

INSTITUTO FEDERAL DE SANTA CATARINA

MARCOS PAULO BERRIBILLI

MORFODINÂMICA E CORRENTES DE RETORNO DAS PRAIAS DO ATALAIA E
CABEÇUDAS, ITAJAÍ - SC

Itajaí
Fevereiro de 2020

MARCOS PAULO BERRIBILLI

MORFODINÂMICA E CORRENTES DE RETORNO DAS PRAIAS DO ATALAIA E
CABEÇUDAS, ITAJAÍ - SC

Dissertação apresentada ao
Mestrado Profissional em
Clima e Ambiente do
Campus Florianópolis do
Instituto Federal de Santa
Catarina para a obtenção do
diploma de Mestre em Clima
e Ambiente.

Orientador: Dr. Thiago
Pereira Alves
Co-orientador: MSc. Rafael
Sangoi Araújo

Itajaí
Fevereiro de 2020



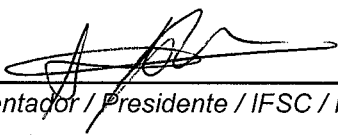
MINISTÉRIO DA EDUCAÇÃO
INSTITUTO FEDERAL DE EDUCAÇÃO, CIÊNCIA E TECNOLOGIA DE SANTA CATARINA
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM CLIMA E AMBIENTE

Aluno (a): **MARCOS PAULO BERRIBILLI**

Título:	CARACTERIZAÇÃO DA MORFODINÂMICA E MAPEAMENTO DAS CORRENTES DE RETORNO DAS PRAIAS DO ATALAIA E CABECUDAS, ITAJAI - SC
----------------	--

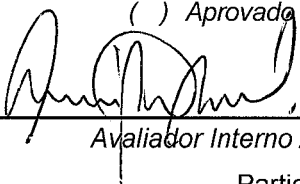
Aprovado (a) pela Banca Examinadora em cumprimento ao requisito exigido para obtenção do Título de Mestre em Clima e Ambiente

Dr(a). **THIAGO PEREIRA ALVES**


Orientador / Presidente / IFSC / Itajaí - SC
Participação Presencial

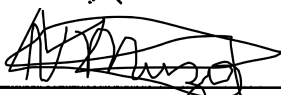
Aprovado Reprovado

Dr(a). **LUIS ANTONIO DE OLIVEIRA PROENÇA**


Avaliador Interno / IFSC / Itajaí - SC
Participação Presencial

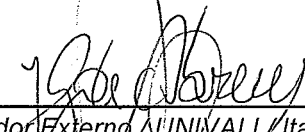
Aprovado Reprovado

Dr(a). **MICHEL NOBRE MUZA**


Avaliador Interno / IFSC / Florianópolis - SC
Participação Presencial

Aprovado Reprovado

Dr(a). **JOSÉ GUSTAVO NATORF DE ABREU**


Avaliador Externo / UNIVALI / Itajaí - SC
Participação Presencial

Aprovado Reprovado

Este trabalho foi aprovado por:

maioria simples

unanimidade

Florianópolis, 13 de fevereiro de 2020.

CDD 551.6
B533m

Berribilli, Marcos Paulo

Morfodinâmica e correntes de retorno das praias do Atalaia e Cabeçadas, Itajaí - SC [DIS] / Marcos Paulo Berribilli; orientação de Thiago Pereira Alves, coorientação de Rafael Sangoi Araújo – Itajaí, 2020.

1 v.: il.

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

Inclui referências.

1. Geomorfologia. 2. Praias. 3. Correntes de retorno. I. Alves, Thiago Pereira. II. Araújo, Rafael Sangoi. III. Título.

Sistema de Bibliotecas Integradas do IFSC

Biblioteca Dr. Hercílio Luz – Campus Florianópolis

Catalogado por: Ana Paula F. Rodrigues Pacheco - CRB 14/1117

DEDICATÓRIA

“Dedico este Mestrado a minha esposa
Giseli e aos meus filhos Juliana e Marcos,
pelo incentivo e apoio em todas as
minhas decisões”.

AGRADECIMENTOS

A Deus, em primeiro lugar;

Aos meus orientadores Thiago e Rafael, por terem me orientado, da melhor maneira possível, proporcionando uma experiência de conhecimento e profissionalismo;

Aos meus amigos Fabricio e Gentil pelo o grande apoio nas saídas a campo e nas análises granulométricos;

A todos meus amigos do Laboratório de Oceanografia Geológica e Sedimentologia que de certa forma compartilharam com este momento, OBRIGADO pela força e informações;

A todos os professores do programa, por todo o conhecimento adquirido, principalmente ao professor Proença por ter me dedicado sua confiança e suas orientações;

Ao Programa de Bolsas de Pesquisa UNIEDU, por ter contribuído com o desenvolvimento deste estudo.

RESUMO

Variações naturais do nível do mar, mudanças climáticas e ações antrópicas fazem do ambiente costeiro um local dinâmico. O entendimento dos processos costeiros que ocorrem nas praias apresenta-se cada vez mais necessário para analisar as mudanças que ocorrem na morfodinâmica associadas às variações climáticas. O presente trabalho teve como objetivo analisar a variação da morfologia e da sedimentologia em duas praias de Santa Catarina durante as estações do ano, entre o período de agosto de 2017 a agosto de 2018. Também foram mapeadas as correntes de retorno durante a temporada de verão (2017/2018) e registrados os respectivos acidentes por arrastamento identificando os locais com maiores riscos aos banhistas. Quatro perfis transversais ao longo da praia de Cabeçudas e quatro na praia do Atalaia foram monitorados por levantamento topográfico com periodicidade mensal utilizando-se o programa *BMAP – Beach Morphodynamics Analysis Package* para análise da largura e volume de cada perfil. As larguras das praias variam entre 32 a 115 m e o volume de 35,63m³/m a 179,62m³/m. A sedimentologia foi analisada, através do *software SYSGRAN* versão 3.0, demonstrou que a praia de Cabeçudas apresentou areia fina e média com granulometria entre 0,22 a 0,39 mm. Já a praia do Atalaia apresentou areia fina com granulometria entre 0,14 a 0,20 mm. Com os parâmetros analisados constatou que a classificação morfodinâmica da praia de Cabeçudas foi reflectiva, enquanto a praia do Atalaia apresentou um estágio dissipativo. Foram observadas de 6 pontos de corrente de retorno na praia de Cabeçudas e 7 pontos de incidência na praia do Atalaia. Embora os números de pontos de corrente de retorno tenham sido similares, os acidentes na praia do Atalaia (35) foram um pouco mais que o dobro do que na praia de Cabeçudas (15). A praia do Atalaia se apresentou mais estável, com acréscimo de sedimento, enquanto Cabeçudas mais instável, variando entre perda e acréscimo de sedimentos. Provavelmente essa diferença seja decorrência dos diferentes estágios de preservação entre as duas praias. A praia do Atalaia apresenta um maior perigo aos banhistas com mais locais de incidência de correntes e maior índice de acidentes por arrastamento.

Palavras-Chave: Geomorfologia; Praias; Correntes de retorno

ABSTRACT

Natural variations in sea level, climate change, and anthropic activities make coastal environments dynamic places. The understanding of coastal processes is increasingly necessary to analyze changes that occur in the morphodynamics associated with climatic variations. This study analyzed seasonal variations in morphology and sedimentology on two beaches in Santa Catarina between August 2017 and August 2018. Returning currents were mapped during the summer (2017/2018), and related dragging accidents were recorded to identify sites with the highest risk to bathers. Four transversal profiles were monthly monitored in both beaches by topographic surveys using the *BMAP - Beach Morphodynamics Analysis Package* to analyze width and volume. The beaches' widths varied between 32 and 115 m and their volumes between 35.63 m³/m to 179.62 m³/m. The sedimentology analyses through the *SYSGRAN* software version 3.0 demonstrated that the Cabeçudas beach presented fine and medium sand with granulometry between 0.22 and 0.39 mm. The Atalaia beach presented fine sand with particle sizes from 0.14 to 0.20 mm. The analyzed parameters indicated that the morphodynamic classification of the Cabeçudas beach is reflective while that of the Atalaia beach is in a dissipative stage. Points of returning currents were observed in the Cabeçudas beach (six) and the Atalaia beach (seven). Although the numbers of points with returning currents were similar, accidents at the Atalaia beach (35) were slightly more than double than those at Cabeçudas beach (15). The Atalaia beach is more stable, with increasing sediment compared to the Cabeçudas beach, which is more unstable, varying between loss and increase in sediment. This difference is probably the result of two different stages of preservation. The Atalaia beach presents a greater danger to bathers compared to the Cabeçudas beach, with more sites of incidence of currents and a higher rate of dragging accidents.

Key words: Geomorphology; Beaches; Rip currents

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Zonação hidrodinâmica e morfológica tipicamente observada em uma praia arenosa. Fonte: Hoefel (1998) adaptado de Horikawa (1988).....	13
Figura 2: Área de estudo. A) Estado de Santa Catarina B) Município de Itajaí no litoral do Estado de Santa Catarina C) Praias da Atalaia e Cabeçudas e D) Localização dos perfis nas respectivas praias	18
Figura 3: Volume (m^3/m) e largura (m) médios, com os respectivos desvios padrão, calculados para cada perfil ao longo da Praia de Cabeçudas.....	22
Figura 4: Características morfológicas dos perfis (esquerda) e médias com seus respectivos desvios padrão, do volume e largura em metros (direita) da praia de Cabeçudas. A) Perfil 01; B) Perfil 02; C) Perfil 03 e D) Perfil 04.....	22
Figura 5: Volume (m^3/m) e largura (m) médios com os respectivos desvios padrão calculados para cada perfil ao longo da Praia de Atalaia.....	23
Figura 6: Características morfológicas dos perfis (esquerda) e médias com seus respectivos desvios padrão, do volume e largura em metros (direita) A) Perfil 05; B) Perfil 06; C) Perfil 07 e D) Perfil 08 da praia da Atalaia.....	24
Figura 7: Declividade média com seus respectivos desvios padrão, por estação do ano na face de praia de Cabeçudas. A) Perfil 1; B) Perfil 2; C) Perfil 3 e D) Perfil 4.....	25
Figura 8: Declividade média com seus respectivos desvios padrão, por estação do ano na face de praia da Atalaia. A) Perfil 5; B) Perfil 6; C) Perfil 7 e D) Perfil 8.....	25
Figura 9: Dispersão do tamanho médio de grãos, e seus respectivos desvios padrão, por estação do ano na praia de Cabeçudas. A) Pós praia; B) Face de praia e C) Praia média.....	26
Figura 10: Dispersão do tamanho médio de grãos, com seus respectivos desvios padrão, por estação do ano na praia da Atalaia. A) Pós praia; B) Face de praia e C) Praia média.....	28
Figura 11: Locais onde foram registradas as correntes na praia de Cabeçudas (esquerda) e praia do Atalaia (direita).....	31
Figura 12: Bandeiras localizando as correntes de retorno.....	37

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Resultado da sedimentologia da praia de Cabeçudas.....	26
Tabela 2: Resultado da sedimentologia da praia da Atalaia.....	27
Tabela 3: Dados médios \pm desvio padrão (n=0,00) de altura de onda por sazonalidade e anual.....	29
Tabela 4: Parâmetro morfodinâmico Ω e classificação morfodinâmica da praia de Cabeçudas por sazonalidade e anual.....	30
Tabela 5: Parâmetro morfodinâmico Ω e classificação morfodinâmica da praia do Atalaia por sazonalidade e anual.....	30

