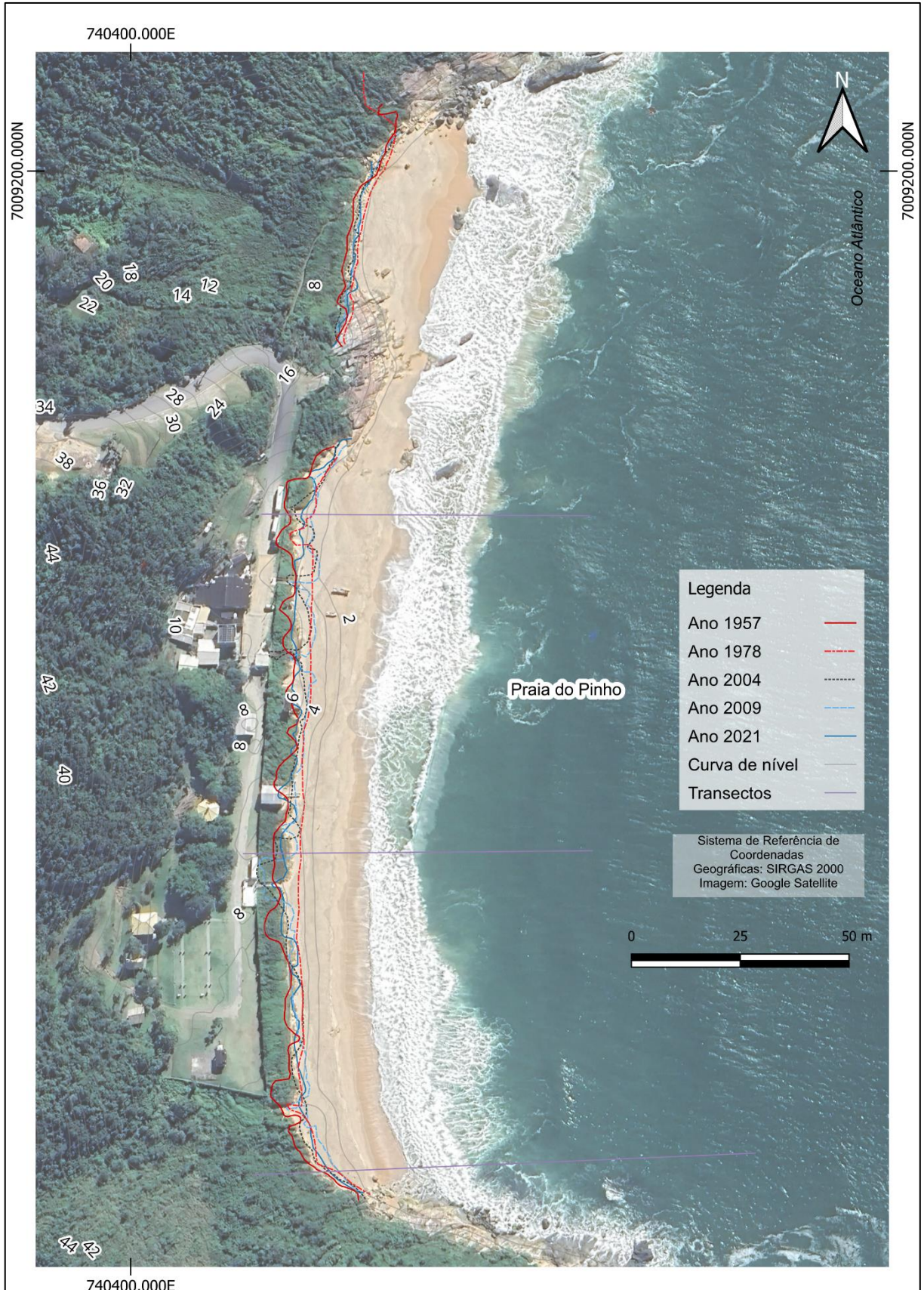
Fonte: Autora.

Figura 22 - Mapa da praia de Taquaras mostrando o comportamento das linhas da vegetação costeira nos anos 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021, a curva de nível e os transectos traçados nos setores norte, central e sul.



Fonte: Autora.

Figura 23 - Mapa da praia do Pinho mostrando o comportamento das linhas da vegetação costeira nos anos 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021, a curva de nível e os transectos traçados nos setores norte, central e sul.



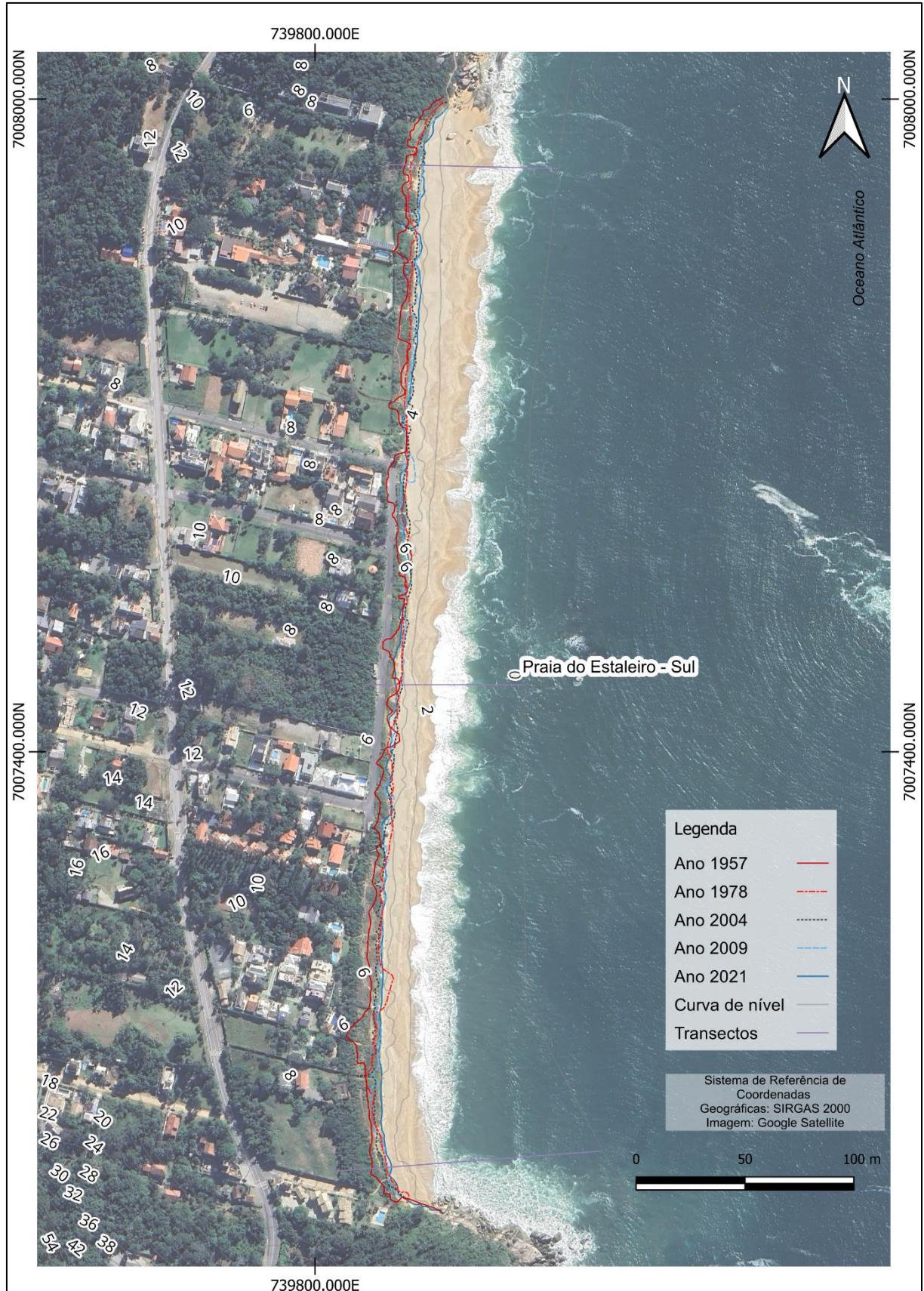
Fonte: Autora.

Figura 24 - Mapa da praia do Estaleiro parte norte mostrando o comportamento das linhas da vegetação costeira nos anos 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021, a curva de nível e os transectos traçados nos setores norte, central e sul.



Fonte: Autora.

Figura 25 - Mapa da praia do Estaleiro parte sul mostrando o comportamento das linhas da vegetação costeira nos anos 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021, a curva de nível e os transectos traçados nos setores norte, central e sul.



Fonte: Autora.

Figura 26 - Mapa da praia do Estaleirinho mostrando o comportamento das linhas da vegetação costeira nos anos 1957, 1978, 2004, 2009 e 2021, a curva de nível e os transectos traçados nos setores norte, central e sul.



Fonte: Autora.

4.5. Índice de Vulnerabilidade Costeira da Variável de Maré

O regime de maré astronômica corresponde ao movimento periódico de subida e descida no nível do mar pela influência gravitacional do Sol e da Lua, possui um comportamento na região das praias do tipo micromaré misto com predominância semi-diurna e uma variação média de 0,8 metros, com mínima de 0,4 metros nos períodos de quadratura e máxima de 1,2 metros nos períodos de Sizígia (Schettini, 2002). O regime de micromaré na região é caracterizado por ser um padrão complexo quando se analisa separadamente cada componente de maré, apresentando em períodos de quadratura, quatro preamares ao longo do dia, o que resulta em variações expressivas no nível médio do mar (Schettini, 2002; Polette *et al*, 2016, p.82).

