



www.ugb.org.br
ISSN 2236-5664

Revista Brasileira de Geomorfologia

v. 17, nº 2 (2016)

<http://dx.doi.org/10.20502/rbg.v17i2.842>



CARACTERIZAÇÃO MORFOLÓGICA, HIDRODINÂMICA E SEDIMENTAR DAS PRAIAS ABRIGADAS CARDOSO E LAGOA NA BAÍA DE TIJUCAS, BOMBINHAS - SC

MORPHOLOGICAL, HYDRODYNAMIC AND SEDIMENTOLOGICAL CHARACTERIZATION OF SHELTERED BEACHES CARDOSO AND LAGOA IN THE TIJUCAS BAY, BOMBINHAS - SC

Camila Longarete

*Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí
R. Uruguai, n.458, Setor E2, Itajaí, Santa Catarina, CEP: 88.302-901, Brasil
Email: camilalongarete@gmail.com*

Charline Dalinghaus

*Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina
Campus Universitário Trindade, Florianópolis, Santa Catarina, CEP: 88.040-970, Brasil
Email: oc.charline@gmail.com*

José Gustavo Natorf de Abreu

*Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar, Universidade do Vale do Itajaí
R. Uruguai, n.458, Setor E2, Itajaí, Santa Catarina, CEP: 88.302-901, Brasil
Email: gabreu@univali.br*

Informações sobre o Artigo

Recebido (Received):

02/09/2015

Aceito (Accepted):

22/03/2016

Palavras-chave:

Praia; Morfologia;
morfodinâmica; Bombinhas.

Keywords:

Beach; Morphology;
Morphodynamic; Bombinhas.

Resumo:

Este trabalho teve como objetivo a caracterização morfodinâmica e sedimentar das praias abrigadas do Cardoso e da Lagoa, ambas localizadas na baía de Tijucas, ao sul do município de Bombinhas-SC. Para esta caracterização realizaram-se levantamentos topográficos em cinco perfis ao longo de cada praia, coletas de amostras sedimentares e medições visuais da altura e período de ondas. As amostragens ocorreram em saídas de campo com periodicidade sazonal. A partir dos dados de campo, foram analisadas as modificações dos perfis ao longo do período amostral, as variáveis estatísticas do sedimento e os parâmetros ω e ω teórico propostos para praias expostas. As praias também foram classificadas segundo modelos propostos para ambientes protegidos e, por último, calculou-se a forma das praias. Os resultados mostraram que ambas as praias se enquadram na classificação de praias refletivas por apresentarem valor de ω inferior a 1, com granulometria de areia grossa e mais influenciadas pela

maré do que pelas ondas, de acordo com os valores de RTR (entre 3 e 12). Baseado na classificação de ambientes protegidos, as praias apresentaram uma forma côncava, com parâmetro de forma da praia linear devido suas declividades acentuadas.

Abstract:

The present study presents a sedimentological and morphodynamic characterization of Cardoso and Lagoa's sheltered beaches, both located in Tijucas' bay, south of Bombinhas-Santa Catarina, southern Brazil. Five topographic profiles along each beach, sedimentary sampling and visual measurements of heights and period of the waves were carried out with seasonal periodicity. From field data, the profile evolution along the sample period, statistical variables of the sediment and omega parameters and theoretical omega proposed for exposed beaches were analyzed. The beaches were also characterized by proposed model for sheltered environments and finally the beach shape was calculated. The results showed that both beaches are reflective for present omega value less than 1, with coarse sand particle size and more influenced by tides than waves, in accordance with the RTR values (between 3 and 12). Based on sheltered environment's classification, both beaches showed concave profile and linear shape parameter accordingly their steep slopes.

Introdução

Sabe-se que atualmente grande parte da população mundial vive em ambientes costeiros (BIRD, 2011). A crescente procura pelas zonas costeiras, influenciada pelo modelo de Turismo de Sol e Praia, resulta em uma forte pressão sofrida por este ambiente, potencializado ainda em locais sem ordenamento territorial e sem gestão costeira. É, portanto necessário o desenvolvimento de estudos que caracterizem essa região e apontem suas fragilidades para que, em um conjunto de estudos técnicos e decisões governamentais, se alcance o equilíbrio entre a qualidade ambiental e o uso e exploração desses espaços.

Como consequência dessa intensa urbanização, mais de 70% das praias arenosas no mundo estão em processo de erosão, onde a manutenção da linha de costa é prioritariamente associada a três fatores que atuam em diferentes escalas temporais e espaciais: a herança geológica, o modelado quaternário e a ação da dinâmica sedimentar atual (TESSLER; GOYA, 2005; BIRD, 2011). No Brasil já é notável que registros de erosão costeira são mais frequentes que registros de progradação da costa, os quais são associados principalmente à intervenção humana que altera o balanço sedimentar das zonas costeiras com a inserção de obras mal planejadas (MUEHE, 2006).

Sabe-se também que o ambiente praias é um ambiente altamente dinâmico, pois está constantemente sofrendo variações morfológicas resultantes das varia-

ções no regime energético, da variação do nível d'água e desequilíbrios no suprimento sedimentar local (SHORT, 1999). Segundo Wright e Short (1984) esses ambientes variam no tempo de acordo com o clima de ondas e, em especial, das condições ambientais. Dessa forma, para entender o funcionamento das variações morfológicas ocorridas em ambientes praias, é necessário compreender a sua morfodinâmica, ou seja, o ajuste mútuo da topografia e dinâmica do fluido envolvendo o transporte de sedimento (WRIGHT; THOM, 1977; COWELL; THOM, 1994).