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

BMAP - Beach Morphodynamics Analysis Package

DGPS - Differential Global Positioning System

IFSC - Instituto Federal de Santa Catarina

RTK - Real Time Kinematic

SIRGAS2000 - Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas

UTM - Universal Transversa Mercator

PP - Pós praia

FP - Face da praia

PM - Praia média

UNIVALI - Universidade do Vale do Itajaí

LISTA DE SÍMBOLOS

Hb - Altura da onda na arrebentação

T_p - Período de pico

T - Período da onda

W_s - Velocidade de sedimentação dos grãos

W_m - Velocidade de sedimentação do grão corrigida

Ω - Parâmetro ômega observado

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
1.1 Objetivos	15
1.1.1 Objetivo geral	15
1.1.2 Objetivos específicos.....	15
2 ARTIGO SUBMETIDO.....	16
2.1 Introdução.....	16
2.2 Materiais e Métodos.....	18
2.2.1 Área de Estudo.....	18
2.2.2 Amostras e coletas.....	19
2.3 Resultados.....	21
2.3.1 Morfologia de praia.....	21
2.3.2 Declividade.....	24
2.3.3 Sedimentologia.....	25
2.3.4 Características das de ondas.....	29
2.3.5 Classificação Morfodinâmica.....	29
2.3.6 Mapeamento das Correntes de Retorno.....	30
2.4 Discussão.....	32
2.5 Conclusões.....	35
3 PRODUTO DESENVOLVIDO.....	36
3.1 Introdução.....	36
3.2 Metodologia.....	36
3.3 Placa Sinalizadora de Correntes de Retorno.....	37
4 CONSIDERAÇÕES FINAIS	39
5 REFERÊNCIAS.....	39

1 INTRODUÇÃO

Os ambientes costeiros são extremamente dinâmicos e neles convergem vários processos terrestres, oceânicos e atmosféricos, alterando constantemente suas características. As alterações morfológicas são resultantes de variações no regime energético incidente (clima de ondas e ventos), na variação do nível d'água (eventos de tempestades), e desequilíbrios nos suprimentos sedimentar local (SHORT, 1999, KLEIN, 2004).

A zona costeira com seus atrativos tem sido intensamente ocupada nas mais variadas localizações do mundo. As praias são formações de ecossistema mais familiares de toda a costa, atraindo milhões de visitantes a cada ano e fornecendo a base econômica para muitas comunidades. As pressões antrópicas podem apresentar uma grande influência sobre estes ambientes com ocupações desordenadas e atividades turísticas sem uma perspectiva de conscientização e educação ambiental.

O conceito de ambiente praias estabelecido por King (1972 apud GOYA; TESSLER, 2000, p.152) diz que "as praias são ambientes sedimentares costeiros, formados, mais comumente, por areias de constituição variada, estendendo-se desde onde principia a interferência da velocidade orbital das ondas sobre o fundo marinho, até o limite mais continental da ação das ondas de tempestade ou mudanças fisiográficas bruscas". Neste sentido, os ambientes praias representam a zona de transição entre a ação dos processos marinhos e continentais, estando sujeitos a variações temporais tanto do nível do mar quanto do suprimento sedimentar.

A classificação praias abrange diversos tipos de praias, onde tem-se dois extremos, as praias dissipativas e praias reflectivas. De acordo com Oliveira Filho (2011), praias dissipativas possuem um gradiente suave na zona de surfe, com composição de sedimentos finos. Apresentam larguras maiores que outros estágios, e ondas do tipo deslizante são mais frequentes. Já as praias reflectivas possuem um elevado gradiente, composta por areias grossas na face da praia, com inclinação em direção a antepraia, com gradiente mais suave nesta.

Os processos responsáveis pelo comportamento das praias começam a atuar na base da antepraia (CALLIARI *et al.*, 2003), e a partir desse limite externo são denominadas diversas zonas que compartimentam a praia de acordo com seus processos morfológicos e hidrodinâmicos. De acordo com Hoefel (1998), uma praia é constituída por quatro ambientes que se diferem por características morfológicas

específicas: antepraia, praia média, face praial e pós-praia (Figura 1).

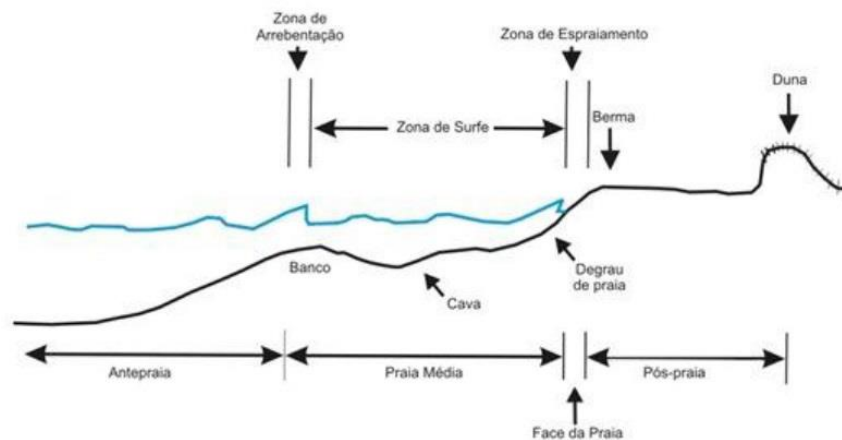


Figura 1: Zonação hidrodinâmica e morfológica tipicamente observada em uma praia arenosa. Fonte: Hoefel (1998) adaptado de Horikawa (1988).

A sedimentologia das praias pode ser formada por grãos de diversas composições e granulometria, sendo que o tamanho de grão em combinação com o clima de ondas incidente, interagem e condicionam a morfologia do perfil praial (HOEFEL, 1998). O sedimento é considerado uma das principais características das praias, muitas vezes sendo um fator determinante para o atrativo turístico e conseqüentemente melhorando o desenvolvimento econômico da região, onde as pessoas se deslocam de seu habitat natural para conhecer estes lugares.

O clima de ondas na região Sul do Brasil está condicionado ao padrão de ventos do Atlântico Sul, relacionados ao centro de alta e baixa pressão. Este padrão complexo e variável, gera ondas de todas as direções possíveis ao longo do ano (GOBBI, 1997).

A relação dos estágios morfodinâmicos das praias estão relacionados com os tipos de arrebentação. Arrebentação ascendente está associada a praias refletivas e a gradientes topográficos elevados, enquanto as arrebentações do tipo mergulhante e progressiva estão associadas aos estágios intermediários. O estágio dissipativo associa-se ondas altas do tipo progressivas, características de topografias com gradientes de baixa declividade (WRIGHT & SHORT, 1984, *apud* BULHÕES, 2010, p. 125).

A morfodinâmica com interações relacionadas aos eventos climáticos podem ocasionar mudanças no comportamento dinâmico das praias acarretando perdas

consideráveis de sedimentos. A erosão costeira conforme Horn Filho (2006) é um processo natural da dinâmica de praia cuja intensificação do fenômeno está diretamente relacionada aos eventos climáticos extremos e uso indiscriminado da zona costeira, podendo afetar uma porção expressiva das praias arenosas e como consequência uma grande quantidade de sedimentos fica submersos.

Short & Hogan (1994) apresentam os perigos associados aos banhistas, relacionando-os com as características morfodinâmicas das praias Australianas, e enfatizam as correntes de retorno como principal motivo de frequentes resgates de afogamentos.

As correntes de retorno são visíveis ao longo da praia, pois nos canais onde elas estão presentes (regiões mais profundas), normalmente as ondas não quebram na zona de surfe, mas sim na face da praia. As formações das correntes de retorno iniciam-se pelo fluxo de água que chega a praia trazida pela onda, variando em largura, tamanho, profundidade e intensidade de acordo com o tipo de praia. Quando as ondas quebram, empurram a água acima do nível médio do mar, assim que esta energia se dissipa a água que ultrapassou o nível é empurrada de volta pela força de gravidade em forma de correntes, que podem atingir uma velocidade de até 3m/s. (BERRIBILLI; KLEIN; MENEZES, 2006, p.98)

A morfologia praial compõe um dos fatores principais para a ocorrência das correntes de retorno, onde Short (2000 apud MOCELLIN, 2016) destaca que a morfologia da praia onde existe corrente de retorno difere, em vários aspectos, daquela observada em outras praias isentas desta característica. Na face da praia é comum a presença de cúspides praias, e o canal, berço da corrente, é de 0,5 a 1 metro mais profundo que os bancos de areia adjacentes. Além disso, a areia do fundo do mar tende a ser menos compacta, com micro-ondulações de 0,1 a 0,3m de altura, que vagarosamente migra em direção ao mar.

O monitoramento e levantamento de informações para analisar o comportamento morfodinâmico das praias do Atalaia e Cabeçadas, relacionando com eventos climáticos, ao longo das estações do ano permite acompanhar as variações das feições praias ajudando a identificar comportamentos erosivos e/ou deposicionais, compreendendo a morfodinâmica do local. O mapeamento das correntes de retorno e a identificação do local das ocorrências de arrastamento contribui para a segurança dos usuários, de forma que as autoridades obtenham informações importantes para auxiliar nas tomadas de decisões e estratégias de prevenção.

1.1 Objetivos

1.1.1 Objetivo geral

Caracterizar a morfodinâmica e realizar o mapeamento das correntes de retorno das praias do Atalaia e Cabeçadas, Itajaí – SC.

1.1.2 Objetivos específicos

- i. Conhecer e classificar os estágios morfodinâmicos das praias;
- ii. Conhecer quais pontos de maior risco ao banhista por arrastamento por correntes de retorno;
- iii. Comparar as praias quanto o grau de erosão e periculosidade

2 ARTIGO SUBMETIDO

MORFODINÂMICA E CORRENTES DE RETORNO DAS PRAIAS DO ATALAIA E CABEÇUDAS, ITAJAÍ - SC

2.1 Introdução

Os ambientes costeiros, tem sido intensamente antropizado para as mais variadas finalidades. Praias, interfaces entre o ambiente terrestre e aquáticos, são formações de ecossistemas costeiros, de amplo uso e protegidas por legislação específica (BRASIL, 1998). São bens públicos de uso comum do povo, sendo assegurado o livre e franco acesso a elas e ao mar, em qualquer direção e sentido, ressalvados os trechos considerados de interesse de segurança nacional.

De acordo com Comfield & Morang (1996) o aumento do desenvolvimento na zona costeira muitas vezes gera a conflitos entre o homem e a natureza, os quais podem modificar o local. A demanda pelo uso e subseqüentemente pressão por desenvolvimento tornam as zonas costeiras lugar de alto valor econômico. Estudos sobre o comportamento das praias frente a variáveis condicionantes são essenciais para que haja uma melhor mitigação dos efeitos da ocupação humana e alterações dela subseqüentes.

A morfodinâmica de uma praia pode ser definida como o conjunto de interações que relacionam a incidência de ondas, sedimentos e a morfologia antecedente da praia, que resulta em processo de modificação da morfologia local, que por sua vez interfere na incidência das ondas, retroalimentando a dinâmica do sistema (MENEZES, 1999). O termo morfodinâmica praias foi elaborado por Wright e Thom (1977) como sendo um ajustamento mútuo da topografia e dinâmica dos fluidos envolvendo o transporte de sedimento.