Além da maré astronômica, também é de grande importância na dinâmica costeira da região, a maré meteorológica que é influenciada principalmente pela pressão atmosférica e a tensão de cisalhamento do vento, sendo esse último de maior importância. De modo geral, quando os ventos atuam no quadrante norte ocorre uma diminuição do nível médio do mar na região e quando esse age no quadrante sul, principalmente nos meses de inverno e primavera, pode ocorrer uma elevação do nível médio do mar de até 1 metro acima dos níveis da maré astronômica em uma frequência de 10 dias (Trucollo, 1998; Schettini, 2002; Polette *et al*, 2016, p.82).

A influência relativa da maré entre as praias foi entre 0,73 e 1,15 metros, sendo a maior variação na praia do Estaleiro e a menor variação na praia de Taquarinhas. A variação de maré causa mudanças significativas no estágio praias com influência relevante principalmente nos processos de progradação e retração da linha de costa (Klein *et al*. 2001; Polette *et al*, 2016, p.82).

4.6. Índice de Vulnerabilidade Costeira da Variável Onda

As ondas são geradas principalmente a partir de diferenças de pressões atmosféricas e ventos acima do oceano. Os sistemas atmosféricos predominantes na região das praias são os Anticiclone Tropical do Atlântico Sul (ATAS) e os Anticiclones Polares Migratórios (APM). O ATAS possui temperaturas estáveis (mais altas) e geram ventos que sopram do quadrante Nordeste e Leste com frequência constante ao longo do ano na região Sul do Brasil. Esses ventos podem atingir velocidades de até 20 km/h e são os responsáveis pelas ondulações predominantes na região das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho, que são as ondulações do quadrante leste/nordeste (Tessler *et al*. 2005). Esses possuem incidência de ondas de baixa energia com menor altura significativa e período de onda.

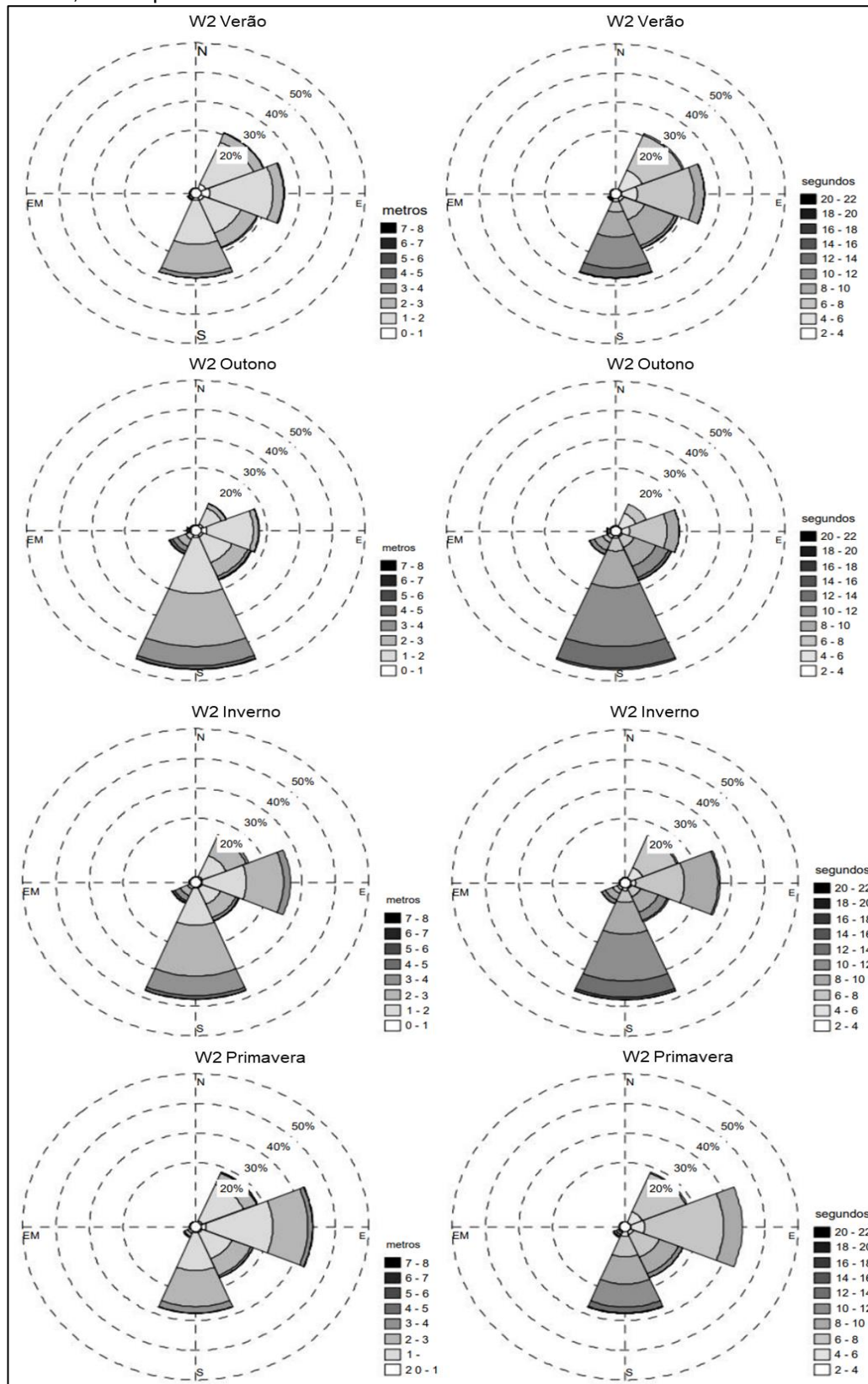
O sistema Anticiclones Polares Migratórios (APM), caracterizado por temperaturas mais frias, é o responsável pelas entradas de frentes frias, sendo estas de grande importância para região, com incidência de ondas de alta energia, de altura significativa de onda e período elevados, responsáveis pelo maior transporte sedimentar costeiro e a entrada das ondas de tempestades (Polette *et al*, 2016, p.83).

Foram utilizadas variações entre a altura significativa, período médio e direção de ondas entre as estações do ano em uma série temporal de onze anos (jan/1997-dez/2007), observaram por meio do uso do modelo operacional NWW3 para o oceano aberto, que corresponde a região das praias conforme Pianca *et al*. (2010) (Figura 27), os meses de verão a incidência de onda com direção dominante de sul (29,2%) com alturas variando entre 1 e 2 metros (16,1%) e períodos de 10 a 12 segundos (11,3%). As ondas de leste ocorrem durante 27% dos meses de verão com altura entre 1 e 2 metros (20,4%) e períodos de 6 e 8 segundos (18,3%). As ondas de nordeste e sudeste têm distribuições semelhantes (22,1% e 20,1%, respectivamente) com altura entre 1 e 2 metros (16,7% e 12,9%, respectivamente) e períodos de 6 e 8 segundos (10,4%), respectivamente. As ondas mais altas são de sudoeste, atingindo até 4 metros em períodos de tempestade.

No outono ocorrem uma predominância na incidência de ondas do quadrante sul (47,2%) com altura entre 1 e 2 metros (19,6%) e 2 e 3 metros (18,7%). No inverno as ondas do sul são dominantes (38,1%) com alturas variando entre 2 e 3 metros (17,1%) e períodos de 10 e 12 segundos (16%). As ondas de leste contribuem com 27% com alturas entre 1 e 2 metros (13,3%) e 2 e 3 metros (11,3%) e períodos de 6 e 8 segundos (14,7%). As ondas mais altas são de sul, podendo chegar até 5,7 metros em períodos de tempestades.

Para a primavera a direção dominante é leste (33,7%), com alturas entre 1 e 2 metros (20,1%) e períodos de 6 e 8 segundos (23,8%). As ondas que se aproximam da região a partir de sul (27,9%) apresentam alturas entre 1 e 2 metros (12,9%) e 2 e 3 metros (12,3%) e períodos de 8 e 10 segundos (9,2%) e 10 e 12 segundos (7,8%). As ondas mais altas atingem a região com até 4,5 metros de sudeste em períodos de tempestades.

Figura 27 - Histograma direcionais das características das ondas sazonais para a região das praias. Esquerda: altura da onda; direita: período de onda.



Fonte: Pianca *et al.* (2010).

Para Pianca *et al.* (2010) é notório uma clara tendência na energia das ondas geradas pelo vento, a qual diminui de sul para norte, devido a influência dos fortes ventos

associados à passagem de frentes frias que afetam o sul do Brasil, perdendo energia enquanto se propagam para o norte. Os ventos associados à passagem de frentes frias costumam ser mais intensos durante o outono e inverno devido a maior frequência de ciclogênese, refletindo também na maior frequência de eventos de alta energia das ondas (Tabela 5) observado para a região das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho

Tabela 5 - Número de ocorrência anual de eventos com alturas de onda acima de 2,0; 3,0; 4,0; 5,0; 6,0 e 7,0 por estações do ano na região das praias.

Estações	>2m	>3m	>4m	>5m	>6m	>7m
Verão	10,45	1,91	0,09			
Outono	14,27	7,00	2,36	0,55	0,09	
Inverno	15,73	7,73	2,18	0,45		
Primavera	14,36	3,64	0,45			
Total	54,82	20,27	5,09	1,00	0,09	

Fonte: Pianca *et al.* (2010).

As praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho, são praias do tipo expostas, dominadas por onda (Variação Relativa da Maré <2 m). Possuem uma orientação norte-sul, com baixa energia de onda incidente e longo período associado (Klein *et al.*, 2001). A quebra de onda em todas as praias acontece na zona de espraçamento, que é estreita devido à alta declividade das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho. Os tipos de quebra de ondas encontrados são do tipo mergulhante com altura entre 0,7 e 1,0 m e período de onda entre 7 e 8 segundos em condições normais, ou seja, sem a ocorrência de eventos de tempestade.