A partir do reconhecimento dos processos hidrodinâmicos e morfológicos que controlam as praias, diferentes autores desenvolveram modelos de classificação morfodinâmica de praias (WRIGHT; SHORT, 1984; MASSELINK; SHORT, 1993; HEGGE *et al.*, 1996; KLEIN, 1997). Estes autores estudaram a dinâmica costeira, o grau de exposição da praia, a declividade, o tamanho de grão, a altura e o período de onda e a variação da maré. Estes parâmetros, quando incorporados em equações, descrevem as características do sistema praias (SHORT, 1999).

Dessa forma, Wright e Short (1984) classificaram praias expostas com micromaré em seis estágios morfodinâmicos, sendo dois extremos: Refletivo e Dissipativo; e quatro Intermediários. Já Masselink e Short (1993), incorporando o efeito da maré no modelo anterior, dividiram as praias em sete estágios morfodinâmicos: Refletivo, Intermediário, Dissipativo, Terraço de Baixamar, Banco/Corrente de Baixamar, Ultradissipativo e Transicional

(praia para planície de maré). Posteriormente, Klein (1997) assumiu que a declividade da praia é função de ω , propondo o mesmo intervalo de classificação de Wright e Short (1984). Contudo, apesar do modelo de Wright e Short (1984) ser amplamente utilizado no mundo todo, este, seguido pelos modelos de Masselink e Short (1993) e Klein (1997), foram desenvolvidos para serem aplicados em ambientes expostos.

Por outro lado, Hegge *et al.* (1996) ao estudarem praias consideradas abrigadas e com base nos modelos anteriormente citados, classificaram algumas praias arenosas da costa sudoeste da Austrália em seis estágios morfodinâmicos: Praia Côncava, Íngreme, Plana, Moderadamente Côncava, Moderadamente Íngreme e Praia com Degrau. Praias abrigadas representam uma classe específica de praias, as quais, apesar de possuir muitas semelhanças com praias expostas, desde processos evolutivos até elementos oceanográficos que as modelam, diferem destas por serem protegidas do impacto direto das ondulações de maior energia. Por possuírem barreiras como promontórios, baías ou ilhas que as protegem, estas são menos vulneráveis frente a eventos muito energéticos, como ondas de tempestade (HEGGE *et al.*, 1996).

Frente a estas características, Klein e Menezes (2001) sugerem que para a classificação de praias abrigadas, além de envolver parâmetros como declividade, largura e granulometria, também é necessário introduzir a forma da praia nos parâmetros, equação proposta por Fucella e Dolan (1996).

O Município de Bombinhas, no Estado de Santa Catarina, possui diferentes tipos de praia ao longo de sua costa. Constitui-se como um litoral de muitas protuberâncias, o que faz com que haja presença de praias expostas, semiexpostas e protegidas. Tem o turismo como principal fonte de receita e até então, possuía algumas praias de difícil acesso, sem urbanização em suas cercanias, praias ainda desconhecidas e geograficamente abrigadas.

Em conjunto com mais dez praias, as praias do Cardoso e da Lagoa, fazem parte de uma das três unidades de conservação do município. Categorizada como Área de Relevante Interesse Ecológico - ARIE, a Costeira de Zimbros (BOMBINHAS, 2001) se encontra hoje sob forte pressão ao impacto da construção de um acesso, com a finalidade de ampliação da barragem que abastece o município (O SOL DIÁRIO, 2015).

Dessa forma, o presente trabalho teve como objetivo a caracterização morfodinâmica e sedimentar das praias abrigadas do Cardoso e da Lagoa através do modelo de classificação proposto por Hegge *et al.* (1996). Como complemento ao estudo, as mesmas também foram classificadas de acordo com Wright e Short (1984), Masselink e Short (1993), Fucella e Dolan (1996) e Klein (1997).

Área de estudo

As praias do Cardoso e da Lagoa situam-se na baía de Tijucas, ao sul do município de Bombinhas-SC. Com uma área de 110 Km² (SCHETTINI; KLEIN, 1997) a baía de Tijucas é uma grande enseada com inúmeras praias, incluindo a enseada de Zimbros ao norte, sendo esta abrigada da incidência de ondas pela península de Porto Belo ao norte, e pela ilha de Santa Catarina e pela península de Ganchos ao sul (SCHETTINI; CARVALHO, 1998). As praias estudadas localizam-se a sudoeste da enseada de Zimbros, onde há ainda a presença de outras praias arenosas de pequena extensão (Figura 1).

Segundo Fitzgerald *et al.* (2007) o setor centro-norte de Santa Catarina, onde se localiza a área de estudo, é caracterizado pela presença de promontórios rochosos, baixo relevo e pequenas ilhas, que possuem planícies costeiras segmentadas por sedimentos costeiros, campos de dunas e sequências fluviais com alguns deltas de pequeno porte. Neste setor, os depósitos quaternários predominantes correspondem às planícies aluviais dos rios Tijucas e Itajaí-Açu, cujas feições sedimentares compreendem sequências fluvio-marinhas, marinhas, terraços arenosos, aluviões, mangues, além do sistema laguna-barreira do rio Itapocu. Localizada ao norte de Florianópolis, a área de estudo sofre um bloqueio da ação das ondas pelas ilhas da Reserva Biológica Marinha do Arvoredo e pela ilha de Santa Catarina (Florianópolis). Este bloqueio associado com o aporte sedimentar do rio Tijucas propicia a deposição de sedimentos lamosos na região da bacia hidrográfica, região esta que compreende as praias do Cardoso e da Lagoa (ABREU, 1998).