A morfologia das praias é diretamente afetada por fatores hidrodinâmicos como ventos, ondas, marés, correntes (SHORT, 1999) e pelo suprimento sedimentar (BENEDET FILHO, 2000). O equilíbrio morfodinâmico, é representado pela relação entre a estabilidade da morfologia e as mudanças na energia dos fatores que controlam o ambiente ao longo das estações do ano (CALLIARI *et al.*, 1993; ARAUJO *et al.*, 2010).

O sedimento além de representar um fator determinante para a morfodinâmica, possui aspectos sócio econômicos importantes nestes ambientes. Os processos de acreção e/ou erosão praial, conforme Horn Filho (2006), são processos naturais da dinâmica de praia cuja intensificação do fenômeno está relacionado com processos meteorológicos, climáticos e pressões antrópicas em diferentes níveis de interação. Intervenções humanas na zona costeira e no ambiente praial, sem um planejamento adequado podem afetar uma parcela expressiva da praia arenosa, promovendo transtornos e impactos de ordem econômica em diversos setores como turismo e construção civil. Fenômenos meteorológicos extremos como frentes frias e ressacas, que no sul do Brasil variam sazonalmente quanto a sua intensidade e frequência, tendem a alterar a feição da praia, sendo a sedimentologia das praias uma das principais evidências deste processo (HOEFEL, 1998).

Com base na interação dos agentes físicos, suporte de sedimentos e morfologia, são realizados estudos para avaliar a morfodinâmica de uma praia. São feitos levantamentos sedimentológicos, topográficos de perfis praias e de climatologia de ondas, que servem para descrever as variações que a praia está sofrendo em determinado período de tempo, bem como inferir sobre a causa destas variações, sejam elas naturais ou não.

As praias são locais que proporcionam diversas modalidades de entretenimento aos frequentadores como práticas desportivas, esportes náuticos, recreação, lazer, gastronomia, dentre inúmeros outros. Um dos principais incidentes associados aos frequentadores de uma praia estão os afogamentos que normalmente ocorrem associados com as características morfodinâmicas das praias, denominadas de correntes de retorno (SHORT & HOGAN 1994).

As correntes de retorno são visíveis ao longo da praia, pois nos canais onde elas estão presentes, por serem mais profundos, normalmente as ondas não quebram na zona de surfe, mas sim na face da praia. Essas correntes fluem em direção ao mar através da zona de surfe, em algumas vezes alimentadas por correntes a linha de costa chamadas de correntes alimentadoras (SHORT, 2000). Na porção mais afastada da costa tem a formação de vórtices que compõem uma parcela, isto é, a cabeça da corrente de retorno (SHORT, 1985). Esta circulação é orientada por gradientes de pressão ao longo da costa realçada por uma retroalimentação (BRANDER & SHORT, 2000).

O monitoramento do comportamento morfodinâmico das praias da Atalaia e

Cabeçudas ao longo das estações do ano tem como objetivo conhecer os estágios das praias e classificar as praias quanto a sua morfodinâmica, conhecer quais os pontos de maior risco aos banhistas e avaliar o balanço entre erosão e deposição de sedimentos. Essas informações são úteis às autoridades para auxiliar nas tomadas de decisões bem como na formulação de estratégias de prevenção para assegurar o bem-estar dos usuários e frequentadores.

2.2 Materiais e Métodos

2.2.1 Área de Estudo

As praias da Atalaia e Cabeçudas estão localizadas no município de Itajaí, litoral centro-norte de Santa Catarina, Sul do Brasil (Figura 2). A Praia do Atalaia possui uma faixa de areia com aproximadamente 600 metros de extensão e média de 50 metros de largura, enquanto que a praia de Cabeçudas apresenta aproximadamente 700 metros de extensão e 20 metros de largura. De acordo com Berribilli *et al.* (2006) os públicos predominantes provêm de Santa Catarina, onde a maioria são moradores de Itajaí. Os Guardas – Vidas atuaram nas praias durante a temporada de verão sendo alocados nos postos identificados ao longo da praia.

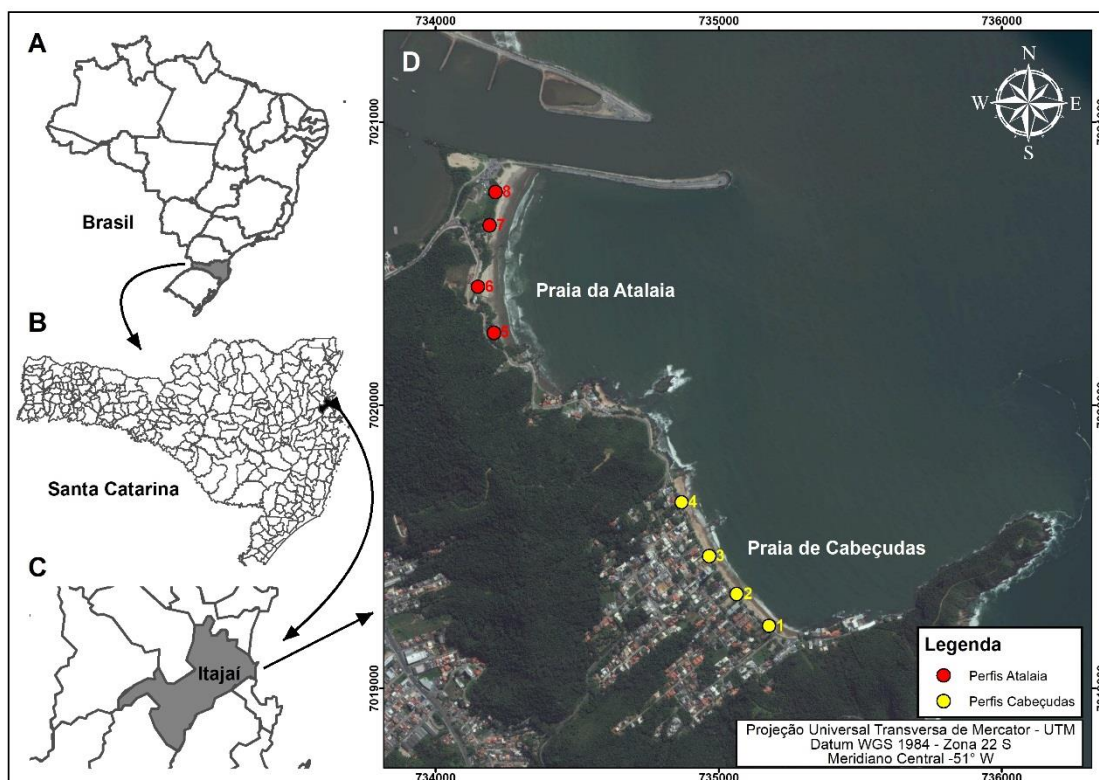


Figura 2: Área de estudo. A) Estado de Santa Catarina B) Município de Itajaí no litoral do Estado de

Santa Catarina C) Praias da Atalaia e Cabeçudas e D) Localização dos perfis nas respectivas praias.

2.2.2 Amostras e coletas

Para avaliação dos processos morfodinâmicos foram realizados monitoramentos topográficos, sedimentológicos e coletadas informações oceanográficas em campanhas amostrais mensais entre agosto de 2017 a agosto de 2018. Os perfis transversais a linha da praia de Cabeçudas foram iniciados nos marcos materializados na calçada e prolongados até a zona de praia média, adentrando no mar até máximo possível conforme as condições do mar no momento do trabalho, sendo que os perfis transversais a linha da praia do Atalaia partiram dos marcos materializados na base da duna.

Foi adotado o sistema Geodésico de referência SIRGAS2000 (Sistema de Referência Geocêntrico para as Américas), seguindo a norma do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística que atribui a este como o único sistema geodésico de referência oficial adotado no Brasil. Para os cálculos e futuros desenhos topográficos foi utilizado a Projeção Universal Transversa Mercator (UTM).

O cálculo do volume sedimentar e análise das feições morfológicas foram realizados através de perfis topográficos praias (1, 2, 3 e 4 para a praia de Cabeçudas e 5, 6 7 e 8 para a praia da Atalaia), a partir de 8 pontos pré-determinados e georreferenciados ao longo da praia (Figura 2). Para o transporte de Coordenadas e Altimetria foi utilizado como referência o marco geodésico MR32 localizado no canteiro da praça da Praia de Cabeçudas, por meio das informações disponibilizadas pela Prefeitura Municipal de Itajaí, utilizando um GPS Trimble R6 com o sistema Real Time Kinematic (RTK).

O processamento dos dados dos perfis praias ocorreu no programa *Matlab*®, com posterior auxílio dos programas *BMAP – Beach Morphodynamics Analysis Package* para realizar os cálculos de volume e largura de praia, e *Microsoft Excel*® para representação gráfica dos perfis e das variações de volume e largura de praia.

A declividade depende de alguns fatores, tamanho de grão e energia de ondas, refletindo num estado de equilíbrio da praia, no qual a variação deste equilíbrio se deve aos processos erosivos e deposicionais. A declividade da face da praia foi obtida por trigonometria, regra do triângulo retângulo, a partir da cota (cateto oposto) e da distância (cateto adjacente).

As amostras de sedimentos foram coletadas em três setores ao longo de cada

perfil nas regiões do pós-praia, face da praia e praia média (Figura 2) em cada estação do ano somando um total de 96 amostras, sendo 48 na praia de Cabeçadas e 48 na praia da Atalaia. Através da técnica de peneiramento, proposto por Suguio (1973), foi possível estabelecer uma expressão quantitativa da distribuição granulométrica da praia. Posteriormente as amostras foram submetidas ao método de peneiramento mecânico por aproximadamente por 10 minutos, a intervalos de 1/2 de phi e interpretadas segundo a classificação de Folk & Ward (1957).

A partir das etapas de processamento e pós-processamento (estruturação dos resultados), os dados foram importados para o *software* SYSGRAN versão 3.0 (CAMARGO, 2006) para geração de multi-análises de classificações sedimentológicas, assim definindo, sobretudo, as características granulométricas das praias.

A velocidade de sedimentação dos grãos foi determinada segundo a Equação 1 proposta por Gibbs *et. al.* (1971), sendo que o valor de W_s deve ser corrigido pela Equação 2 a fim de corrigir o efeito do atrito com o fluido causado pelas irregularidades do grão conforme proposto por Baba & Komar (1981).

$$W_s = \frac{-3\mu + \left[9\mu^2 + gr^2\rho(\rho_s - \rho)(0,015476 + 0,19841r)\right]^{1/2}}{\rho(0,011607 + 0,14881r)}$$

(Equação 1)

Onde μ = é a viscosidade dinâmica da água, g é a aceleração da gravidade (981 cm/s^2). ρ é a densidade da água (g/cm^3), ρ_s é a densidade do grão ($2,65 \text{ g/cm}^3$ para o quartzo) e r é o raio da média do grão de areia (cm).

$$W_m = 0,761.W_s$$

(Equação 2)

Onde W_s é a velocidade de sedimentação do grão e W_m é a velocidade corrigida.