As ondas são as principais responsáveis pela remobilização e suspensão de sedimentos na zona de espraçamento e zona de surf das praias, assim são consideradas as principais responsáveis nos processos de mudanças morfológicas sofridas pela praia (Calliari *et al.*, 2003).

4.7. Índice de Vulnerabilidade Costeira - IVC

O Quadro 3, apresenta em resumo as variáveis de entrada no cálculo do Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC) e as classes definidas para as praias de Taquarinhos, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho em relação aos eventos naturais (Figura 28) que atuam na região. Já o Quadro 4 apresenta em resumo as variáveis de entrada no cálculo do IVC em relação aos eventos naturais extremos (Figura 29).

Seguindo a metodologia de Gornitz (1991), o Índice de Vulnerabilidade Costeira (IVC) das praias em estado das forças naturais resultaram para as praias de Taquarinhos e Taquaras em um grau de vulnerabilidade costeira moderadas (13,52 e 10,47), já para as praias do Pinho, Estaleiro e Estaleirinho em vulnerabilidade baixa (8,55). Quando associadas a eventos extremos as praias sobem de grau, em que as praias de Taquarinhos e Taquaras foram classificadas como vulnerabilidade muito alta (30,24 e 23,42) a praia do Pinho para vulnerabilidade alta (19,12) e as praias do Estaleiro e Estaleirinho em vulnerabilidade moderada (13,52 ambas) (Tabela 6).

Tabela 6 – Resultado da classificação do IVC em eventos naturais e extremos para as praias.

Praias	IVC natural		IVC extremos	
Taquarinhos	13,52	Moderada	30,24	Muito Alta
Taquaras	10,47	Moderada	23,42	Muito Alta
Pinho	8,55	Baixa	19,12	Alta
Estaleiro	8,55	Baixa	13,52	Moderada
Estaleirinho	8,55	Baixa	13,52	Moderada

As variáveis que obtiveram um aumento no valor de classificação em eventos extremos foi a variação relativa do nível médio do mar, onde sob influência desses eventos o grau de vulnerabilidade passa de alto para muito alto, e a variável altura de onda, que também aumentou de vulnerabilidade muito baixa para baixa em todas as praias. A amplitude de maré também aumentou o valor das variáveis para as praias de Taquarinhos, Taquaras e Pinho.

Entre as variáveis costeiras consideradas, o relevo e os movimentos verticais da terra (particularmente a subsidência) são principais indicadores de risco de inundação. Uma linha costeira vulnerável é caracterizada por um baixo relevo costeiro, um substrato erosivo com sedimento inconsolidado, além das evidências presentes e passadas de subsidência, um extenso recuo da linha costeira e alta energia de ondas e maré (Gornitz, 1991).

A região das praias que compreendem a APA Costa Brava apresenta um bom estado de conservação, englobando os costões rochosos junto à vegetação e promontórios rochosos, além da Área de Preservação Permanente de restinga e cursos d'água, apresentando grande fragilidade, principalmente pela ocupação irregular dos locais (Polette *et al*, 2016, p. 412) consequentemente aumentando a vulnerabilidade local. A variável relevo variou de 0-5 metros para Taquarinhos e 5-10 metros para as praias de Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho,

considerando a variação entre as linhas da vegetação dos anos de 1957; 1978; 2004; 2009 e 2021, as praias estão localizadas entre promontórios rochosos nos extremos delas, ocasionando em vulnerabilidade alta a muito alta.

As praias são arenosas e o tipo de rocha, o qual identifica a resistência relativa à erosão, encontrado nas praias de Taquarinhas, Taquaras e Estaleirinho foi areia grossa, já para as praias do Pinho e Estaleiro foi areia média, corroborando com Menezes *et al.* (1997) e classificadas como vulnerabilidade alta. Em relação a variação do nível médio do mar Gornitz (1991) já estava considerando uma subida do nível médio do mar entre 0,3 e 0,9 metros até ao final do século XXI, causada pelo previsto aquecimento climático com efeito estufa, colocando em perigo as populações humanas, cidades, portos e zonas costeiras baixas, por meio de inundação, erosão e salinização. As consequências de uma subida global do nível médio do mar seriam espacialmente não uniformes devido aos movimentos verticais locais ou regionais da crosta, a resistência diferencial a erosão, a variação dos climas das ondas e as correntes litorâneas mutáveis (Gornitz, 1991).

Em um cenário de elevação do NMM a zona costeira permanentemente inundada estender-se-ia até uma profundidade equivalente à subida vertical do nível. Os principais deltas dos rios, zonas úmidas costeiras e ilhas de coral seriam os mais afetados. Inundações episódicas causadas por ondas de tempestade penetrariam ainda mais no interior. A erosão das praias e falésias deverá ser acentuada. A penetração da água salgada nos aquíferos e estuários costeiros poderia contaminar o abastecimento de água urbano e afetar a produção agrícola (Curry, 2018) havendo um aumento na vulnerabilidade.

Em relação a linha de costa, a praia de Taquarinhas foi classificada entre estável e erosão, devido ao valor de (-1,7 m/ano) considerada alta para a classificação de vulnerabilidade, a praia de Taquaras foi classificada como estável (-0,39 m/ano) classificada em moderada vulnerabilidade, a praia do Pinho entre acreção e estável (1,12 m/ano) classificada em baixa vulnerabilidade, a praia do Estaleiro em acreção (2,8 m/ano) e a praia do Estaleirinho em acreção (2,28 m/ano) ambas classificadas em muito baixa vulnerabilidade. Conforme estudos já realizados pela região por Klein *et al.* (2009), as praias estão classificadas em equilíbrio estático, a qual apresenta um transporte longitudinal próximo de zero, uma vez que as ondas quebram simultaneamente ao longo de toda a praia, por isso as praias tendem a apresentar sua forma em planta estável. Por mais que o aporte sedimentar cesse, elas não apresentam erosão ou deposição, exceto em situações de tempestade.

Em Santa Catarina já foram analisadas 85 praias, onde 59% das praias estão em equilíbrio estático; há uma clara tendência de o extremo Sul das praias se encontrarem em equilíbrio dinâmico e o extremo Norte em equilíbrio estático, isso indica que há uma tendência de reorientação das praias em sentido horário, o que está associado a uma redução do aporte sedimentar ou à alguma mudança na direção predominante das ondas mais energéticas (Klein

et al., 2009). O transporte de sedimento de uma praia está diretamente relacionado ao estabelecimento do balanço sedimentar dessa, o qual está ligado diretamente ao desenvolvimento de um sistema costeiro, permitindo determinar o grau de equilíbrio e vulnerabilidade em que o ambiente se encontra. As ondas são as principais responsáveis pela remobilização e suspensão de sedimentos na zona de espraçamento e zona de surf das praias, assim são consideradas as principais responsáveis nos processos de mudanças morfológicas sofridas pela praia (Calliari *et al.*, 2003; Seoane *et al.*, 2007).

Durante a ocorrência de tempestades geradas pela passagem de sistemas frontais (frente fria), ocorrem os processos de sobrelavagem ou galgamento (overwash process), caracterizados pelo transporte de sedimentos jogados pelas ondas sobre a retaguarda do cordão de dunas frontais (Klein *et al.*, 2005). Ou sobre as avenidas beira-mar, como ocorria em Balneário Camboriú antes de ser feita a engorda de praia em 2021. Assim, as ondas atuam diretamente sobre o perfil praial erodindo as dunas frontais, como nas praias de Gravatá, em Navegantes e em Barra do Sul, região norte de Santa Catarina, conseqüentemente aumenta a vulnerabilidade local.

A Defesa Civil de Santa Catarina realiza um resumo dos desastres de cada ano ocorridos no estado. No ano de 2020 foram registrados 1.100 desastres, dentre esses eventos, 437 foram do tipo desastres naturais meteorológicos, onde 2,29% foram relacionados a ciclones, ventos costeiros, maré de tempestade, frentes frias e zona de convergência, e 97,7% foram tempestades locais convectivas incluindo tornados, tempestade de raios, granizo, chuvas intensas e vendavais. Na cidade de Balneário Camboriú foram registrados no mesmo ano em 2020, quinze eventos no ano, sendo cinco eventos de chuvas intensas, três de granizo, dois de Incêndio Florestal, um de inundação, dois de ressacas e dois de vendaval. Para o ano de 2021 foram registrados 852 desastres em Santa Catarina, onde 261 foram de eventos naturais meteorológicos, sendo 1,92% eventos de ciclones, ventos costeiros, marés de tempestades, frentes frias e zona de convergência, ainda 6,13% foram de temperaturas extremas de onda de frio, e 91,95% foram eventos de tempestade local convectiva (tornados, tempestade de raios, granizo, chuvas intensas e vendaval). Em Balneário Camboriú foram registrados para o ano de 2021 treze eventos, sendo nove de chuvas intensas, duas de granizo, uma de incêndio florestal e uma de ressaca (Defesa Civil Santa Catarina, 2023).

Já no ano de 2022 foram registrados 850 desastres, onde 506 foram de eventos naturais meteorológicos, sendo 2,77% desastres relacionados a ciclones, ventos costeiros, marés de tempestades, frentes frias e zona de convergência, já 1,58% foram de eventos de temperaturas extremas de onda de frio e 95,65% foram de eventos de tempestades (tornados, tempestade de raios, granizo, chuvas intensas e vendaval), só em Balneário Camboriú foram

registrados dez eventos, sendo quatro de chuvas intensas, uma frente fria, dois granizo, uma inundação, uma onda de frio e um vendaval (Defesa Civil Santa Catarina, 2023).