De forma geral, o litoral de Santa Catarina se caracteriza por possuir um regime de micromaré mista, com predominância semidiurna, de variação entre 0,4 a 1,2m, nas marés de quadratura e sizígia respectivamente, podendo alcançar até 1,0m acima do nível previsto em condições de marés meteorológicas (TRUCOLLO,

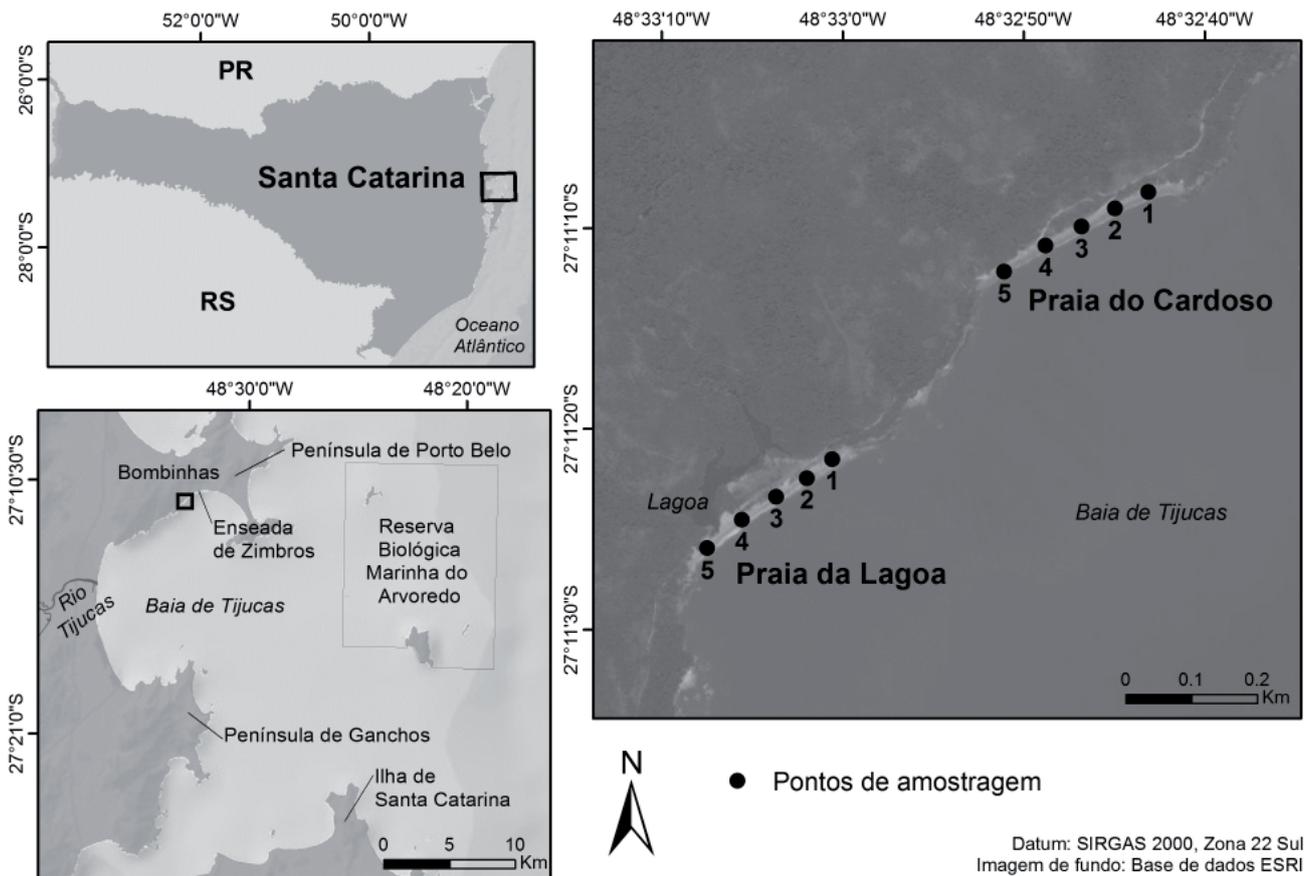


Figura 1 - Localização da área de estudo.

1998; TRUCOLLO *et al.*, 2006). As condições de mar são bem definidas nessa região, apresentando um espectro bimodal com ondas do tipo vagas (*sea*) provenientes de leste com período de 8s e altura média significativa de 1,25m, e marulhos (*swell*) oriundos de sul com período de onda de 12s, aumentando a altura de onda do verão para o inverno, variando de 1,25 a 2,0m (ARAÚJO *et al.*, 2003).

Metodologia

Ambas as praias foram divididas em cinco setores de amostragem com perfis espaçados 60 metros entre si sobre os quais foram localizados os pontos de coleta sedimentar estendidos entre a região do pós-praia até a praia média (ver Figura 1). No total, 10 perfis foram monitorados nas duas praias, nos três meses observados, abril, junho e setembro de 2011, de forma que a variabilidade sazonal fosse bem representada durante o período de estudo.

Determinação da morfologia do perfil praial

Dados topográficos de perfil praial foram coletados a partir da transferência de um RN (Referencial de Nível) conhecido para a área de estudo. Desta maneira, possibilitou-se referenciar todos os dez perfis com o nível do mar. Para tal, utilizou-se de um DGPS (*Differential Global Position System*), de precisão milimétrica, operando no modo RTK (*Real Time Kinematic*).