Durante a realização do levantamento dos perfis topográficos foram coletados simultaneamente informações da hidrodinâmica utilizando da metodologia “Sentinelas do Mar” proposta por Melo Filho (1991), através de observações visuais da dinâmica das praias como dados de altura de ondas (H_b) e período de pico (T_p). A altura (H_b) no ponto de quebra foi adquirida medindo-se a diferença entre a crista e a cava da

onda no exato momento em que a onda começa a quebrar. A medição do período de pico (T_p) das ondas foi realizada com um cronômetro, contando o número de duas cristas num dado intervalo de tempo tendo utilizando pontos fixos no mar como referência. Foram medidos 5 períodos de pico e depois extraído uma média.

Para a determinação do estágio morfodinâmico da praia, além da topografia enfatizou a relação entre o estado de uma praia e as características das ondas e dos sedimentos estabelecida por Wright & Short (1984) utilizando o parâmetro adimensional ômega (Ω) de Dean (1973) nas quais são definidas a distribuição dos estados morfodinâmicos a partir de um valor de ômega.

O cálculo do ômega é realizado através da equação 3:

$$\Omega = \frac{H_b}{T \cdot W_s}$$

(Equação 3)

Onde H_b é altura da onda no momento da quebra, T é o período e W_s é a velocidade de sedimentação do grão de sedimento.

Valores de ômega superiores a 6 representam praias dissipativas e valores inferiores a 1, praias reflectivas. As praias intermediárias ocorrem no intervalo de $1 < \Omega < 6$.

O mapeamento da localização das correntes de retorno foi realizado durante os levantamentos mensais, onde a constatação das correntes de retorno era através de indicações de bandeiras colocadas pelos os Guarda-Vidas nas áreas indicando a presença das mesmas. Para aquisição dos dados das ocorrências de acidentes foi solicitado através de um ofício ao comando do Batalhão de Bombeiro Militar com uma proposta de colaboração a acessão de dados. Foram realizadas entrevistas diariamente com os guarda-vidas na estação de verão a partir do dia 21/12/2017 a 20/03/2018 a fim de quantificar e identificar as ocorrências de acidentes.

2.3 Resultados

2.3.1 Morfologia de praia

Ao total foram 13 amostragens, gerando 52 perfis para cada praia. Os perfis da praia de Cabeçudas revelaram que a praia apresentou uma variação equivalente entre

os perfis na sua largura média. Os maiores volumes foram observados nas extremidades, sendo que o perfil 4, localizado no extremo norte, apresentou o maior valor (61,8 m³/m) (Figura 3).

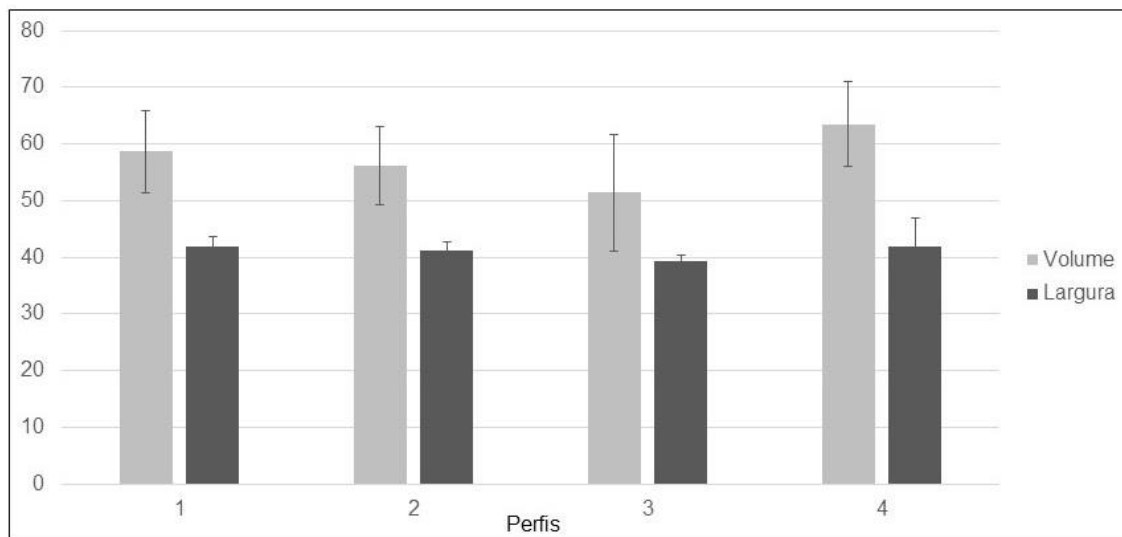


Figura 3: Volume (m³/m) e largura (m) médios, com os respectivos desvios padrão, calculados para cada perfil ao longo da Praia de Cabeçadas.

A largura média no perfil 1 foi de 38m, com máximo de 42 m. Neste perfil o menor volume acumulado (Figura 4), foi observado no período da primavera (51,14m³/m), enquanto que o maior volume ocorreu no inverno, atingindo 67,26m³/m. No perfil 2 a largura média foi de 40,79m, tendo máximo de 43,50m. O volume acumulado (Figura 4), apresentou o menor valor na primavera, atingindo 43,64m³/m, e o maior volume no outono, 58,95m³/m.

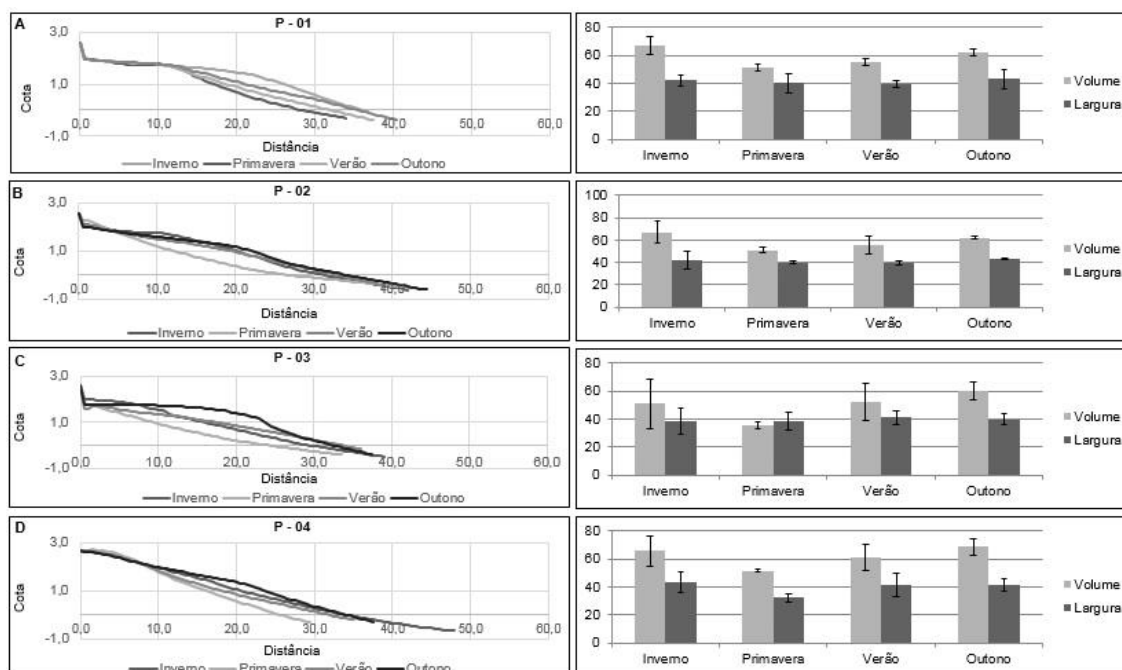


Figura 4: Características morfológicas dos perfis (esquerda) e médias com seus respectivos desvios padrão, do volume e largura em metros (direita) da praia de Cabeçudas. A) Perfil 01; B) Perfil 02; C) Perfil 03 e D) Perfil 04.

Seguindo o mesmo padrão do perfil 2, a largura média do perfil 3 foi de 37,27m, com valor máximo de 39,47m. O volume (Figura 4), atingiu o menor valor ($35,63\text{m}^3/\text{m}$) na primavera, e o maior volume no outono ($60,33\text{m}^3/\text{m}$). O perfil 4 apresentou uma largura média de 38,80m, com máximo de 47,70m. Conforme já mencionado o volume acumulado (Figura 4), apresentou na estação da primavera o menor valor, atingindo $51,62\text{m}^3/\text{m}$, onde o maior no outono, atingindo $68,70\text{m}^3/\text{m}$.

A praia da Atalaia apresentou perfis que revelaram um aumento na sua largura média de sul para norte. As áreas com os maiores valores foram as do setor mais ao norte da praia, onde o perfil 8 localizado no extremo norte, obteve a maior quantidade de volume ($164,23\text{m}^3/\text{m}$) (Figura 5).

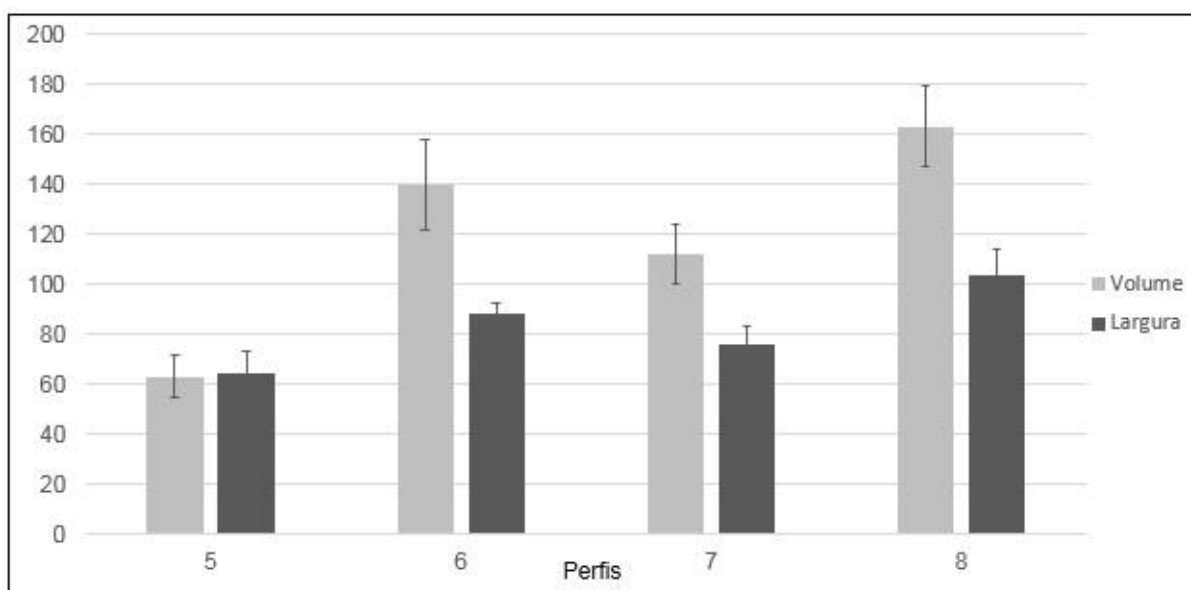


Figura 5: Volume (m^3/m) e largura (m) médios com os respectivos desvios padrão calculados para cada perfil ao longo da Praia de Atalaia.

A largura média do perfil 5 foi de 55,27m, tendo máximo de 70,47m (Figura 5), enquanto que o volume acumulado (Figura 6), apresentou na estação da primavera o menor valor ($49,96\text{m}^3/\text{m}$), e o maior volume no outono ($67,51\text{m}^3/\text{m}$). A largura média do perfil 6 foi de 85,86m, com máximo de 101,05m. O volume acumulado entre as amostragens (Figura 6), apresentou na estação da primavera o menor valor ($115,72\text{m}^3/\text{m}$), com o maior volume no outono ($154,25\text{m}^3/\text{m}$).