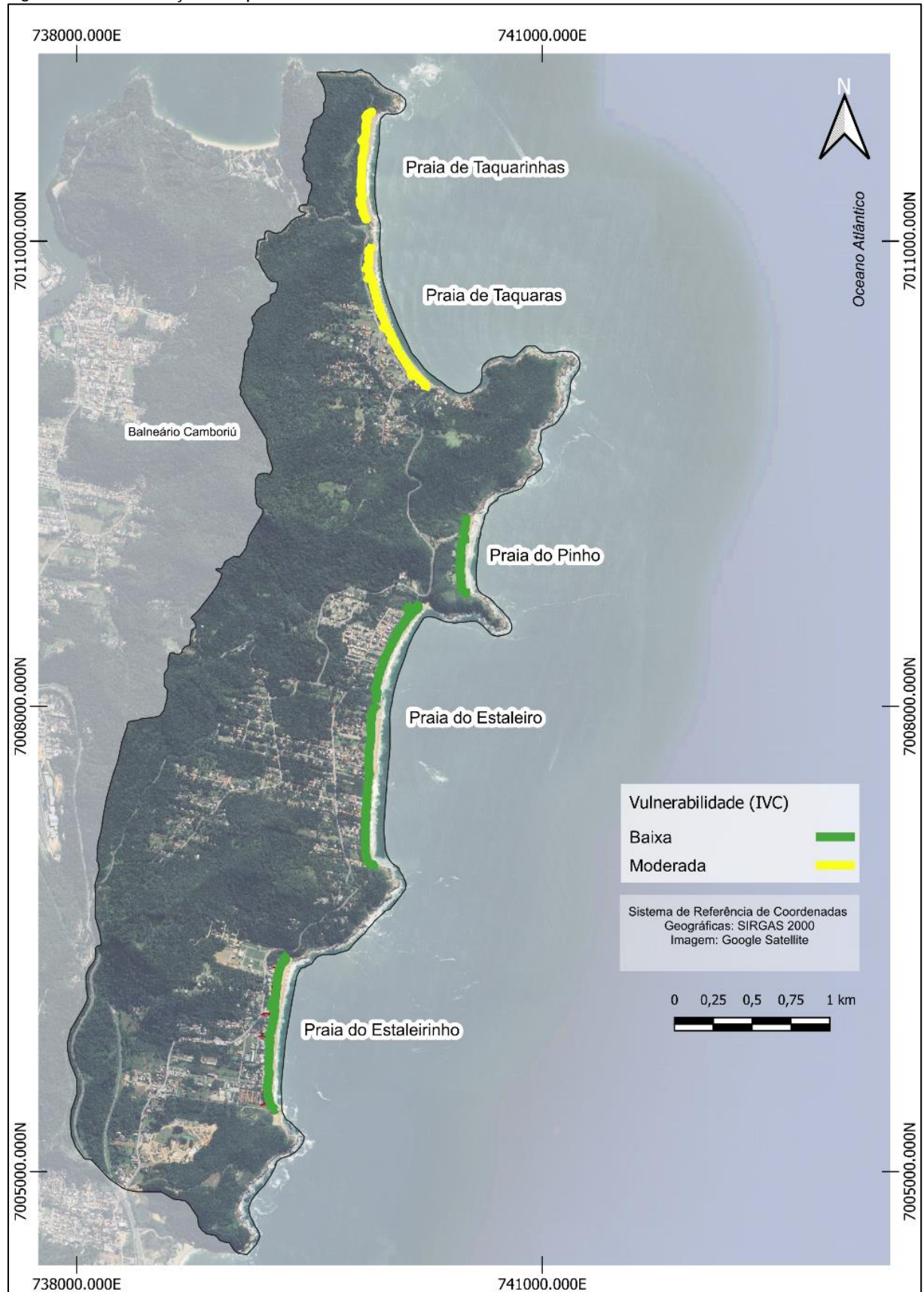
Quadro 3- Classificação do IVC geral das praias em eventos naturais.

Variáveis	Classificação – eventos naturais									
	Taquarinhas	Valores	Taquaras	Valores	Pinho	Valores	Estaleiro	Valores	Estaleirinho	Valores
Relevo (m)	0 – 5,0	Muito alta 5	5,1 – 10,0	Alta 4	5,1 – 10,0	Alta 4	5,1 – 10,0	Alta 4	5,1 – 10,0	Alta 4
Tipo de rocha (resistência relativa à erosão)	Areia grossa	Alta 4	Areia grossa	Alta 4	Areia média	Alta 4	Areia média	Alta 4	Areia grossa	Alta 4
Geomorfologia	Praias arenosas	Alta 4	Praias arenosas	Alta 4	Praias arenosas	Alta 4	Praias arenosas	Alta 4	Praias arenosas	Alta 4
Variação relativa do NMM (mm/ano)	2,1 – 4,0	Alta 4	2,1 – 4,0	Alta 4	2,1 – 4,0	Alta 4	2,1 – 4,0	Alta 4	2,1 – 4,0	Alta 4
	Afundamento de terra		Afundamento de terra		Afundamento de terra		Afundamento de terra		Afundamento de terra	
Taxa de mudanças horizontais na linha costeira (erosão ou acrecção) (m/ano)	-1,7	Alta 4	-0,39	Moderada 3	1,12	Baixa 2	2,8	Muito baixa 1	2,28	Muito baixa 1
	Estável/erosão		Estável		Acreção/estável		Acreção		Acreção	
amplitude de maré (m) (AO)	0,73	Muito baixa 1	1	Muito baixa 1	0,73	Muito baixa 1	1,15	Baixa 2	1,15	Baixa 2
	Micromaré		Micromaré		Micromaré		Micromaré		Micromaré	
altura de onda (m) (AM)	1,0 – 2,0	Muito baixa 1	1,0 – 2,0	Muito baixa 1	1,0 – 2,0	Muito baixa 1	1,0 – 2,0	Muito baixa 1	1,0 – 2,0	Muito baixa 1
IVC Total		13,52		10,47		8,55		8,55		8,55
		Moderada		Moderada		Baixa		Baixa		Baixa

Quadro 4 - Classificação do IVC geral em eventos extremos.

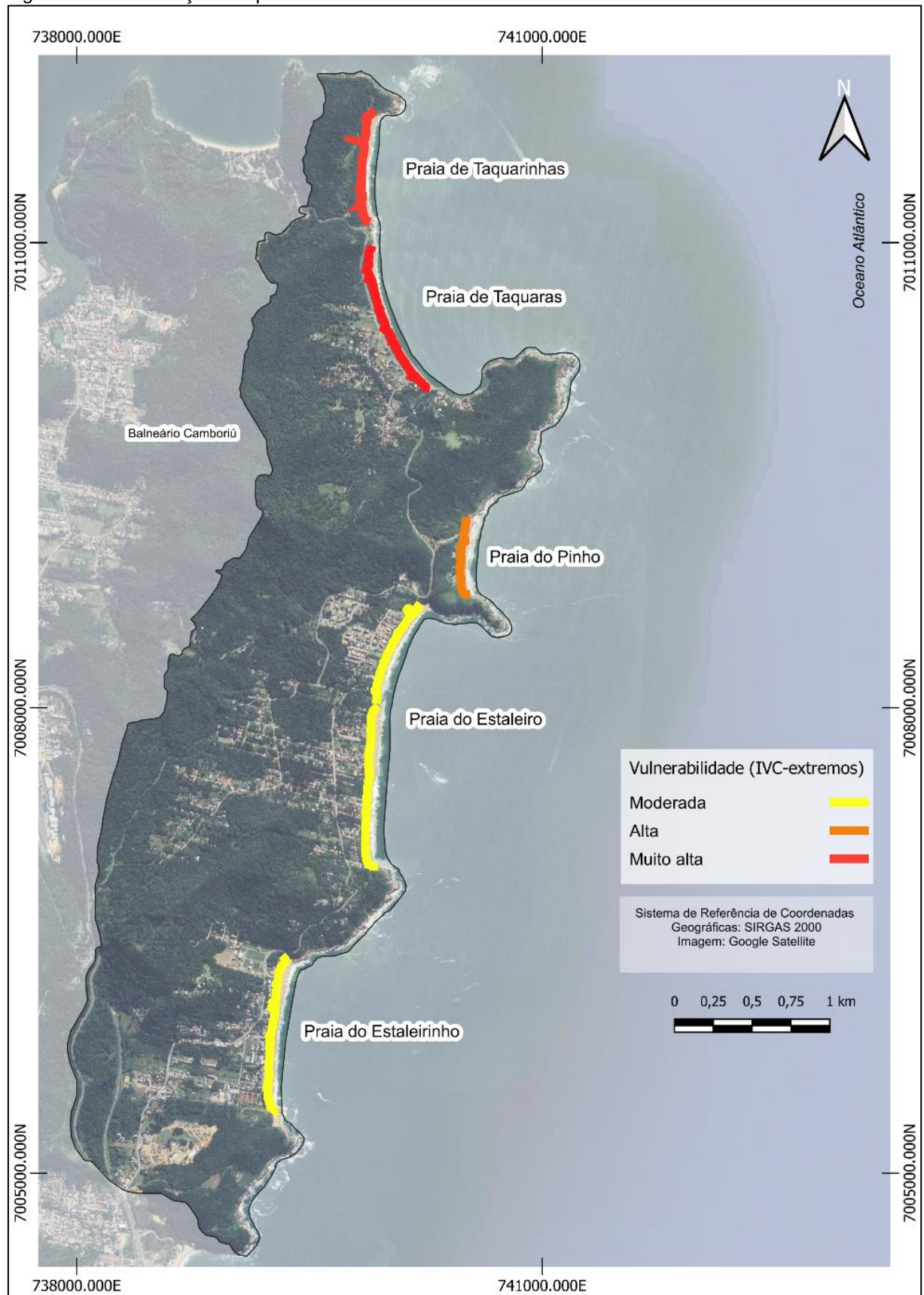
Variáveis	Classificação - eventos extremos									
	Taquarinhas	Valores	Taquaras	Valores	Pinho	Valores	Estaleiro	Valores	Estaleirinho	Valores
Relevo (m)	0 – 5,0	Muito alta 5	5,1 – 10,0	Alta 4	5,1 – 10,0	Alta 4	5,1 – 10,0	Alta 4	5,1 – 10,0	Alta 4
Tipo de rocha (resistência relativa à erosão)	Areia grossa	Alta 4	Areia grossa	Alta 4	Areia média	Alta 4	Areia média	Alta 4	Areia grossa	Alta 4
Geomorfologia	Praias arenosas	Alta 4	Praias arenosas	Alta 4	Praias arenosas	Alta 4	Praias arenosas	Alta 4	Praias arenosas	Alta 4
Variação relativa do NMM (mm/ano)	≥ 4,1	Muito alta 5	≥ 4,1	Muito alta 5	≥ 4,1	Muito alta 5	≥ 4,1	Muito alta 5	≥ 4,1	Muito alta 5
Taxa de mudanças horizontais na linha costeira (erosão ou acreção) (m/ano)	-1,7	Alta 4	-0,39	Moderada 3	1,12	Baixa 2	2,8	Muito baixa 1	2,28	Muito baixa 1
	Estável/erosão		Estável		Acreção/estável		Acreção		Acreção	
amplitude de maré (m) (AO)	1,0 – 1,9	Baixa 2	1,0 – 1,9	Baixa 2	1,0 – 1,9	Baixa 2	1,0 – 1,9	Baixa 2	1,0 – 1,9	Baixa 2
	Micromaré		Micromaré		Micromaré		Micromaré		Micromaré	
altura de onda (m) (AM)	3,0 – 4,9	Baixa 2	3,0 – 4,9	Baixa 2	3,0 - 4,9	Baixa 2	3,0 – 4,9	Baixa 2	3,0 – 4,9	Baixa 2
IVC Total		30,24		23,42		19,12		13,52		13,52
		Muito Alta		Muito Alta		Alta		Moderada		Moderada