Para aquisição dos perfis foi utilizada uma estação total marca *TOPCON GPT-7500* e um prisma óptico. O método consiste inicialmente em posicionar a estação total entre os pontos centrais da praia e fazer uma bisseção para leitura em dois RNs conhecidos da praia gerando uma triangulação entre os pontos conhecidos e a estação. Após a bisseção, com a estação localizada no centro da praia, é feita a leitura dos demais pontos ao longo do perfil, iniciando com o RN (inserido com o DGPS) e depois, com espaçamentos de aproximadamente 1,0m, é realizada a leitura dos próximos pontos até chegar à profundidade de -1,0m em relação ao *datum* vertical do IBGE.

Posteriormente, os dados foram processados em

software de planilha eletrônica, onde foram transformadas as coordenadas (x, y e z) em distâncias horizontais através da fórmula de hipotenusa.

Por fim, a declividade do perfil foi obtida por trigonometria, regra do triângulo retângulo, onde a largura da praia é o cateto adjacente e a cota, o cateto oposto. Neste trabalho foi utilizado todo o comprimento do perfil para a extração do ângulo, desde a pós-praia até a praia média.

Cálculo da variação de volume sedimentar

Com os perfis praias estabelecidos são realizados cálculos para obter o volume de areia de cada perfil, bem como analisadas as variações dos volumes quando comparados todos os perfis.

A realização dos cálculos de volume e largura de cada perfil foi realizada através do software BMAP – *Beach Morphology Analysis Package* (USACE, 1995), interpolando os dados de distâncias a cada 0,5m. O volume expresso em m³/m consiste no valor da área transversal do perfil praias realizado através da aplicação do método das integrais definidas (Equação 1).

$$Volume = \int_{x_0}^{x_1} y \cdot dx \quad (\text{Eq. 1})$$

onde x_0 = largura inicial do perfil, x_1 = largura final do perfil e y = altura do perfil.

Sedimentologia

Concomitantemente com a medição dos perfis, foram coletadas amostras de sedimento nos subambientes: pós-praia, face da praia e praia média de cada perfil.

O período de coleta correspondeu à 3 campanhas, entre abril e setembro, totalizando 90 amostras de sedimento em diferentes estações do ano. Por se tratar de ambientes arenosos, seu processamento amostral foi realizado pelo método das peneiras proposto por Suguio (1973). O sedimento coletado passou por processos de lavagem, secagem e quarteamento de subamostras. Destas subamostras foram retirados 40g que em seguida foram despejadas em um conjunto de peneiras de intervalos de $\frac{1}{2}$ phi (Φ) na escala de Wentworth (1922) e agitadas por períodos de 10min. Após o peneiramento as amostras foram pesadas em balança analítica com precisão de 0,0001g e classificadas por meio do software

SIGA 2.0 para classificação granulométrica (MALLET; DAZZI, 2002).

Por fim, as análises estatísticas referentes ao diâmetro médio do grão, desvio padrão, assimetria e curtose foram realizadas para a classificação do grau de seleção proposta por Folk e Ward (1957). Todos os valores são representados pela escala phi (ϕ) de Krumbein (1934), os quais foram convertidos através da escala de Wentworth para milímetros ($mm = 2^{-\phi}$).

Classificação morfodinâmica

Estimativas visuais de altura de onda na arrebentação e período médio das ondas serviram como subsídios para a análise morfodinâmica.

A classificação de praias abrigadas proposta por Hegge *et al.* (1996) foi realizada através da descrição da curvatura e declividade dos perfis praias e também do tamanho do sedimento encontrado.

O modelo proposto por Wright e Short (1984) utiliza o parâmetro adimensional ômega (Ω) para a classificação das praias, sendo este calculado a partir da Equação 2:

$$\Omega = H_b / W_s T \quad (\text{Eq. 2})$$

onde H_b é a altura da onda na arrebentação, W_s é a velocidade de decantação da partícula e T , o período da onda. W_s foi calculada a partir do tamanho médio de grão segundo Gibbs *et al.* (1971).

De acordo com Wright e Short (1984), os limites de Ω classificam as praias em refletivas ($\Omega \leq 1,5$), intermediárias ($1,5 < \Omega < 5,5$) e dissipativas ($\Omega \geq 5,5$).

Para a classificação de Masselink e Short (1993), com os valores de altura de onda (H_b) e os valores de maré (TR) obtidos pelas tábuas de maré da Marinha do Brasil, foi calculado o parâmetro RTR (Equação 3).

$$RTR = TR / H_b \quad (\text{Eq. 3})$$

Já Klein (1997), desenvolveu um parâmetro indireto, o ômega teórico (Ω_t) para determinar os estágios morfodinâmicos de praia, obtidos através de valores de declividade do perfil praias, Equação 4:

$$\Omega_t = 0,0225 / (\tan\beta)^2 \quad (\text{Eq. 4})$$

onde $(\tan\beta)^2$ é a declividade do perfil praial.

E, por fim, para a classificação da forma da praia (F) aplicou-se a equação proposta por Fucella e Dolan (1996) (Equação 5).

$$F = V/L * hmáx \quad (\text{Eq. 5})$$

onde V é o volume da praia, L é a largura da praia e $hmáx$ é a cota máxima do perfil.