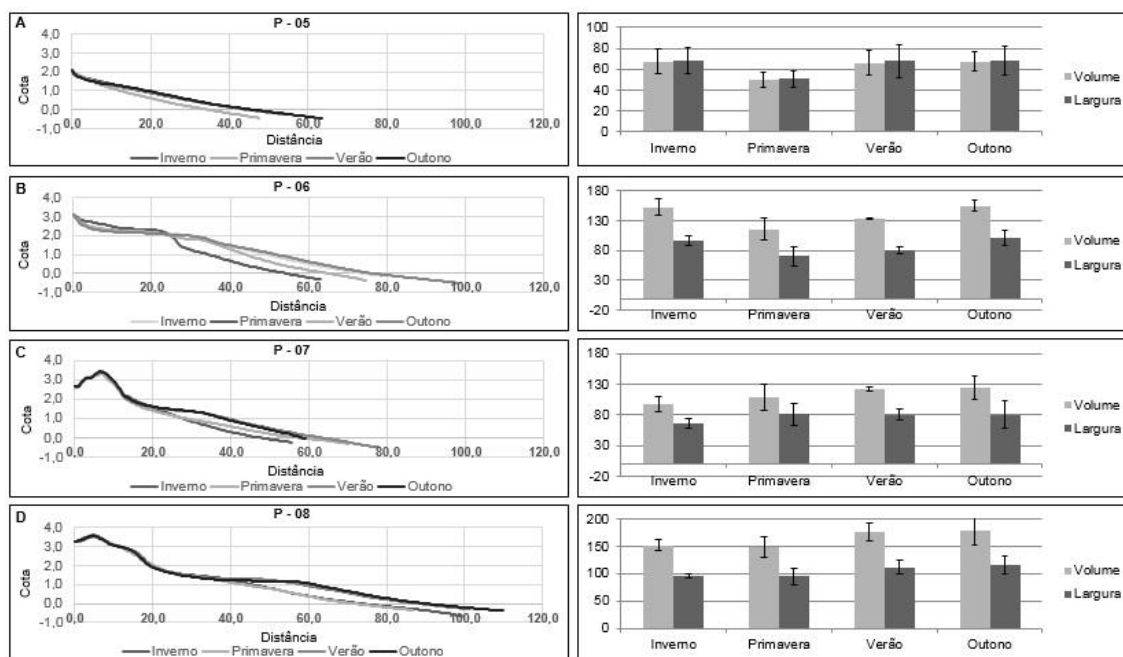


Figura 6: Características morfológicas dos perfis (esquerda) e médias com seus respectivos desvios padrão, do volume e largura em metros (direita) A) Perfil 05; B) Perfil 06; C) Perfil 07 e D) Perfil 08 da praia da Atalaia.

A largura média do perfil 7 foi de 75,78m, com valor máximo de 101,13m. O volume acumulado (Figura 6), apresentou na estação da primavera o menor valor, atingindo 98,10m³/m, onde o maior volume ocorreu no outono, atingindo 123,58m³/m. A largura média do perfil 8 foi de 103,98m, com máximo de 124,94m. O volume acumulado, apresentou na estação da primavera o menor valor, atingindo 149,06m³/m, onde o maior volume ocorreu no outono, atingindo 179,62m³/m.

2.3.2 Declividade

A menor declividade encontrada na praia de Cabeçudas foi constatada no perfil 3 durante a primavera (2,1°), sendo que a maior no perfil 2 durante o verão (4,9°) (Figura 7).

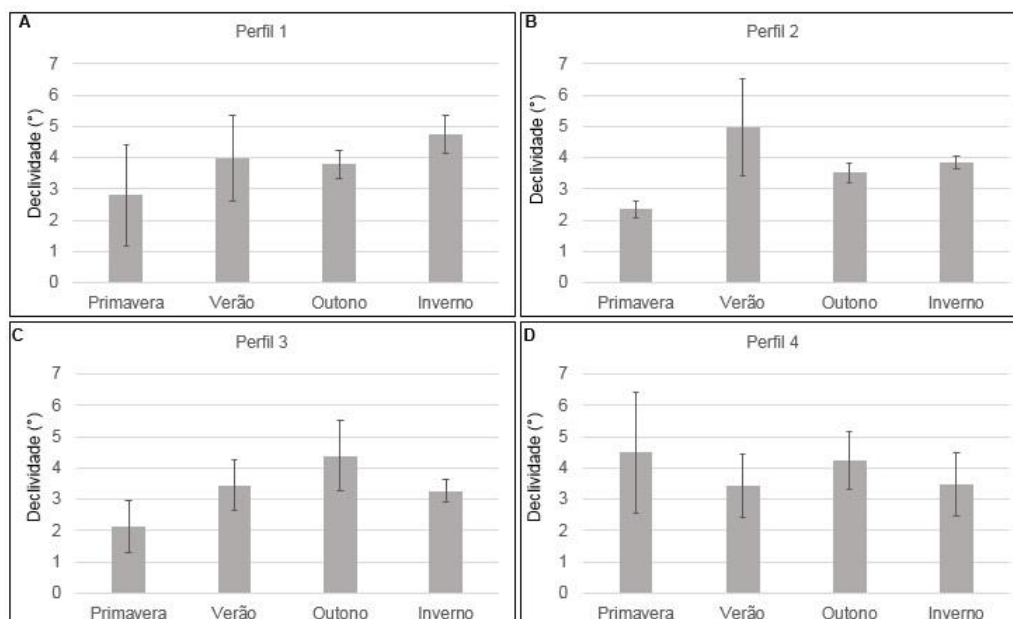


Figura 7: Declividade média com seus respectivos desvios padrão, por estação do ano na face de praia de Cabeçudas. A) Perfil 1; B) Perfil 2; C) Perfil 3 e D) Perfil 4.

A praia da Atalaia obteve a maior declividade no perfil 6 durante a estação da primavera (2,3°) e a menor declividade constatou-se no mesmo perfil 6 durante o inverno (1,4°) (Figura 8).

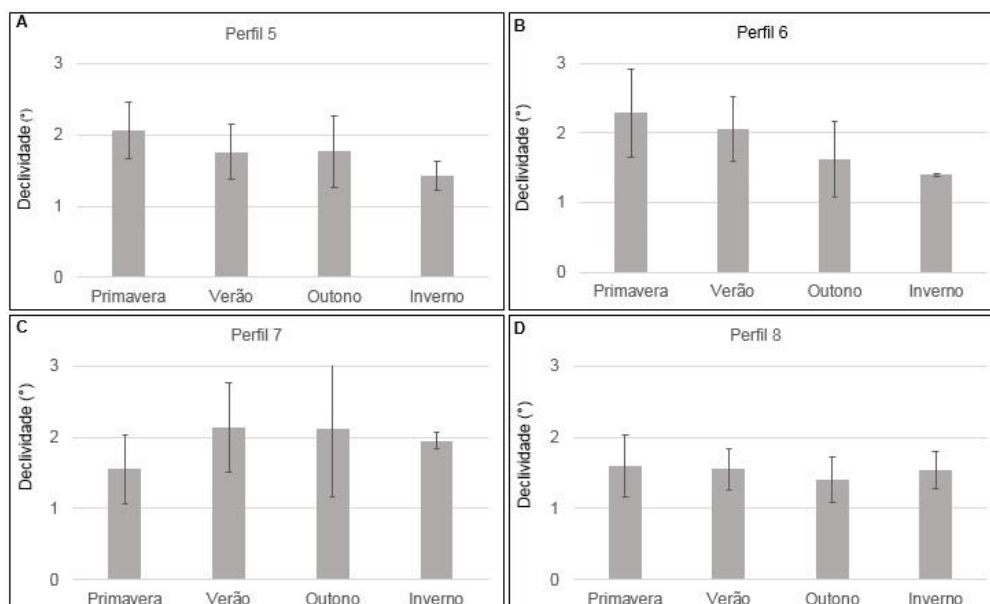


Figura 8: Declividade média com seus respectivos desvios padrão, por estação do ano na face de praia da Atalaia. A) Perfil 5; B) Perfil 6; C) Perfil 7 e D) Perfil 8.

2.3.3 Sedimentologia

Através dos parâmetros (média, desvio padrão, assimetria, curtose e diâmetro) foram analisadas do ponto de vista granulométrico as 96 amostras coletadas em cada setor morfológico pós-praia (PP), face de praia (FP) e praia média (PM). Na tabela 1 são apresentadas as informações texturais no setor morfológico durante as estações do ano na Praia de Cabeçudas.

Tabela 1: Resultado da sedimentologia da praia de Cabeçudas.

Local	Estação do Ano	Phi Médio	Desvio Padrão	Assimetria	Desvio Padrão	Curtose	Desvio Padrão	Diâmetro (mm)	Desvio Padrão
PP	Primavera	1,91	0,18	-0,13	0,04	1,10	0,07	0,27	0,03
	Verão	1,95	0,17	0,15	0,19	1,06	0,11	0,26	0,03
	Outono	2,03	0,12	-0,09	0,07	1,12	0,03	0,24	0,02
	Inverno	2,03	0,28	-0,11	0,05	1,09	0,12	0,25	0,05
FP	Primavera	2,08	0,16	-0,04	0,04	1,02	0,12	0,24	0,03
	Verão	2,16	0,12	0,04	0,14	0,98	0,10	0,22	0,02
	Outono	2,14	0,40	-0,09	0,17	1,06	0,21	0,23	0,08
	Inverno	1,85	0,17	-0,16	0,04	1,05	0,09	0,28	0,03
PM	Primavera	1,64	0,23	-0,03	0,06	1,01	0,03	0,32	0,05
	Verão	2,11	0,19	0,03	0,17	1,00	0,12	0,23	0,03
	Outono	1,35	0,14	0,00	0,13	0,91	0,06	0,39	0,04
	Inverno	2,08	0,15	-0,14	0,06	1,03	0,13	0,24	0,15

De acordo com a tabela acima, levando considerando os 4 pontos de perfis como sendo 100%, verificou-se a ocorrência de sedimentos de granulometria menor no outono no setor da praia média, sendo que a maior granulometria foi no verão no setor da face de praia (Figura 9).

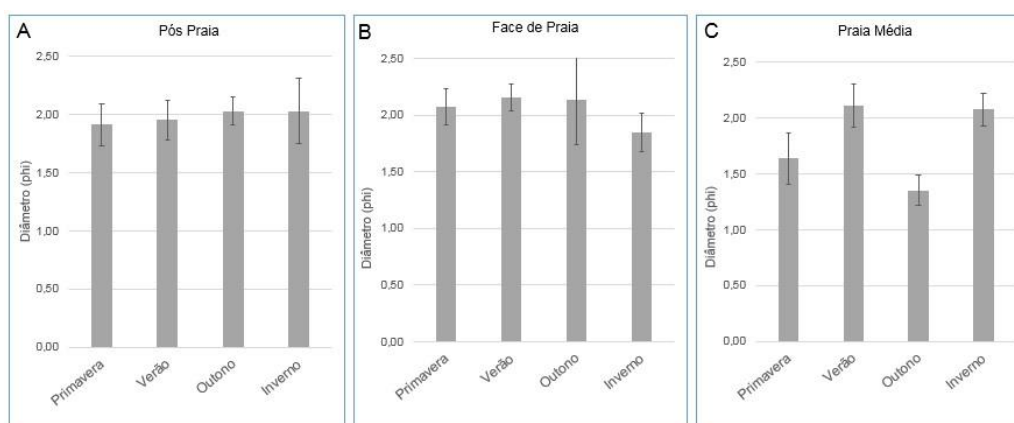


Figura 9: Distribuição do tamanho médio de grãos, e seus respectivos desvios padrão, por estação do ano na praia de Cabeçudas. A) Pós praia; B) Face de praia e C) Praia média.