Figura 28 - Classificação das praias com características naturais.



Fonte: Autora.

Figura 29 - Classificação das praias com características atuantes dos eventos extremos.



Fonte: Autora.

O IVC de Gornitz (1991), também foi utilizado por Germani *et al.* (2015) que realizaram estudo sobre a vulnerabilidade costeira e perda de ambientes devido à elevação do nível médio do mar no litoral sul do Rio Grande do Sul. Devido a suas características morfodinâmicas intrínsecas, tais como o alto grau de exposição à dinâmica oceânica e baixa declividade, colocaram os vários ecossistemas a ela associados, como praia, dunas, marismas, campos, banhados e sangradouros, numa posição mais vulnerável às variações do nível médio do mar. Com o objetivo de um panejamento mais adequado dessas áreas no cenário de mudanças climáticas globais, e a fim de determinar uma possível perda de ambientes, no caso de uma elevação do nível médio do mar em longo prazo. Diferente dos resultados obtidos para a APA, aos resultados obtidos por Germani *et al.* (2015), a vulnerabilidade costeira, de forma geral, para a região foram de 14,4 (atual) e 51,03 (futuro), o que faria com que a mesma deixasse de ser caracterizada como uma região moderadamente vulnerável, e passasse a ser considerada como uma região costeira de vulnerabilidade muito alta.

O desenvolvimento de uma base de dados global sobre perigos costeiros, evidência uma visão geral da vulnerabilidade da zona costeira do mundo. O IVC de Gornitz (1991) está compilado em informações sobre sete variáveis, associadas aos riscos de inundação e erosão costeira, os quais sinalizam segmentos costeiros que possam apresentar perigos em relação a eventos extremos e características naturais do local. O método produz uma média ponderada, não medindo a taxa de retrabalhamento ou volume de erosão, muito menos captura o transporte de sedimento ou a variação dos padrões de chuva e pressão de uso e ocupação do solo, corroborando com outras metodologias e Baptista *et al.* (2021), visto que nem sempre o maior número de variáveis leva a uma melhor análise. A pioneira metodologia de Gornitz (1991) para perigos costeiros globais decorrentes do futuro aumento do nível médio do mar é apenas uma entre tantas metodologias de índice de vulnerabilidade costeira que estão sendo aplicadas e adaptadas em toda parte do globo.

As praias mostraram-se suscetíveis às forçantes naturais, como tempestades, ondulações e ventos de quadrantes, apresentando riscos potenciais. Contudo, os fatores antrópicos atrelados, principalmente, à elevada atividade turística e urbanização, são os principais responsáveis pelo aumento da vulnerabilidade das praias, uma vez que o não regramento de uso das mesmas têm resultado na perda da vegetação nativa, intensificando o processo de alteração na dinâmica sedimentar costeira (Baptista *et al.*, 2021). As praias apresentam características de exposição e orientação geográfica, morfológicas, sedimentares e hidrodinâmicas sujeitas a eventos extremos de elevação repentina do nível do mar. Esses eventos extremos estão comprovados e já é fato a sua frequência, contudo, a região das praias que compreendem a APA Costa Brava apresenta um bom estado de conservação e

proteção, englobando os costões rochosos junto à vegetação e promontórios rochosos, além da Área de Preservação Permanente de restinga e cursos d'água.

Produto Técnico e Tecnológico

O produto desenvolvido foi um folder explicativo de como as praias se comportam e os processos associados a esse evento de movimentação praial, que causam a erosão e a acreção entre as extremidades. Também descreve a definição de vulnerabilidade e o quanto suscetível esse ambiente pode estar em casos de eventos extremos que intensificam as forças naturais, como a ação das ondas e maré. Além disso, ressalta sobre a importância da preservação da vegetação costeira (APP), para conter a erosão das praias voltados a educação ambiental.

Figura 30 – Parte da frente do folder sobre as informações das praias.

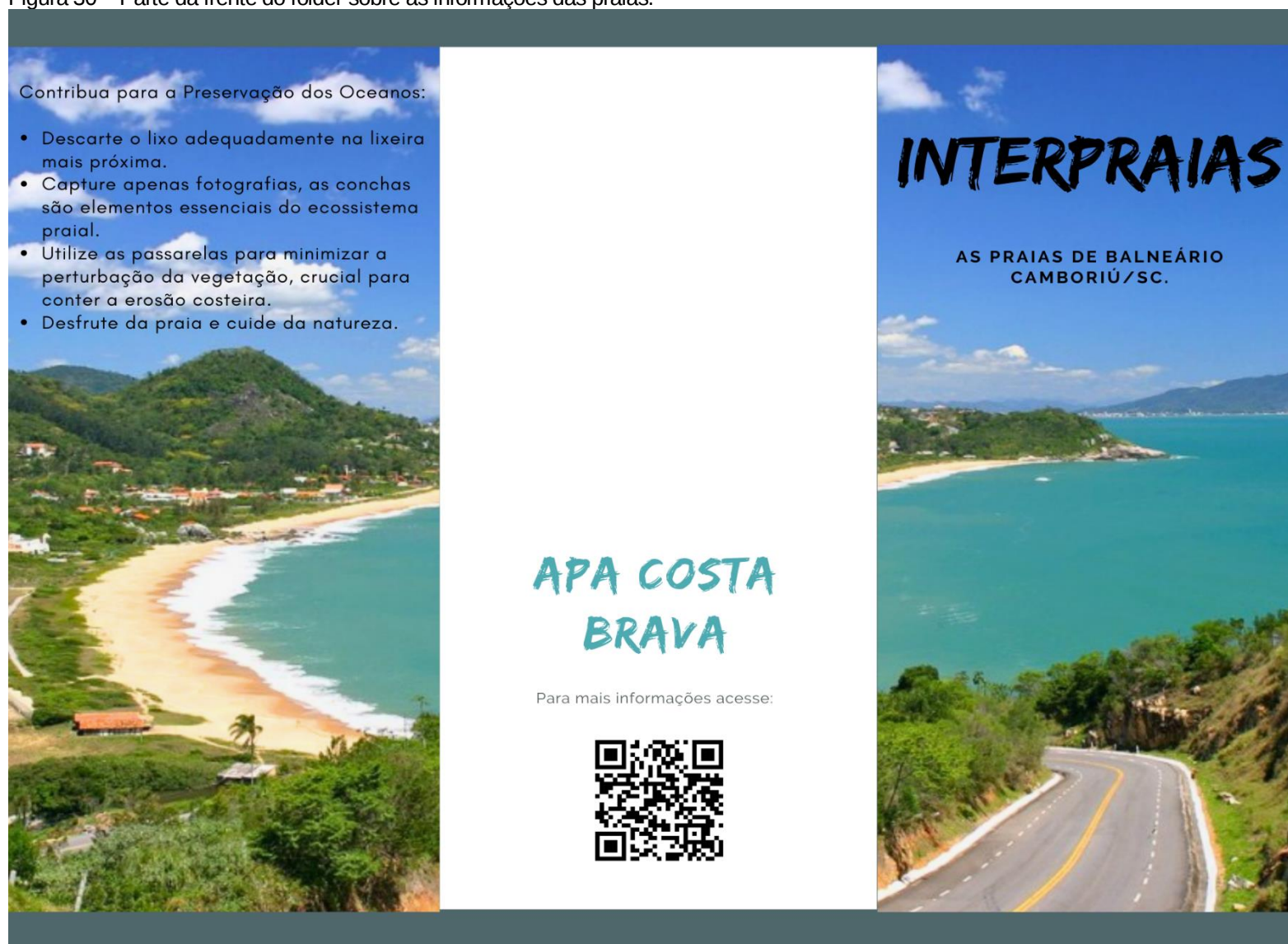


Figura 31 - Parte do verso do folder sobre as informações das praias.