Resultados

Praia do Cardoso

Morfologia

A praia do Cardoso, por localizar-se dentro da baía de Tijucas e estar entre dois pequenos promontórios, não sofre com a incidência direta de ondas de alta energia. Seu valor de altura de onda foi de 0,15m e período de 8,1s. Estes valores são similares aos encontrados por Klein e Menezes (2001) para a praia de Zimbros, situada, também, na baía de Tijucas.

A praia do Cardoso seguiu um mesmo padrão morfológico com valores de largura semelhantes para as três campanhas (Tabela 1; Figura 2) apresentando uma média de 24m. Comparando as três campanhas, apenas em setembro se observou maior diferença no que diz respeito ao volume de areia. Já no mês de junho foram encontrados os menores valores para o volume de sedimentos depositados.

De modo geral os perfis apresentaram poucas variações entre as campanhas exceto o perfil 1. Esta praia demonstrou um comportamento de acreção e erosão sedimentar entre os perfis dos extremos norte e sul durante os três meses amostrados. Ao visualizar a Figura 2, percebe-se que os perfis 1 e 2 apresentam comportamento inverso ao 4 e 5. Na campanha de abril,

estes apresentaram maior volume que nas campanhas de junho e setembro. Já os perfis 4 e 5, no mês de abril apresentaram menor volume que nos meses de junho e setembro. Enquanto isso, o perfil 3 se manteve estável.

O volume médio de sedimento das três coletas foi de 37,31m³/m, apresentando maior volume na campanha do mês de setembro, mês este que apresentou também maior valor de largura. Já, de acordo com os valores obtidos no levantamento topográfico, a declividade dos perfis é acentuada, com valor médio de 8,23°. Neste parâmetro as campanhas também não apresentaram expressiva variação (Tabela 1).

Sedimentologia

A análise granulométrica demonstrou que a praia do Cardoso apresenta grau de selecionamento pobremente selecionado, média do diâmetro do grão de 1,0mm, assimetria positiva e curva de frequência leptocúrtica.

Na Figura 3 é demonstrada a composição granulométrica das três divisões praias para as diferentes campanhas de campo. Os tamanhos de grãos do pós-praia (Figura 3a) variam entre areia fina e grossa, com predomínio de areia fina. A granulometria da face da praia (Figura 3b) também possui variação entre areia fina e grossa, já o sedimento da praia média (Figura 3c) varia entre areia fina a muito grossa.

A análise sedimentológica como um todo, apontou que a praia do Cardoso possui na sua composição granulométrica predomínio de areia grossa, com considerável variação entre os subambientes praias.

Morfodinâmica

Os parâmetros RTR (Tabela 2) indicam que a praia do Cardoso é dominada pela ação da maré de acordo com Masselink e Short (1993), apresentando terraço

Tabela 1: Largura, cota máxima do perfil e volume médio da praia do Cardoso para as três campanhas.

Campanhas	Largura (m)	hmáx (m)	Volume médio (m ³ /m)	Declividade (β)
18/abr	23,74	3,45	36,9	8,28
16/jun	23,95	3,45	35,6	8,30
26/set	24,31	3,45	39,43	8,12
Média	24	3,45	37,31	8,23