Os sedimentos amostrados na praia de Cabeçadas no setor de pós-praia revelaram uma média de 1,98 *phi*, classificando-os como areia fina (50%) e areia média (50%). O desvio padrão foi de 0,18, classificando o sedimento como bem selecionado (60%) e moderadamente selecionado (40%). A assimetria relevou variação de -0,8 a 0,23, predominando a classe negativa (50%), aproximadamente simétrica (38%) e positiva (12%). Quanto à curtose, o valor médio foi de 1,09, com a predominância da classe mesocúrtica (57%), leptocúrtica (38%) e platicúrtica (5%). O diâmetro médio apresentou uma média de 0,25 mm com desvio padrão de 0,03.

No setor de FP foi constatado que os sedimentos obtiveram uma média de 2,07 *phi*, classificando-os como areia fina (70%) e areia média (30%). O desvio padrão foi de 0,24, classificando o sedimento como bem selecionado (63%) e moderadamente selecionado (37%). A assimetria relevou variação de -0,28 a 0,20; predominando a classe negativa (44%), aproximadamente simétrica (44%) e positiva (12%). Quanto à curtose, o valor médio foi de 1,03, com a predominância da classe mesocúrtica (63%), leptocúrtica (19%) e platicúrtica (18%). O diâmetro médio apresentou uma média de 0,24 mm com desvio padrão de 0,05.

O setor de PM apresentou uma média de 1,85 *phi* de sedimentos, classificando-os como areia média (63%) e areia fina (37%). O desvio padrão foi de 0,36 classificando o sedimento como moderadamente selecionado (82%), bem selecionado (13%) e pobremente selecionado (5%). A assimetria relevou variação de -0,22 a 0,19, predominando a classe aproximadamente simétrica (57%), negativa (32%), e positiva (11%). Quanto à curtose, o valor médio foi de 0,98, com a predominância da classe mesocúrtica (69%), platicúrtica (19%) e leptocúrtica (12%). O diâmetro médio apresentou uma média de 0,28 mm com desvio padrão de 0,08. Na tabela 2 são apresentadas as informações texturais no setor morfológico durante as estações do ano na Praia da Atalaia.

Tabela 2: Resultado da sedimentologia da praia da Atalaia.

Local	Estação do Ano	Phi Médio	Desvio Padrão	Assimetria	Desvio Padrão	Curtose	Desvio Padrão	Diâmetro (mm)	Desvio Padrão
PP	Primavera	2,46	0,20	0,02	0,06	1,02	0,07	0,18	0,02
	Verão	2,62	0,08	-0,04	0,11	1,02	0,08	0,016	0,01
	Outono	2,71	0,05	0,01	0,02	1,13	0,19	0,16	0,02
	Inverno	2,58	0,12	0,08	0,02	0,98	0,17	0,17	0,01

FP	Primavera	2,47	0,06	0,02	0,07	0,97	0,05	0,18	0,01
	Verão	2,56	0,18	-0,08	0,09	1,03	0,13	0,17	0,02
	Outono	2,83	0,09	0,02	0,08	0,92	0,15	0,14	0,01
	Inverno	2,51	0,08	0,07	0,08	0,89	0,10	0,18	0,01
PM	Primavera	2,46	0,20	0,02	0,06	1,02	0,07	0,18	0,02
	Verão	2,44	0,22	-0,03	0,21	0,90	0,13	0,19	0,03
	Outono	2,65	0,18	-0,01	0,06	0,88	0,10	0,16	0,02
	Inverno	2,32	0,12	0,02	0,12	0,94	0,03	0,20	0,02

Segundo os dados da tabela 2, verificou-se a ocorrência de sedimentos de granulometria menor no inverno no setor da praia média, sendo que a maior granulometria foi no outono no setor da face de praia (Figura 10).

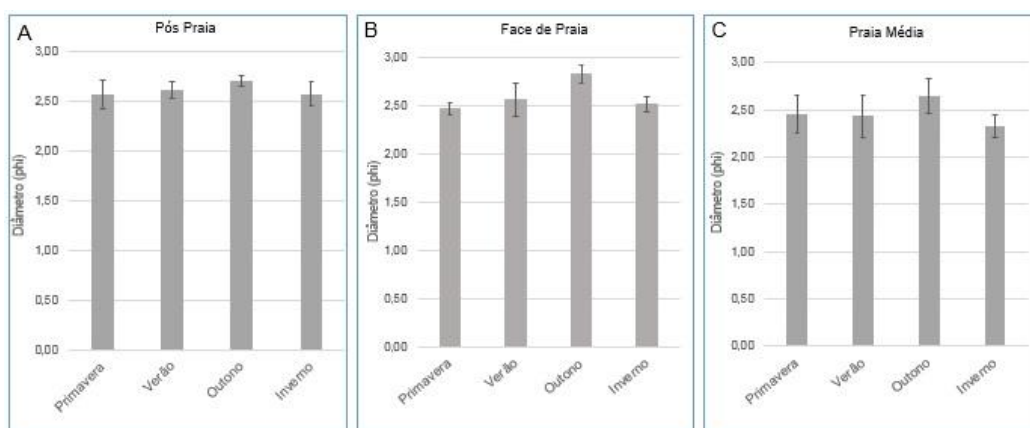


Figura 10: Distribuição do tamanho médio de grãos, com seus respectivos desvios padrão, por estação do ano na praia da Atalaia. A) Pós praia; B) Face de praia e C) Praia média.

Os sedimentos amostrados no PP na praia da Atalaia no período amostral revelaram uma média de 2,62 ϕ , classificando-os como areia fina (100%). O desvio padrão foi de 0,11 classificando o sedimento como bem selecionado (100%). A assimetria relevou variação de -0,06 a 0,24; predominando a classe aproximadamente simétrica (80%) e positiva (20%). Quanto à curtose, o valor médio foi de 1,02, com a predominância da classe mesocúrtica (75%), leptocúrtica (19%) e platicúrtica (6%). O diâmetro médio apresentou uma média de 0,16 mm com desvio padrão de 0,01.

No setor de Face de Praia revelou uma média de 2,56 ϕ de sedimentos, classificando-os como areia fina (100%). O desvio padrão foi de 0,18, classificando o sedimento como bem selecionado (100%). A assimetria relevou variação de -0,14 a 0,20; predominando a classe aproximadamente simétrica (74%), positiva (13%) e negativa (13%). Quanto à curtose, o valor médio foi de 0,94, com a predominância da

classe mesocúrtica (70%), platicúrtica (25%) e leptocúrtica (5%). O diâmetro médio apresentou uma média de 0,17 mm com desvio padrão de 0,02.

Os sedimentos no setor da Praia Média revelaram uma média de 2,49 ϕ , classificando-os como areia fina (100%). O desvio padrão foi de 0,22, classificando o sedimento como moderadamente selecionado (50%) e bem selecionado (50%). A assimetria relevou variação de -0,29 a 0,22; predominando a classe aproximadamente simétrica (70%), positiva (20%) e negativa (10%). Quanto à curtose, o valor médio foi de 0,97, com a predominância da classe mesocúrtica (60%) e platicúrtica (40%). O diâmetro médio apresentou uma média de 0,18 mm com desvio padrão de 0,03.

2.3.4. Características das ondas

A altura de ondas observadas nas praias, variou nas estações do ano entre 0,60m a 0,80m para a praia da Atalaia, sendo que a maior valor constatado foi no inverno e o menor no outono. No mesmo período na praia de Cabeçudas variou entre 0,20m a 0,40m com o maior valor observado no inverno e menor no outono. A partir destes dados foi estimado a altura média de onda de 0,68m para a praia da Atalaia e 0,28m para a praia de Cabeçudas, conforme apresentado na Tabela 3.

Tabela 3: Dados médios \pm desvio padrão (n=0,00) de altura de onda por sazonalidade e anual.

Estação do ano	Atalaia		Cabeçudas	
	Hb (m)	T (")	HB (m)	T (")
Primavera	0,70 \pm 0,15	9,3 \pm 0,72	0,30 \pm 0,32	8,5 \pm 0,36
Verão	0,67 \pm 0,21	8,7 \pm 1,76	0,25 \pm 0,06	7,9 \pm 0,53
Outono	0,60 \pm 0,12	9,9 \pm 1,37	0,20 \pm 0,06	8,2 \pm 0,64
Inverno	0,80 \pm 0,10	8,9 \pm 1,50	0,40 \pm 0,10	8,4 \pm 0,41
Média anual	0,68\pm0,08	9,2\pm0,53	0,28\pm0,09	8,25\pm0,26

2.3.5 Classificação Morfodinâmica

De acordo com Heidrich e Abreu (2012) a praia de Cabeçudas foi classificada como semiexposta, estágio reflectivo e orientada no sentido SE-NW. A quebra das

ondas ocorre de forma ascendente ou mergulhante diretamente na face da praia. A praia é urbanizada e totalmente margeada por um calçadão.

Durante a pesquisa a Praia de Cabeçadas apresentou o parâmetro ômega médio de 0,92, equivalente ao estágio morfodinâmico reflectivo em todas estações do ano (Tabela 4).

Tabela 4: Parâmetro morfodinâmico ômega (Ω) e classificação morfodinâmica da praia de Cabeçadas por sazonalidade e anual.

Escala temporal	Ω	DP	CM
Primavera	0,94	0,22	Reflectiva
Verão	0,97	0,20	Reflectiva
Outono	0,89	0,36	Reflectiva
Inverno	0,99	0,16	Reflectiva
Anual	0,92	0,04	Reflectiva

Ω = Ômega; DP = Desvio Padrão; CM = Classificação Morfodinâmica

A praia do Atalaia foi considerada como dissipativa (baixa declividade) é exposta às ondulações de Nordeste, Leste e Sudeste e orienta-se no sentido SE-NW (HEIDRICH & ABREU, 2012). Pode ser observada a existência de duas a três linhas de arrebentação de ondas, apresentando uma zona de surfe bem desenvolvida com o tipo de arrebentação de ondas predominante deslizante, como característica a praia é cercada por vegetação de restinga e costões rochosos. A praia do Atalaia apresentou um parâmetro ômega médio de 7,30, sendo que em todas as estações do ano foi estabelecido um estágio morfodinâmico dissipativo, (Tabela 5).

Tabela 5: Parâmetro morfodinâmico ômega (Ω) e classificação morfodinâmica da praia do Atalaia por sazonalidade e anual.