Considerações finais

O fato de as praias já terem sido estudadas por outros autores e obter um Plano de Manejo em 2020, facilitou diversas informações de acesso para compor as variáveis do Índice de Vulnerabilidade Costeira de Gornitz (1991). A metodologia forneceu uma base de dados qualitativos e quantitativos que possibilitou analisar a vulnerabilidade costeira das praias de Taquarinhas, Taquaras, Pinho, Estaleiro e Estaleirinho, classificando o grau de vulnerabilidade frente aos perigos da elevação do nível médio do mar nas praias da APA.

A região das praias que compreendem a APA Costa Brava apresenta um bom estado de conservação e proteção, englobando os costões rochosos junto à vegetação e promontórios rochosos, além da Área de Preservação Permanente de restinga e cursos d'água. As características naturais, como a sua formação geomorfológica a torna vulnerável frentes aos eventos extremos, são praias que apresentam naturalmente um grau baixo a moderado o que indica que estão suscetíveis a eventos extremos, mas não necessariamente em um nível alarmante. Entretanto, isso destaca a importância de identificar e compreender os riscos específicos associados a eventos naturais e extremos.

A APA Costa Brava é considerada uma área de relevância sob os aspectos da natureza ambiental, social e econômica do município de Balneário Camboriú, também é considerada uma área sensível referente ao zoneamento ambiental devido aos interesses imobiliários presentes na região. O órgão gestor com ampla participação da população local, outros atores sociais e entidades públicas já direcionam o desenvolvimento local, onde o fator relevante é a garantia de um cenário de conservação controlado e sustentável das praias.

Referências

- ABREU DE CASTILHOS, J. **Estudo evolutivo e sedimentológico da planície**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina. [S.l.], p. 138. 1995.
- ANGELO, C.; MARENGO, A. IPCC AR6 WG1 Summary for Policymakers - Resumo Comentado. **Observatório do Clima**, 2021. Disponível em: <https://www.oc.eco.br/wp-content/uploads/2021/08/OC-IPCC-AR6-FACTSHEET_FINAL.pdf>. Acesso em: 15 ago. 2023.
- ARAÚJO, C.E.S.; BOLL, M.G.; GARBOSSA, L.H.P.; VANZ, A; CANDELLA, R.N. Atmospherically induced large amplitude sea-level oscillations. **Natural Hazards**, Santa Catarina, Brazil, 29 October 2020.
- BAPTISTA, M. S.; BERNARDES, D. Os impactos dos fatores antrópicos nas praias da área de proteção ambiental (APA) Costa Brava em Balneário Camboriú, Santa Catarina, Brasil. **Metodologias e Aprendizado**, 2021. ISSN 60–72. Disponível em: <<https://publicacoes.ifc.edu.br/index.php/metapre/article/view/1643>>. Acesso em: 05 maio 2024.
- BARG, G. F. **Caracterização morfodinâmica e evolução história do perfil sedimentar das praias do litoral norte e centro – norte do estado de Santa Catarina, Brasil**. Universidade do Vale do Itajaí. Itajaí. 2015.
- BATLLE, J. R. M. Procesamiento de líneas de costa en QGIS: eje de referencia y transectos para el análisis EPR (1/3). **Youtube**, 2023. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=b4w7z8hNuo>>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- BATLLE, R. M. Procesamiento de líneas de costa en QGIS: generar vectoriales de intersección y de distancia (2/3). **Youtube**, 2023. Disponível em: <<https://www.youtube.com/watch?v=BWERNdrr2vl>>. Acesso em: 25 ago. 2023.
- BOORI, M. S.; AMARO, V. E. Natural and eco-environmental vulnerability assessment through multi-temporal satellite data sets in Apodi valley region, Northeast Brazil. **Journal of Geography and Regional Planning**, Apodi, 2011a. 216–230.
- BRAGA, R. C.; PIMENTEL, M. A. S. Índice de vulnerabilidade diante da variação do nível do mar na Amazônia: estudo de caso no município de salinópolis-Pará. **Revista Brasileira de Geografia Física**, v. 12, n. 02, p. 534-561, 2019.
- BRASIL. Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000.. **Regulamenta o art 225, § 1º, inciso I,II,III e IV da Constituição Nacional de Unidade de Conservação**. **Diário Oficial da república Federativa do Brasil**, Brasília, DF, 19 julho 2000.
- CALLIARI, L. J.; MUEHE, D.; HOEFEL, F.; TOLDO, E. Morfodinamica praial: uma breve revisão. **Revista brasileira de oceanografia**, v. 51, p. 63-78, 2003.
- CARVALHO, J. L. B.; SCHETTINI, C. A. F.; RIBAS, T. M. Estrutura Termohalina do litoral M centro–norte catarinense. **Notas Técnicas Facimar**, v. 2, p. 181-197, 1998.
- CASSIANO, GABRIELA FREIRE; ABSALONSEN, LUCIANO; SIEGLE, EDUARDO. **Refração de ondas e deriva litorânea na região da desembocadura do rio Itapocú**. Instituto Oceanográfico - Universidade de São Paulo. SãoPaulo, p. 1. 2007.
- COWELL, P. J. et al. The Coastal Tract: A Conceptual Approach Aggregated Modeling of Low order Coastal Change. **Journal of Coastal Research**, v. 4, n. 19, p. 812 – 827, 2003.
- CRUZ, O. **Ilha de Santa Catarina e o continente próximo. Um estudo de Geomorfologia costeira**. Florianópolis: Editora da UFSC. [S.l.], p. 280. 1998.
- CURRY, J. Sea level rise acceleration (or not): Part I – Introduction. **Climate Etc.**, 2018. Disponível em: <<https://judithcurry.com/2018/01/16/sea-level-rise-acceleration-or-not-part-i-introduction/>>. Acesso em: 25 Setembro 2023.
- DEFESA CIVIL SANTA CATARINA. Desastre / ano em Santa Catarina. **DEFESA CIVIL DO ESTADO DE SANTA CATARINA**, 2023. Disponível em: <<https://www.defesacivil.sc.gov.br/noticias/desastre-ano-em-santa-catarina/>>. Acesso em: 3 dez. 2023.

- FOLK, R. L.; WARD, W. C.. Brazos river bar: a study of significance of grain size parameters. **Journal of Sediment Petrology**, 1957. 3-26.
- GERMANI, YANA FRIEDRICH; FIGUEIREDO, SALLETTTE AMARAL; CALLIARI, LAURO JÚLIO; TAGLIANI, CARLOS RONEY ARMANI. Vulnerabilidade costeira e perda de ambientes devido à elevação. **Revista de Gestão Costeira Integrada / Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 15, n. 1, p. 121-131, 2015.
- GORNITZ, V. Global coastal hazards from future sea level rise. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, v. 89, p. 379-398, 1991.
- GRÉ, J. C. R. **Aspecto sedimentares da plataforma continental de Santa Catarina**. Dissertação (Mestrado em Geociências) - Curso Pós-graduação em Geociências, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre, p. 91. 1983.
- HESP, P. A. Coastal sand dunes: from and function. **CDVN Technical Bulletin**, Massey Unicersity, New Zealand, v. 4, p. 28, 2000.
- IBGE, I. B. D. G. E. E. Geomorfologia, 2021. Disponível em: <https://geoftp.ibge.gov.br/informacoes_ambientais/geomorfologia/vetores/escala_250_mil/>. Acesso em: 1 maio 2023.
- IPCC, I. P. O. C. C. Climate Change 2007: The Physical Science Basis. , 2007. Disponível em: <<http://www.ipcc.ch/ipccreports/ar4-wg1.htm>>. Acesso em: 7 dez. 2023.
- IPCC, INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2001: Impacts, Adaptation, and Vulnerability**. Contribution of Working Group II to the IPCC Third Assessment Report. Geneva, Switzerland, p. 21, 1042. 2001.
- IPCC, T. I. P. O. C. C. **AR6 Synthesis Report: Climate Change 2023**. [S.I.]. 2023.
- KLEIN, A. H.F.; MENEZES, J. T.. Beach morphodynamics and profile sequence for a headland bay coast. **J. Coast. Res.**, v. 17, n. 4, p. 812-835, 2001.
- KLEIN, ANTONIO H. F.; NEVES, CLAUDIO F.; MUEHE, DIETER C. E. H.; CARVALHO, JOÃO L. B.; ARAÚJO, MOACYR; ROSMAN, PAULO C. C. **Vulnerabilidades da Zona Costeira Brasileira às Mudanças Climáticas**. UFRJ. Rio de Janeiro, p. 537. 2009.
- KLEIN, H. D. F.; TRUCCOLO, E.; DIEHL, F. L. Fenômenos Oceanográficos e Climatológicos. In: EDUCAÇÃO, M. D. **GEOGRAFIA**. Brasília : [s.n.], v. 8, 2005. Cap. 7, p. 209-238.
- KOTARSKI, E. L. **Variações glacial - interglacial nos últimos 800 mil anos inferidas a partir da deposição de sedimentos da fração fina (Sortable Silt) em um testemunho da bacia de santos**. Universidade de São Paulo. Dissertação de Mestrado em Ciências. São Paulo, p. 107. 2018.
- LEAL, C. **Sistema praial Moçambique – Barra da Lagoa, ilha de Santa Catarina, SC, Brasil: aspectos morfológicos, morfodinâmicos, sedimentológicos e ambientais**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina. [S.I.], p. 125. 1999.
- MENEZES, J. T. Aspectos morfodinâmicos das praias do litoral Centro – Norte catarinense. **Graduação em Oceanografia**, Itajaí, 1999. 193.
- MENEZES, J. T.; KLEIN, H. F. Variações morfológicas das praias do litoral Centro – Norte do Estado de Santa Catarina. **X Semana Nacional de Oceanografia**, Itajaí, 1997. 58-60.
- MOREIRA, M. A. Fundamentos do sensoriamento remoto e metodologias de aplicação, Viçosa/MG: UFV, n. 2, p. 307, 2003.
- MULER, M. **AVALIAÇÃO DA VULNERABILIDADE DE PRAIAS DA ILHA DE SANTA CATARINA A PERIGOS COSTEIROS ATRAVÉS DA APLICAÇÃO DE UM ÍNDICE MULTICRITÉRIO**. Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, p. 213. 2012.
- PIANCA, C.; MAZZINI, P. L.F.; SIEGLE, E. Brazilian Offshore Waze Climate Based on NWW3 Reanalysis. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, n. 1, p. 53-70, 2010.