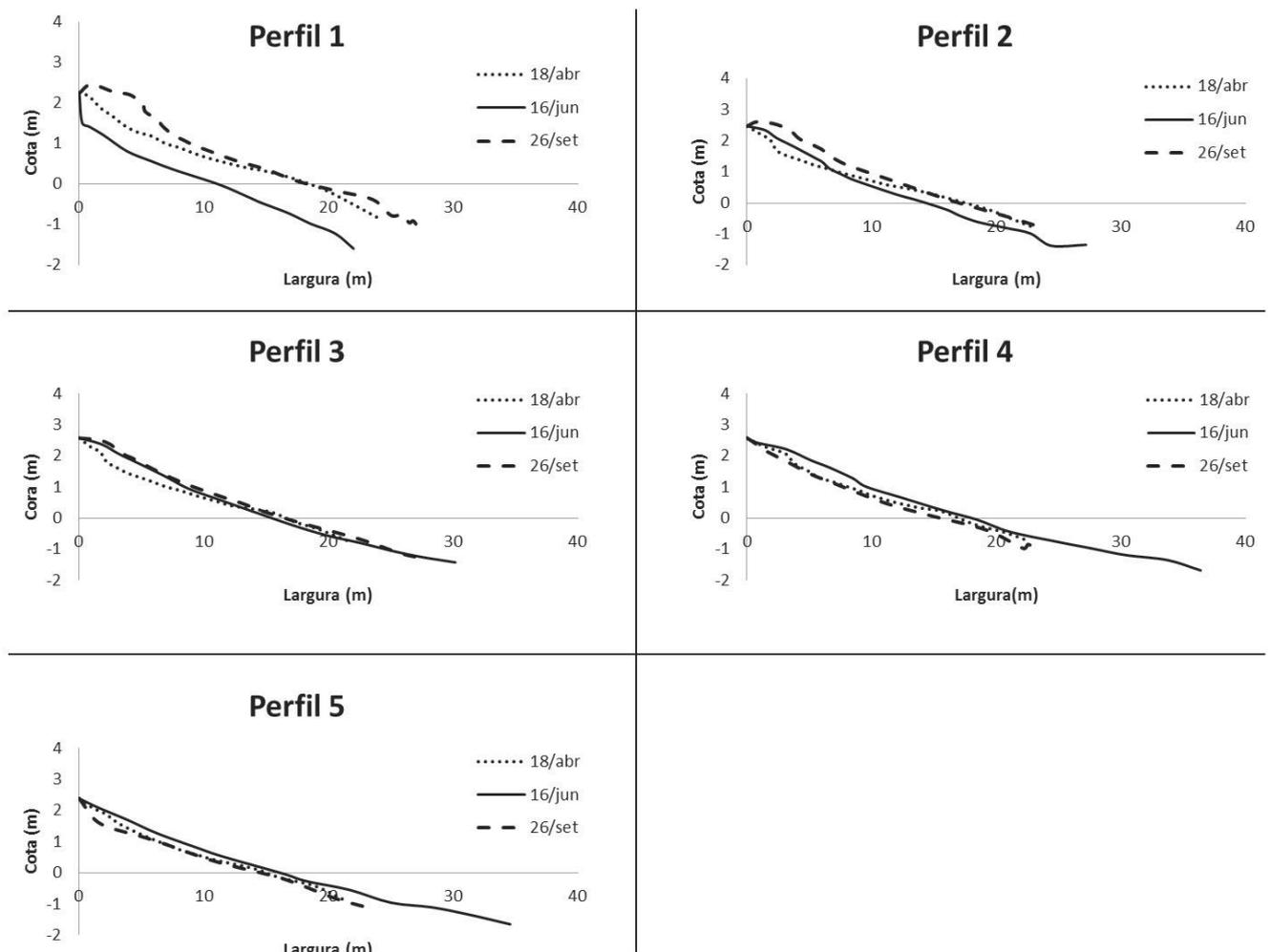


Figura 2 - Levantamento topográfico dos cinco perfis realizados na praia do Cardoso.

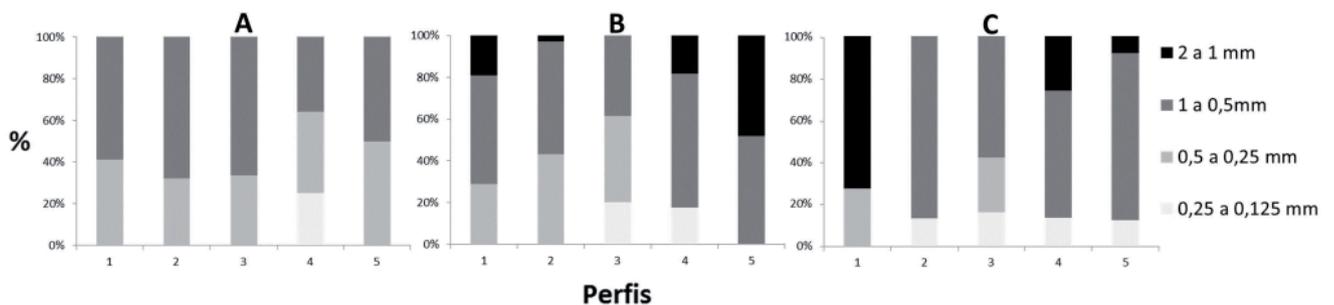


Figura 3 - Análise granulométrica dos cinco perfis estudados no (A) Pós Praia; (B) Face da Praia e; (C) Praia Média; na praia do Cardoso.

de baixamar.

A praia apresenta ainda parâmetro ômega de 0,6. Tais valores se enquadram na literatura proposta por Wright e Short (1984) na qual relacionam baixa altura de onda com alta declividade e sedimento grosso. Já o

parâmetro ômega teórico classificou esta praia como intermediária.

Ao analisar a praia com base na literatura proposta por Hegge *et al.* (1996) para praias abrigadas, nota-se que a praia do Cardoso apresenta características

Tabela 2: Parâmetros morfodinâmicos encontrados na praia do Cardoso. Valores médios das três campanhas.

RTR	4,67	Terraço de baixamar
Média maré	0,7	
Hb(m)	0,15	Praia Refletiva
T(s)	8,1	
Ω	0,6	
Ωt	1,07	Praia Intermediária
F	0,45	Praia Linear

similares às praias de perfil côncavo, pois apresentam declividade linear, com zona submersa também íngreme. Na classificação de Hegge *et al.* (1996), praias de perfil côncavo apresentam tamanho médio de grão de 0,26mm variando de mal a bem selecionado. Neste caso os resultados não apresentam o mesmo comportamento na praia do Cardoso.

Na análise do parâmetro forma de praia (F), a praia do Cardoso apresentou valores similares para as três campanhas com uma média de 0,45 (ver Tabela 2) o que, de acordo com Fucella e Dolan (1996), são valores característicos de praias lineares.

Praia da Lagoa

Morfologia

Localizada ao lado da praia do Cardoso, a praia da Lagoa possui as mesmas características de regime de marés, com pequena diferença na energia de ondas. De acordo com as observações feitas em campo, possui um tamanho médio de onda de 0,12m e um período de 6,4s, valores menores que a praia do Cardoso.

A largura média da praia da Lagoa foi de 25,46m, sem variação expressiva entre as três campanhas (Tabela 3). Já os perfis demonstraram menor variação entre si, exceto entre os perfis 4 e 5 (Figura 4). Tais perfis estão localizados justamente ao lado de um pequeno corpo

lagunar, região que passou pelas maiores modificações observadas ao longo do período de coleta. Possivelmente está relacionado à ocorrência de algum evento de alta energia ocorrido no mês de setembro que rompeu a barra da lagoa conectando-a ao mar, o que provocou um substancial aumento da declividade da berma existente neste perfil. É possível visualizar uma leve tendência de deposição sedimentar na porção sul e perda de sedimentos na porção norte da praia. Também foi observada uma alta concentração de minerais pesados no extremo norte praiial.