Escala temporal	Ω	DP	CM
Primavera	7,12	1,11	Dissipativa
Verão	6,24	1,35	Dissipativa
Outono	8,44	3,57	Dissipativa
Inverno	7,39	3,25	Dissipativa
Anual	7,30	0,91	Dissipativa

Ω = Ômega; DP = Desvio Padrão; CM = Classificação Morfodinâmica

2.3.6 Mapeamento das Correntes de Retorno

Durante o período amostral na praia de Cabeçudas foram registrados 6 locais diferentes com incidência de correntes de retorno (Figura 11 - esquerda), onde segundo Short & Brander (1999), a altura das ondas é um dos fatores determinantes na diminuição ou aumento do número e nas dimensões das correntes de retorno. Durante o verão constatou um total de 15 ocorrências de acidente por arrastamento com maior índice de ocorrências localizado mais ao norte próximo do promontório rochoso somando um total de 6 ocorrências, onde em destaque as correntes com os maiores números de acidentes por arrastamento. O local com a menor ocorrência de arrastamento foi na corrente de retorno localizada no extremo sul da praia, onde não foi constatado ocorrência durante o período analisado.



Figura 11: Locais onde foram registrados as correntes e o número de acidentes por arrastamento na praia de Cabeçudas (esquerda) e praia do Atalaia (direita).

Na praia do Atalaia foram registrados 7 locais diferentes com incidência de correntes de retorno (Figura 11 - direita). Durante o verão constatou um total de 35 ocorrências de acidente por arrastamento, com maior índice de ocorrências na parte central da praia somando um total de 11 ocorrências. O local com a menor ocorrência de arrastamento foi na corrente de retorno localizada no extremo sul da praia, onde não foi constatado ocorrência durante o período analisado.

2.4 Discussão

O comportamento dinâmico nas praias de Cabeçudas e Atalaia no período monitorado confirma uma variação no ambiente praias. Ambos os ambientes estudados apresentaram características diferentes. A praia de Cabeçudas obtém maior urbanização com predomínio de residências e alguns comércios ao longo da orla, enquanto que a praia do Atalaia possui características de menor urbanização, diversificada entre residência e comércio predominante de uso turístico, preservando a vegetação de restinga no setor mais ao Norte próximo ao molhe.

As praias arenosas, de maneira geral, são ambientes em movimento, estando constantemente sujeitos a alterações em suas características, resultantes de variações no regime energético incidente (clima de ondas, marés, ventos, correntes costeiras), na variação do nível d'água (eventos de tempestade e ressacas), e no balanço sedimentar local (SHORT, 1999). Estes fatores condicionam o equilíbrio natural da dinâmica costeira, onde a ocupação antrópica destas áreas com suas infraestruturas e edificações podem interferir nos processos de desequilíbrio, como a erosão, por exemplo.

Podemos inferir que o sistema praias do Atalaia apresenta os maiores valores de volumes sedimentares subaéreo por perfil, em comparação com a praia de Cabeçudas que apresentou os menores valores, refletindo a natureza mais urbanizada desta, sem nenhuma vegetação costeira ou formações dunares que favoreçam a sustentação dos sedimentos, contrastando com a praia do Atalaia apresenta pequenas formações de dunas frontais vegetadas e semi vegetadas, contribuindo para o aumento da retenção de sedimento nestes espaços.

Ambas as praias tiveram o maior volume sedimentar no outono e menor volume na primavera, sendo que a praia de Cabeçudas obteve uma variação de 27% e a Atalaia 19%. Esta dinâmica alternada pode estar relacionada à orientação da linha de costa e à zona de sombra causada pelo promontório sul, que diminui muito a energia de ondas proveniente dos quadrantes sul e sudeste. A diminuição de sedimentos pode ter relação com a alteração do regime energético, onde foi constatado um aumento na alturas das ondas relacionado com a entrada de eventos de alta energia nos meses seguintes, provenientes dos quadrantes leste e nordeste que atinge a região com facilidade.

A largura total dos perfis apresentou os maiores valores na Praia da Atalaia, por

esta ser a de menor declividade média, em torno de $1,8^\circ$ característica de praias com estágio morfodinâmico dissipativo, o que favorece o espalhamento e suavização do perfil. Praias com características refletivas, como Cabeçudas, apresentam as menores larguras em função da alta declividade do perfil transversal, o que favorece o empilhamento do sedimento em uma região mais confinada e próxima do continente, onde estabeleceu uma média de $3,7^\circ$.

A distribuição granulométrica dentro dos perfis amostrados na praia de Cabeçudas apresentou algumas variações, especialmente no setor face de praia ao longo de todos os perfis. Constatou-se uma classificação de areia fina não comum em relação ao estágio morfodinâmico da praia que seria de areia média. Para uma explicação mais precisa faz-se necessário um estudo mais detalhado para diagnosticar o motivo desta situação, no entanto pode ser que seja a interferência do córrego de Cabeçudas que estaria depositando material fino ao longo da praia ou uma grande deposição de material pesado.

Este trabalho teve o total apoio do corpo de Bombeiros de Santa Catarina, onde forneceram orientação na execução das atividades relacionadas as identificações e localização das correntes bem como o número das ocorrências de acidentes por arrastamento.

A arrebentação das ondas, a topografia e a formação de correntes geram condições morfodinâmicas diferenciadas até mesmo ao longo de um mesmo arco praial, onde os estágios morfodinâmicos podem apresentar perigos aos banhistas. Neste estudo a praia da Atalaia com um estágio morfodinâmico dissipativo apresentou um perigo maior em relação a praia de Cabeçudas com estágio morfodinâmico reflectivo.

Na extremidade norte da Praia do Atalaia, a presença do molhe da desembocadura do Rio Itajaí-Açu propicia a formação de uma corrente de retorno predominante, controlada pelo direcionamento das correntes de deriva junto à estrutura. Foi justamente na praia do Atalaia que se obteve o maior índice de ocorrência de acidentes em relação a praia de Cabeçudas. Isto pode ter relação com a quantidade de público usuário, frequência e intensidade das correntes de retorno. Comparando informações do estudo realizado por Berribilli *et al.* (2006), onde no verão de (2002/2003) obteve um total de 142 acidentes na praia do Atalaia, foi constatado uma diminuição significativa de acidentes no período monitorado (2017/2018) obtendo um total de 35 ocorrências. Esta diminuição de ocorrência pode

ter sido estabelecida devida ao aumento de efetivo de Guarda-Vidas nas praias, executando um trabalho muito importante na orientação da prevenção, onde sempre que possível alertam os banhistas do perigo de estarem próximos as correntes de retorno.

Em um estudo realizados em praias Australianas Drozdewski *et al.* (2015, p. 15), representam as correntes de retorno como um risco para as pessoas fracas e sem habilidade de natação cujas as competências são limitadas em águas abertas. A contextualiza o cultural dos frequentadores pode auxiliar visto que mesmo tendo consciência de suas limita es as pessoas entram na  gua. O estudo conclui que esses usur rios precisam levar a sério a ameaça que representam as correntes de retorno, procurando informa es preventivas de segurança, especialmente se pretendem nadar independente de suas habilidades.

Mesmos em áreas com sinaliza es os frequentadores da praia não respeitam as indica es de perigo, sendo possível, em qualquer praia brasileira, observar situa es em que as pessoas estão se banhando em locais de risco. A presença de Guarda-Vidas   muito importante para preven o, sendo que em várias ocasiões são realizadas abordagens, relacionando diretamente com o banhista fazendo com que eles entendam dos riscos.

Conforme Brewster, Gould & Brander (2019, p. 389) as correntes de retorno são os maiores riscos para os banhistas, onde a falta de relatórios consistentes de incidentes em muitos países, muitas vezes se torna difícil quantificar o número de resgates relacionados   corrente de retorno. O Corpo de Bombeiros de Estado de Santa Catarina vem trabalhando na coleta de algumas informa es e o estudo realizado nas praias de Cabeçudas e Atalaia colaborou para acrescentar informa o importantes tanto no número de ocorrências e também na localiza o. Com essas informa es   possível identificar o local mais perigoso e elaborar a es para minimizar as ocorrências de acidentes, com um aumento de efetivo nos dias de mais movimento e adequar uma melhor sinaliza o nos locais mais perigosos.

A ideia de mapear as correntes de retorno surgiu para transcrever informa es importantes para os frequentadores da praia, sendo que os turistas ou até mesmo moradores da região frequentam a praia em horários ou dias em que não há presença de Guarda-Vidas na praia. A coloca o de placas identificando os locais de possíveis presenças de correntes pode alertar os frequentadores dos riscos do local. Com o fruto do trabalho foram geradas placas que pode ser fixadas em pontos estratégicos

com orientações de segurança ao banhistas.

2.5 Conclusões

Os cenários estudados durante estudo apresentaram um padrão de mobilidade similar entre os perfis praias, entretanto, com características individuais. Nas extremidades norte das praias do Atalaia e Cabeçudas ocorreram os locais com as maiores variações do volume sedimentar.

Conforme os resultados e de uma maneira geral, as praias permanecem em equilíbrio, não indicaram uma rotação praial no período estudado. Após as alterações na morfologia das praias, decorrentes eventos de alta energia no sistema praial, acontece a incorporação da fração de sedimento removido pelas ondas, onde a hidrodinâmica local retorna a sua normalidade, sendo que a praia de Cabeçudas é mais susceptível a erosão devido as construções ao longo da orla.

Durante o período monitorado a praia de Cabeçudas apresentou um estágio morfodinâmico reflectivo e a praia do Atalaia um estágio dissipativo. Foi constatado que ao longo das extensões das praias as correntes de retorno surgiram em 6 locais diferentes na praia de Cabeçudas e em 7 locais diferentes na Praia do Atalaia.

A Praia de Atalaia é mais perigosa que a de Cabeçudas em relação as correntes de retorno, devido a presença de obstáculos rochosos e molhes na zona de arrebenção fazem com que haja geração das correntes de retorno controlada por estes, aumentando a periculosidade do local.

O local mais perigoso que ocorreram os maiores índices de acidentes na praia do Atalaia está localizado na parte central entre os promontórios próximo ao perfil 6. Já na praia de Cabeçudas foi nas proximidades do perfil 4 entre os promontórios mais ao norte.

A principal causa de ocorrências de acidentes nas praias foram as correntes de retorno considerada como um fator ambiental predominante.

Por fim, recomenda-se que este estudo seja aplicado em outras praias de modo que permita desenvolver estimativas cada vez mais precisas de correntes de retorno e acidentes, subsidiando os governos locais ou formadores de políticas públicas na elaboração de medidas de mitigação para amenizar os índices de ocorrência de acidentes com afogamentos.

3 PRODUTO DESENVOLVIDO

3.1 Introdução

As praias oferecem diferentes perigos ao banho de mar. Alguns são permanentes, ou seja, nunca mudam de lugar, e uma vez conhecidos podem ser facilmente evitados. Outros não são permanentes e exigem do banhista mais cuidado para que sejam identificados. As correntes de retorno se apresentam como os principais elementos de acidentes nas praias do Atalaia e Cabeçudas.

Durante a temporada de verão os frequentadores recebem orientações dos Guarda-vidas, possibilitando identificar os locais onde surgem as correntes de retorno, sendo que a não orientação pode acarretar em acidentes que muitas vezes pode ser fatal.

Muitas vezes as praias são frequentadas por banhistas sem a presença de Guarda-Vidas não obtendo orientações e informações das áreas de riscos. Pensando neste contexto foram elaboradas placas informativas ilustrando informações e a localização dos pontos onde comumente ocorrem as correntes de retorno.

Com as placas informativas os usuários terão informações das possíveis áreas de riscos durante qualquer período do ano, assim podendo evitar casos de afogamento.