- PMBC, P. M. D. B. C. Lei nº 1.985. **Cria a Área de Proteção Ambiental “Costa Brava” - A.P.A. Balneário Camboriú**, Balneário Camboriú, Santa Catarina, 12 julho 2000.
- POLETTE, M. et al. Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental - APA da Costa Brava, Balneário Camboriú (SC). , Novembro 2016. Disponível em: <https://www.bc.sc.gov.br/arquivos/conteudo_downloads/RX9UZ4PJ.pdf>. Acesso em: 17 outubro 2021.
- RECH, C. M. C. Subsídios para o zoneamento costeiro de uso da Área de Proteção Ambiental - APA Costa Brava, Santa Catarina, Brasil. **Mestrado em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina.**, Santa Catarina, 2003.
- SANTO, M. M. E. **Desenvolvimento de um Método Paramétrico Semiautomático de Recuo do Perfil Topográfico da Costa devido aos Efeitos Cumulativos de Erosão e Subida do Nível Médio do Mar.** UNIVERSIDADE DE LISBOA - DEPARTAMENTO DE ENGENHARIA GEOGRÁFICA, GEOFÍSICA E ENERGIA. Lisboa - Portugal, p. 86. 2022.
- SANTOS, M. S. T.; AMARO, V. E.; FERREIRA, T. D. S. Methodology for mapping the coastal vulnerability due to mean sea level rise on. **BCG - Boletim de Ciências Geodésicas - On-Line version**, Curitiba, v. 21, n. 4, p. 691-705, out-dez 2015. ISSN 1982-2170.
- SÃO PAULO. Estudo da USP revela que nível do mar na costa brasileira sobe quatro milímetros por ano. **Governo de São Paulo**, 2010. Disponível em: <<https://www.saopaulo.sp.gov.br/ultimas-noticias/estudo-da-usp-revela-que-nivel-do-mar-na-costa-brasileira-sobe-quatro-milimetros-por-ano/#:~:text=estado%20de%20SP-,Estudo%20da%20USP%20revela%20que%20n%C3%ADvel%20do%20mar%20na,sobe%20quatro%20mil%C3%ADmetr>>. Acesso em: 15 maio 2023.
- SCHETTINI, C. A. F. Caracterização física do estuário do rio Itajaí- açu, SC. **Revista Brasileira de Recursos Hídricos**, v. 7, n. 1, p. 123-142, 2002.
- SDE, SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO; SEMA, SECRETARIA EXECUTIVA DE MEIO AMBIENTE. SIGSC. **Sistema de Informações Geográficas**. Disponível em: <<http://sigsc.sc.gov.br/index.html>>. Acesso em: 2 maio 2023.
- SEOANE, C. L. V. D.; FERNÁNDEZ, J. B. C.; PASCUAL, C. V. Manual de Restauracion Dunas Costeras. **Dirección General de Costas**, Espanha: Ministerio de Medio Ambiente, 2007. p.258.
- SHORT, A. Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics., 1999. 419.
- SILVEIRA, L. F.; KLEIN, A. H. F.; TESSLER, M. G. Classificação morfodinâmica das praias do estado de Santa Catarina e do litoral norte do estado de São Paulo utilizando sensoriamento remoto. **Braz. J. Aquat. Sci. Technol.**, v. 15, n. 2, p. 13-28, 2011.
- SUGUIO, J. **Introdução a sedimentologia**. 1a. ed. São Paulo: [s.n.], 1973. 317 p.
- TESSLER, M. G.; GOYA, S. C. Processos Costeiros Condicionantes do litoral brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia. No17.**, 2005. 11-23.
- TOUCEIRA, C. C. Caracterização e mapeamento de risco dos danos causados pelo mar na cidade do Rio de Janeiro – RJ. **Universidade do Estado do Rio de Janeiro. Trabalho de Conclusão de Curso**, Rio de Janeiro, Dezembro 2018. 133.
- TRUCCOLO, E. C. **Maré meteorológica e forçantes atmosféricas locais em São Francisco do Sul – SC.** Dissertação de Mestrado (Pós-Graduação em Engenharia Ambiental) – Curso de Pós-Graduação em Engenharia Ambiental, Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis., p. 100. 1998.
- WRIGHT, D.; SHORT, D. Morphodynamics of beaches and surf zones in Australia. Boca Raton: CRC Press, 1983. p. 35-64.

Apêndice

Tabela 7 - Análise granulométrico das cinco praias divididas em setores (norte, central e sul), a faixa de areia (duna, berma e estirâncio), a média das frações granulométricas, as classificações, a seleção, a assimetria, a curtose e a porcentagem de areia muito grossa, a areia grossa, a areia média, fina, muito fina e lama.

Praia	Faixa	Média	Classificação	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curto se	Classificação	% Cascalho	% Areia muito grossa	% Areia grossa	% Areia média	% Areia fina	% Areia muito fina	% Lama
Taquarinas	Duna N	0,86	Areia grossa	0,76	Moderadamente selecionado	-0,05	Aproximadamente simétrica	0,97	Mesocúrtica	2,89	6,70	49,08	41,19	0,13	0,01	0,00
Taquarinas	Berma N	0,89	Areia grossa	0,62	Moderadamente selecionado	0,15	Positiva	0,76	Platicúrtica	0,04	1,96	58,01	39,72	0,26	0,01	0,00
Taquarinas	Estirâncio N	0,67	Areia grossa	0,65	Moderadamente selecionado	0,10	Positiva	1,26	Leptocúrtica	0,21	9,78	66,88	23,05	0,06	0,00	0,00
Taquarinas	Duna C	0,71	Areia grossa	0,73	Moderadamente selecionado	0,05	Aproximadamente simétrica	1,17	Leptocúrtica	2,36	9,95	59,72	27,82	0,15	0,00	0,00
Taquarinas	Berma C	0,94	Areia grossa	0,64	Moderadamente selecionado	0,07	Aproximadamente simétrica	0,74	Platicúrtica	0,51	2,51	51,91	44,11	0,00	0,96	0,00
Taquarinas	Estirâncio C	0,40	Areia grossa	0,69	Moderadamente selecionado	-0,09	Aproximadamente simétrica	1,32	Leptocúrtica	1,99	18,64	64,05	15,30	0,01	0,00	0,00

Praia	Faixa	Média	Classificação	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curto se	Classificação	% Cascalho	% mto grossa	% Areia grossa	% Areia média	% Areia fina	% Areia fina	mt	% Lama
Taquarinhass	Duna S	0,61	Areia grossa	0,58	Moderadamente selecionado	0,10	Positiva	1,27	Leptocúrtica	0,51	7,23	73,40	18,80	0,00	0,06		0,00
Taquarinhass	Berma S	0,60	Areia grossa	0,57	Moderadamente selecionado	0,10	Aproximadamente simétrica	1,27	Leptocúrtica	0,43	7,23	74,13	18,16	0,04	0,00		0,00
Taquarinhass	Estirâncio S	0,18	Areia grossa	0,60	Moderadamente selecionado	-0,24	Negativa	0,86	Platicúrtica	0,94	31,01	67,04	1,01	0,00	0,00		0,00
Taquaras	Duna N	0,53	Areia grossa	0,56	Moderadamente selecionado	0,02	Aproximadamente simétrica	1,35	Leptocúrtica	0,09	10,65	74,71	14,54	0,01	0,00		0,00
Taquaras	Berma N	1,13	Areia média	0,71	Moderadamente selecionado	-0,36	Muito negativa	1,05	Mesocúrtica	2,72	4,02	25,76	67,46	0,00	0,04		0,00
Taquaras	Estirâncio N	0,47	Areia grossa	0,35	Bem selecionado	-0,08	Aproximadamente simétrica	0,87	Platicúrtica	0,58	5,45	93,96	0,00	0,00	0,00		0,00
Taquaras	Duna C	0,63	Areia grossa	0,52	Moderadamente selecionado	0,20	Positiva	1,10	Mesocúrtica	0,25	4,95	75,72	19,06	0,01	0,00		0,01
Taquaras	Berma C	1,22	Areia média	0,58	Moderadamente selecionado	-0,29	Negativa	1,05	Mesocúrtica	0,04	2,58	23,57	73,80	0,00	0,00		0,00