Ao tratar-se do volume, com valor médio de 47,15m³/m, houve certa variação, essencialmente na campanha do mês de setembro, com significativa diminuição do pacote sedimentar. Com respeito à declividade praiial o valor médio foi de 9,16° com variação inexpressiva entre os períodos amostrais.

Sedimentologia

A granulometria dessa praia apresentou valores bem similares entre os perfis, com média do tamanho de grão de 0,6mm. O grau de selecionamento foi moderadamente selecionado, assimetria negativa tendendo para sedimento grosso. A curtose apresentou valores que a caracterizam com curva de frequência mesocúrtica.

A Figura 5 demonstra a granulometria média para o pós-praia, face da praia e praia média para as

Tabela 3: Largura, cota máxima do perfil e volume médio da praia da Lagoa para as três campanhas.

Campanhas	Largura(m)	hmáx	Volume médio(m ³ /m)	Declividade (β)
18/abr	25,89	4,05	48,93	8,95
16/jun	25,51	4,05	48,62	9,16
26/set	24,96	4,05	43,91	9,35
Média	25,46	4,05	47,15	9,16

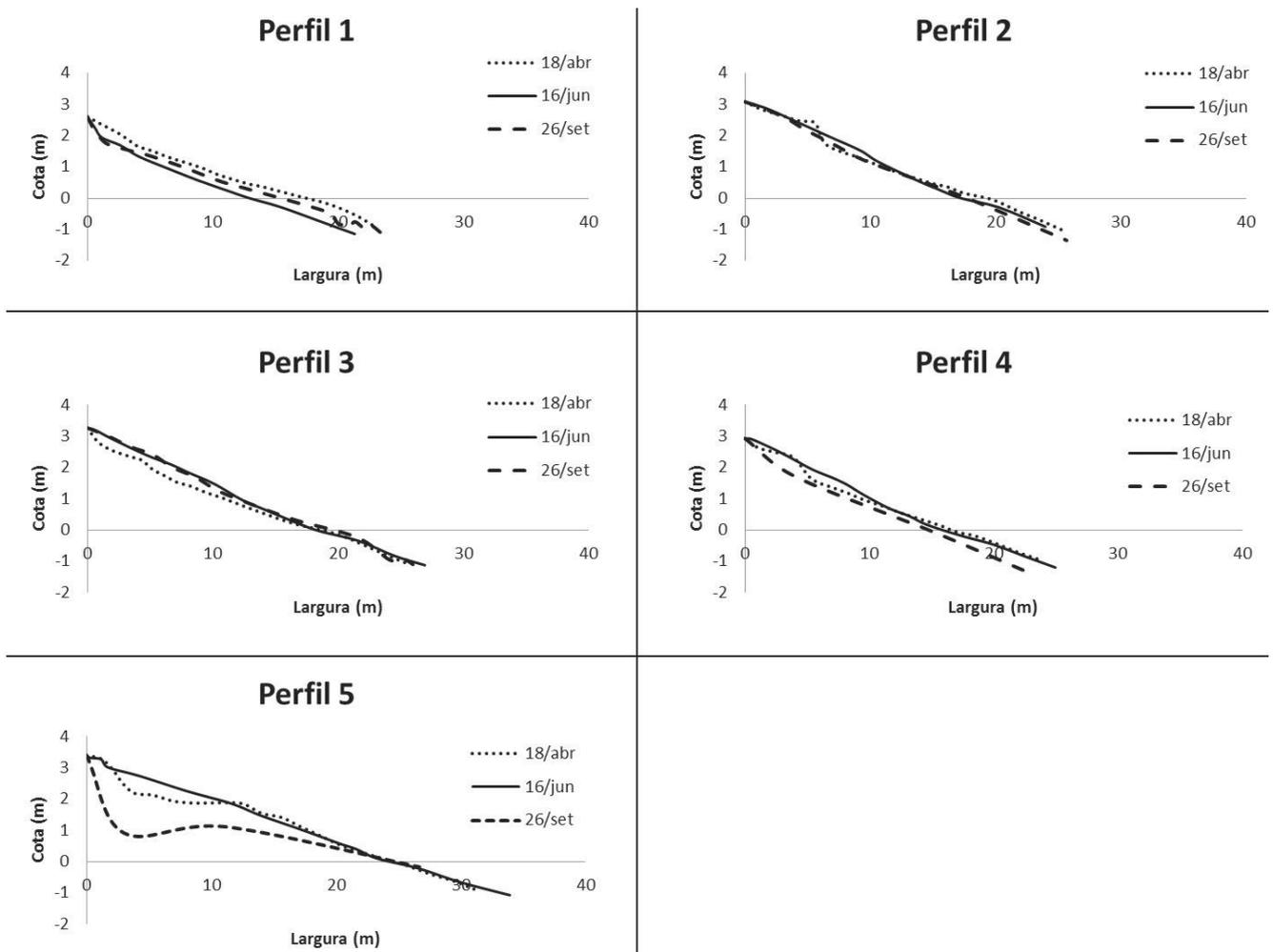


Figura 4 - Levantamento topográfico dos cinco perfis realizados na praia da Lagoa.

três campanhas de campo. Pode-se observar que a granulometria varia desde areia fina até areia muito grossa, com predomínio de areia grossa para as três porções da praia, variando apenas a concentração das diferentes classes em cada perfil.