3.2 Metodologia

A localização onde constatou-se a incidência das correntes de retorno foi obtida através de observações diárias com o auxílio dos Guarda-Vidas, onde estes locais eram identificados através de hastes com bandeiras fixadas na areia indicando perigo (figura 12).



Figura 12: Bandeiras localizando as correntes de retorno.

O georreferenciamento dos pontos foi realizado através do uso do GPS Trimble R6 em modo RTK, onde Segundo Bernardi e Ladin (2002), a posição em tempo real – RTK (*Real time Kinematic*) – consiste de dois receptores com frequência simples ou dupla, na qual suas antenas transmitem as correções e/ou observações da estação de referência. O DGPS-RTK processa simultaneamente os dados de dois GPS, produzindo com exatidão as posições em escala de centímetros, ou até milímetros.

Para aquisição dos dados foram realizadas entrevistas diárias com os guarda-vidas a partir do dia 21/12/2017 a 20/03/2018 a fim de identificar e quantificar as ocorrências de acidentes por arrastamento.

3.3 Placa Sinalizadora de Correntes de Retorno

As placas têm o objetivo de auxiliar na segurança pública. A ideia é fixa-las em locais estratégicos onde os usuários quando chegarem a praia possam observa-las. Nela consta informações do perigo das correntes de retorno e as possíveis áreas de incidências.

>> ATENÇÃO <<
CORRENTES DE RETORNO

As correntes de retorno, são definidas como o refluxo do volume de água que retorna para o mar em virtude da força gravitacional e podem alcançar uma velocidade superior a 3 m/s (10,8 km/h).

As correntes podem ocorrer ao longo de toda a praia, mas em alguns pontos elas ocorrem com maior frequência. Observe os locais sinalizados com as bandeiras, e, em caso de dúvidas, peça orientação aos guardas-vidas.

VOCÊ PODE SOBREVIVER A UMA
CORRENTE DE RETORNO
 SABENDO SUAS OPÇÕES.



As correntes de retorno são sinalizadas pelos Guarda-Vidas com o uso de bandeiras vermelhas ou placas de indicação.

Para pedir auxílio, mantenha a calma, levante o braço e peça por ajuda atraindo atenção.

Para sair da Corrente de Retorno, nade paralelamente à praia.

ConsERVE sua energia boiando; utilize a força das ondas para auxiliar no retorno à praia.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA



UNIVALI



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR
SANTA CATARINA



Praia de Atalaia

Legenda

- ▶ Predomínio de Correntes de retorno
- Posto de Guarda Vidas

>> ATENÇÃO <<
CORRENTES DE RETORNO

As correntes de retorno, são definidas como o refluxo do volume de água que retorna para o mar em virtude da força gravitacional e podem alcançar uma velocidade superior a 3 m/s (10,8 km/h).

As correntes podem ocorrer ao longo de toda a praia, mas em alguns pontos elas ocorrem com maior frequência. Observe os locais sinalizados com as bandeiras, e, em caso de dúvidas, peça orientação aos guardas-vidas.

VOCÊ PODE SOBREVIVER A UMA
CORRENTE DE RETORNO
 SABENDO SUAS OPÇÕES.



As correntes de retorno são sinalizadas pelos Guarda-Vidas com o uso de bandeiras vermelhas ou placas de indicação.

Para pedir auxílio, mantenha a calma, levante o braço e peça por ajuda atraindo atenção.

Para sair da Corrente de Retorno, nade paralelamente à praia.

ConsERVE sua energia boiando; utilize a força das ondas para auxiliar no retorno à praia.



INSTITUTO FEDERAL
SANTA CATARINA



UNIVALI



CORPO DE BOMBEIROS MILITAR
SANTA CATARINA



Praia de Cabeçadas

Legenda

- ▶ Predomínio de Correntes de retorno
- Posto de Guarda Vidas

4 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os cenários estudados mostraram o comportamento da morfodinâmica das praias do Atalaia e Cabeçadas, permitindo analisar uma possível relação com diferentes condições energéticas e ocorrência de acidentes relacionados às correntes de retorno.

Colocação de placas indicativas em pontos estratégicos com as características das praias e informações sobre correntes de retorno incluindo os locais de incidência destas correntes alertando assim os banhistas do perigo do local.

5 REFERÊNCIAS

ARAUJO, R. S; SPROVIEIRI, F. C; FREITAS, D; KLEIN, A. H. F. 2010. **Variação da morfologia praial e identificação de zonas de erosão acentuada (ZEA) na Enseada do Itapocorói – SC.** Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, v.14, n.1, p. 29-38.

BABA, J., KOMAR, P.D. 1981. **Measurements and analysis of settling velocities of natural quartz sand grains,** Journal of sedimentary petrology. v.51, p.631-640.

BENEDET FILHO, L. 2000. **Morfodinâmica de praias de enseadas: um estudo do comportamento dos processos de rotação praial.** Trabalho de Conclusão de Curso (Bacharel em Oceanografia) - UNIVALI, Itajaí.

BERNARDI, J. V. E; LANDIM, P. M. B. 2002. **Aplicação do sistema de posicionamento global (GPS) na coleta de dados.** DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Lab. Geomatémática, Texto Didático 10, p. 31.

BERRIBILLI M.P., KLEIN A.H.F., MENEZES J.T. 2006. **Riscos associados ao banho de mar. Estudo de caso da praia do Atalaia, SC.** Revista Brasileira de Geomorfologia, 7: 97-105.

BRANDER, R. W.; SHORT, A. D. 2000. **Morphodynamics of a large-scale rip current system at Muriwai Beach, New Zealand.** Marine Geology, 165, p.27-39.

BRASIL 1998. **Lei nº 7.661**, de 16 de maio de 1998.

BREWSTER, B. C., GOULD, R. E., and Brander, R. W. 2019. **Estimations of rip current rescues and drowning in the United States.** Nat. Hazards Earth Syst. Sci., 19, 389 – 397, <https://doi.org/10.5194/nhess-19-389-2019>.

BULHÕES, E. M. R. 2010. **Condições Morfodinâmicas Associadas a Afogamentos. Contribuição à Segurança nas Praias Oceânicas da Cidade do Rio de Janeiro.** Sociedade & Natureza, Uberlândia, v. 22, nº 1. P. 121-140.

CALLIARI, L. J, KLEIN, A. H. F. 1993. **Características morfodinâmicas e sedimentológicas das praias oceânicas entre Rio Grande e Chuí, RS.** UFRGS. Porto Alegre, p. 48-56.

CALLIARI L. J.; MUEHE, D.; HOEFEL, F. G.; TOLDO, E. E. 2003. **Morfodinâmica praias: uma breve revisão.** Revista Brasileira de Oceanografia, v. -, nº.51, p 63-78.

CAMARGO, M. G. de. 2006. **SysGran: um sistema de código aberto para análises granulométricas do sedimento.** Revista Brasileira de Geociências, v. 36, n. 2, p. 371-378.

CAMFIELD, F. E.; MORANG, A. 1996. **Defining and interpreting shoreline change.** Ocean and Coastal Management, v. 32, n.3, p. 129-151.

DEAN, R. G. 1973. **Heuristic models of sand transport in the surf zone.** In: CONFERENCE ON ENGINEERING DYNAMICS IN THE SURF ZONE. Proceedings. Sydney, Institute of Engineers, p. 208-214.

DROZDZEWSKI, D.; ROBERTS, A.; DOMINEY-HOWES, D.; Brander, R. 2015. **The Experiences of Weak and Non-Swimmers Caught in Rip Currents at Australian Beaches.** Australian Geographer, 46:1, 15-32.

FOLK, R.; WARD, W. 1957. **Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters.** Journal of sedimentary petrology. v. 27, p.3-26.

GIBBS, R.J., MATHEWS, M.D., LINK, D.A. 1971. **The relationship between sphere size and settling velocity,** Journal of sedimentary petrology. v.41, p.7-18.

GOBBI, E. F. 1997. **Gerenciamento Costeiro: Análise de Caso do Litoral do Paraná sob a Perspectiva da Engenharia Costeira.** 312 p. Tese de Doutorado em Engenharia Oceânica, COPPER/URFJ.

GOYA, S. C.; TESSLER, M. G. 2000. **Variações morfológicas espaço-temporais entre as praias de Cibratel e Itanhaém-Suarão, Estado de São Paulo.** Revista Brasileira de Oceanografia, v. 8, n° 2. p. 151-166.

HEIDRICH, C.; ABREU, J.G.N. 2012. **Caracterização das praias de Navegantes e Itajaí (SC) em relação às características sedimentológicas e composição dos minerais leves (Quartzo e Feldspato).** Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology, v.16, n.2, p. 37-49, 2012.

HOEFEL, F. G. 1998. **Morfodinâmica de praias arenosas oceânicas: uma revisão bibliográfica.** Itajaí: Editora da Univali, 92p.

HORN FILHO, N. O. 2006. **Erosão e progradação do litoral brasileiro: ilha de Santa Catarina.** In: MUEHE, D. (Ed.). Erosão e progradação do litoral brasileiro. 2a.ed. Brasília/DF: Ministério do Meio Ambiente. 476p.

KLEIN, A. H. F. 2004. **Morphodynamics of Headland Bay Beaches.** Tese (Doutorado em Ciências do Mar) – Universidade do Algarve, Faro. 450 p.

MELO FILHO, E. 1991. **Projeto Sentinelas do Mar:** instruções para efetuar as observações. COPPE, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 11p.

MENEZES, J.T. 1999. **Aspectos morfodinâmicos das praias do litoral centro-**

norte catarinense. Curso de Oceanografia, Universidade do Vale Itajaí, Itajaí. Monografia de Conclusão de curso.

MOCELLIN, O. 2016. **Salvamento Aquático e Coordenação de Praia.** Corpo de Bombeiros Militar de Santa Catarina. Florianópolis, v.1, 145 p.

OLIVEIRA FILHO, S. R. 2011. **Morfodinâmica associada entre duna, praia e zona submarina como subsídio a adequada ocupação do espaço costeiro na praia do Peró – RJ.** 2011. Tese pós-graduação em Geografia. Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, Ceará.

SHORT, A. D. 1999. **Handbook of beach and shoreface morphodynamics.** Sydney, Australia: Wiley e Sons Ed., p.293-304.

SHORT, A. D. 2000. **Beaches of the New South Wales Coast: a guide to their nature, characteristics, surf and sataty.** Sydney, Australia.

SHORT, A. D. 1985. **Rip current type, spacing and persistence.** Narrabeen Beach, Australia. Mar. Geol. 65, p. 47-71.

SHORT, A. D.; HOGAN, C.L. 1994. **Rip currents and beach hazards: their impact on public safety and implications for coastal management.** Journal of Coastal Research Special Issue, n. 12: Coastal Hazards. Sydney, Australia, p.197-209.

SHORT, A. D.; BRANDER, R. W. **Regional variations in rip density.** Journal of Coastal Research. v.15, p.813-822, 1999.

SUGUIO, K. 1973. **Introdução à Sedimentologia.** Edgard Blücher Ltda./ EDUSP, São Paulo, SP, 317pp.

WRIGHT, L. D. & SHORT, A. D. 1984. **Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis.** Marine Geology, 56, 93-118.

WRIGHT, L. D.; THOM, B. G. **Coastal depositional landforms: a morphodynamic**

approach. Progress in Physical Geography, v. 1, n.3, 1997.