Praia	Faixa	Média	Classificação	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curto se	Classificação	% Cascalho	% Areia mto grossa	% Areia grossa	% Areia média	% Areia fina	% Areia fina	mt	% Lama
Taquaras	Estirâncio C	0,17	Areia grossa	0,63	Moderadamente selecionado	-0,20	Negativa	0,81	Platicúrtica	1,69	33,21	60,22	4,85	0,02	0,01		0,00
Taquaras	Duna S	0,47	Areia grossa	0,76	Moderadamente selecionado	-0,05	Aproximadamente simétrica	1,30	Leptocúrtica	3,29	17,11	60,00	19,46	0,13	0,01		0,01
Taquaras	Berma S	0,72	Areia grossa	0,54	Moderadamente selecionado	0,26	Positiva	1,08	Mesocúrtica	0,04	0,74	75,66	23,50	0,03	0,02		0,00
Taquaras	Estirâncio S	0,82	Areia grossa	0,64	Moderadamente selecionado	0,14	Positiva	0,84	Platicúrtica	0,00	5,62	59,17	35,19	0,01	0,00		0,00
Pinho	Duna N	0,86	Areia grossa	0,69	Moderadamente selecionado	0,06	Aproximadamente simétrica	0,86	Platicúrtica	0,00	6,96	53,24	38,78	1,02	0,01		0,00
Pinho	Berma N	0,99	Areia grossa	0,65	Moderadamente selecionado	-0,06	Aproximadamente simétrica	0,74	Platicúrtica	0,77	4,20	44,06	49,71	1,25	0,01		0,00
Pinho	Estirâncio N	1,63	Areia média	0,70	Moderadamente selecionado	0,07	Aproximadamente simétrica	1,27	Leptocúrtica	0,00	0,73	13,91	62,37	22,92	0,06		0,01
Pinho	Duna C	1,14	Areia média	0,75	Moderadamente selecionado	-0,08	Aproximadamente simétrica	0,91	Mesocúrtica	0,08	4,68	33,89	52,65	8,65	0,04		0,01

Praia	Faixa	Média	Classificação	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curto se	Classificação	% Cascalho	% Areia mto grossa	% Areia grossa	% Areia média	% Areia fina	% Areia fina	mt	% Lama
Pinho	Berma C	0,80	Areia grossa	0,74	Moderadamente selecionado	0,03	Aproximadamente simétrica	0,95	Mesocúrtica	0,23	11,04	52,52	35,16	1,04	0,01		0,00
Pinho	Estirâncio C	1,11	Areia média	0,66	Moderadamente selecionado	-0,11	Negativa	0,78	Platicúrtica	0,04	1,88	38,64	54,09	5,33	0,01		0,00
Pinho	Duna S	1,00	Areia média	0,65	Moderadamente selecionado	0,03	Aproximadamente simétrica	0,74	Platicúrtica	0,00	2,44	48,22	45,45	3,88	0,02		0,00
Pinho	Berma S	1,00	Areia grossa	0,63	Moderadamente selecionado	0,02	Aproximadamente simétrica	0,74	Platicúrtica	0,06	1,14	49,31	47,26	2,22	0,01		0,00
Pinho	Estirâncio S	1,47	Areia média	0,60	Moderadamente selecionado	-0,02	Aproximadamente simétrica	1,35	Leptocúrtica	0,00	0,57	15,81	70,70	12,90	0,02		0,00
Estaleiro norte	Duna N	1,26	Areia média	0,67	Moderadamente selecionado	-0,14	Negativa	1,11	Mesocúrtica	0,27	1,19	25,94	64,66	7,92	0,02		0,00
Estaleiro norte	Berma N	1,24	Areia média	0,61	Moderadamente selecionado	-0,26	Negativa	0,98	Mesocúrtica	0,09	2,56	24,68	67,94	4,73	0,00		0,00
Estaleiro norte	Estirâncio N	0,59	Areia grossa	0,91	Moderadamente selecionado	-0,03	Aproximadamente simétrica	0,87	Platicúrtica	1,20	24,44	40,96	30,91	2,48	0,01		0,00

Praia	Faixa	Média	Classificação	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curto se	Classificação	% Cascalho	% Areia mto grossa	% Areia grossa	% Areia média	% Areia fina	% Areia fina	mt	% Lama
Estaleiro norte	Duna C	1,26	Areia média	0,69	Moderadamente selecionado	-0,12	Negativa	1,11	Mesocúrtica	0,10	1,31	26,59	62,72	9,26	0,02		0,00
Estaleiro norte	Berma C	0,95	Areia grossa	0,74	Moderadamente selecionado	-0,07	Aproximadamente simétrica	0,86	Platicúrtica	0,45	7,52	44,47	44,10	3,46	0,00		0,00
Estaleiro norte	Estirâncio C	0,57	Areia grossa	0,83	Moderadamente selecionado	0,01	Aproximadamente simétrica	1,12	Leptocúrtica	1,63	19,56	52,34	24,71	1,75	0,01		0,01
Estaleiro norte	Duna S	1,13	Areia média	0,64	Moderadamente selecionado	-0,19	Negativa	0,79	Platicúrtica	0,06	2,47	34,98	58,85	3,61	0,02		0,00
Estaleiro norte	Berma S	0,76	Areia grossa	0,84	Moderadamente selecionado	-0,05	Aproximadamente simétrica	0,90	Mesocúrtica	0,85	16,78	43,05	36,85	2,47	0,00		0,00
Estaleiro norte	Estirâncio S	0,16	Areia grossa	0,79	Moderadamente selecionado	0,03	Aproximadamente simétrica	0,91	Mesocúrtica	2,54	38,53	45,93	12,49	0,50	0,01		0,00
Estaleiro sul	Duna N	1,32	Areia média	0,64	Moderadamente selecionado	-0,12	Negativa	1,24	Leptocúrtica	0,00	0,47	23,06	67,62	8,83	0,01		0,00
Estaleiro sul	Berma N	1,17	Areia média	0,60	Moderadamente selecionado	-0,22	Negativa	0,83	Platicúrtica	0,00	0,39	32,91	66,02	0,68	0,00		0,00

Praia	Faixa	Média	Classificação	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curto se	Classificação	% Cascalho	% Areia mto grossa	% Areia grossa	% Areia média	% Areia fina	% Areia fina	mt	% Lama
Estaleiro sul	Estirâncio N	-0,06	Areia muito grossa	0,66	Moderadamente selecionado	0,13	Positiva	0,75	Platicúrtica	3,30	52,96	39,48	4,26	0,00	0,00		0,00
Estaleiro sul	Duna C	1,19	Areia média	0,62	Moderadamente selecionado	-0,22	Negativa	0,85	Platicúrtica	0,03	1,44	30,66	63,68	4,07	0,01		0,11
Estaleiro sul	Berma C	1,11	Areia média	0,78	Moderadamente selecionado	-0,37	Muito negativa	1,00	Mesocúrtica	9,65	1,50	21,53	62,38	4,93	0,00		0,00
Estaleiro sul	Estirâncio C	0,42	Areia grossa	0,73	Moderadamente selecionado	-0,05	Aproximadamente simétrica	1,27	Leptocúrtica	1,38	20,27	60,97	17,15	0,22	0,01		0,00
Estaleiro sul	Duna S	0,92	Areia grossa	0,74	Moderadamente selecionado	-0,03	Aproximadamente simétrica	0,86	Platicúrtica	0,31	7,85	46,49	42,21	1,56	1,57		0,00
Estaleiro sul	Berma S	0,49	Areia grossa	0,94	Moderadamente selecionado	0,00	Aproximadamente simétrica	0,76	Platicúrtica	1,76	31,03	34,63	31,34	1,22	0,01		0,01
Estaleiro sul	Estirâncio S	0,69	Areia grossa	0,70	Moderadamente selecionado	0,08	Aproximadamente simétrica	1,20	Leptocúrtica	0,79	10,89	62,09	26,10	0,11	0,01		0,01
Estaleirinho	Duna N	0,85	Areia grossa	1,06	Pobremente selecionado	-0,02	Aproximadamente simétrica	0,99	Mesocúrtica	3,81	15,67	35,14	32,86	12,44	0,06		0,01

Praia	Faixa	Média	Classificação	Seleção	Classificação	Assimetria	Classificação	Curto se	Classificação	% Cascalho	% Areia mto grossa	% Areia grossa	% Areia média	% Areia fina	% Areia fina	mt	% Lama
Estaleirinho	Berma N	0,36	Areia grossa	0,68	Moderadamente selecionado	-0,08	Aproximadamente simétrica	1,28	Leptocúrtica	0,37	22,32	64,25	12,64	0,41	0,00		0,01
Estaleirinho	Estirâncio N	0,19	Areia grossa	0,80	Moderadamente selecionado	0,02	Aproximadamente simétrica	0,98	Mesocúrtica	2,36	36,23	48,13	10,55	2,72	0,01		0,00
Estaleirinho	Duna C	0,94	Areia grossa	0,88	Moderadamente selecionado	-0,01	Aproximadamente simétrica	0,98	Mesocúrtica	0,69	11,28	41,00	39,13	7,84	0,06		0,00
Estaleirinho	Berma C	0,54	Areia grossa	0,69	Moderadamente selecionado	0,05	Aproximadamente simétrica	1,33	Leptocúrtica	0,07	16,84	64,18	16,90	2,01	0,00		0,00
Estaleirinho	Estirâncio C	0,08	Areia grossa	0,75	Moderadamente selecionado	0,03	Aproximadamente simétrica	0,84	Platicúrtica	5,60	38,74	46,73	8,21	0,71	0,01		0,00
Estaleirinho	Duna S	0,77	Areia grossa	0,80	Moderadamente selecionado	0,04	Aproximadamente simétrica	0,98	Mesocúrtica	0,95	14,05	50,38	31,45	3,16	0,01		0,00
Estaleirinho	Berma S	0,62	Areia grossa	0,69	Moderadamente selecionado	0,07	Aproximadamente simétrica	1,29	Leptocúrtica	0,83	13,77	63,20	21,85	0,34	0,00		0,00
Estaleirinho	Estirâncio S	0,37	Areia grossa	0,61	Moderadamente selecionado	-0,12	Negativa	1,29	Leptocúrtica	0,96	19,14	71,41	8,41	0,07	0,00		0,00