Na praia do Cardoso, a granulometria da praia da Lagoa apresentou predomínio de areia grossa, com certa variação entre os subambientes, porém menos significativa.

Morfodinâmica

De acordo com a Tabela 4 o parâmetro RTR se mostra em concordância com a literatura, pois é uma praia protegida que sofre pouca influência das ondas, portanto é mais influenciada pela maré (MASSELINK; SHORT, 1993). É classificada como tipo refletivo de praia de acordo com os parâmetros ômega e ômega teórico.

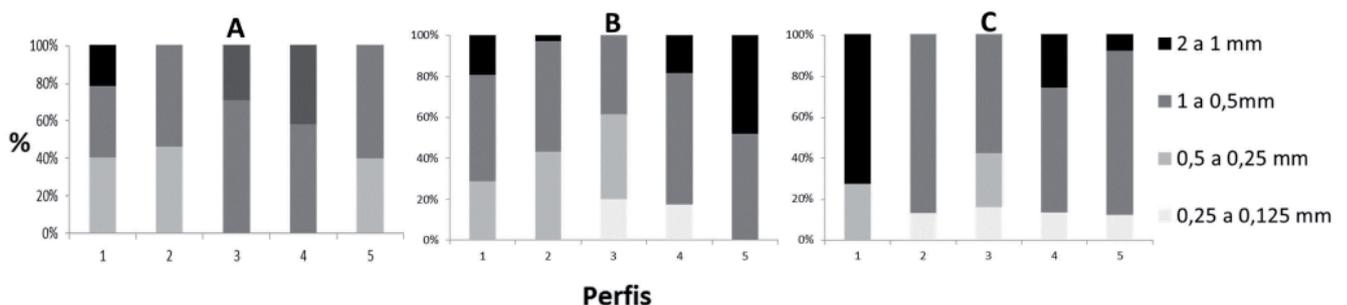


Figura 5 - Análise granulométrica dos cinco perfis estudados no (A) Pós Praia; (B) Face da Praia e; (C) Praia Média; na praia da Lagoa.

Tabela 4: Parâmetros morfodinâmicos encontrados na praia da Lagoa. Valores médios das três campanhas.

RTR	5,8	Terraço de baixamar
Média maré	0,7	
Hb (m)	0,12	Praia Refletiva
T(s)	6,4	
Ω	0,1	
Ωt	0,86	
F	0,46	Praia Linear

Pelas análises em campo e visualizando os gráficos dos perfis praias (ver Figura 4) chegou-se ao resultado de que a praia da Lagoa se encaixa no estágio morfodinâmico de praia côncava, de acordo com Hegge *et al.* (1996). É uma praia que possui perfil linear, tanto na pós-praia como na face da praia, com pequena zona de espraiamento.

Por fim, o parâmetro forma de praia, com média de 0,46, apresentou valores aproximados nas três campanhas, porém, ambos pertencentes à classificação de praias lineares (ver Tabela 4).

Discussão

A baía de Tijucas é um ambiente de baixa hidrodinâmica uma vez que está protegida da incidência direta de ondas de alta energia. Por ser protegida ao sul pela ilha de Santa Catarina e península de Ganchos e, ao norte, pelo promontório do Canto Grande, ambas as praias apresentaram baixa altura de onda. Valores similares foram encontrados por Klein e Menezes (2001) para a praia de Zimbros, localizada na mesma baía.

Conforme os dados analisados, não houve variações expressivas entre o volume de areia dos perfis. Porém, como se trata de ambientes praias que tem como característica principal seu dinamismo natural, se percebe algumas variações sutis. Estas podem estar relacionadas com a maior ocorrência de eventos de tempestade no período de inverno (RUDORFF *et al.*, 2014) que faz com que haja perda do sedimento da porção subárea da praia para a região submersa.

A praia do Cardoso apresentou valores inversos de deposição entre os perfis da segunda coleta de dados em relação à primeira e última. Ao comparar os perfis 1 e 5 do segundo campo com os outros dois campos, é possível visualizar esta variação de deposição. Tal comportamento pode indicar um processo de rotação praias em pequena escala sazonal, o qual consiste em

uma deposição de sedimento na porção oposta à que recebe maior energia de ondas. Com a mudança da direção do clima de ondas de uma estação para outra, esta deposição ocorrerá na porção contrária (SHORT; MASSELINK, 1999). Outros trabalhos observaram o fenômeno da rotação praias nas praias de Santa Catarina (KLEIN *et al.*, 2002; MAZZER; DILLENBURG, 2009) mas em maior escala e com maior período de dados.

Já na praia da Lagoa, a alta concentração de minerais pesados, ao norte da praia, pode explicar a leve tendência que esta praia apresenta em progradar ao sul e retrair ao norte. Barros *et al.* (2005) encontraram uma relação entre erosão e presença de minerais pesados em um trabalho realizado no litoral norte e médio do Rio Grande do Sul. Porém, é necessário mais estudos para compreender se o mineral pesado é um indicativo de erosão, ou se simplesmente a área é um ambiente de sedimentação desses minerais devido à proximidade de áreas fonte.

Com relação às análises granulométricas, ambas as praias possuem predominância da fração areia grossa. Não houve diferença significativa de distribuição de tamanho de grão entre os subambientes, mas foi possível perceber uma leve tendência de deposição de sedimentos mais grossos na praia média e face da praia. São regiões submetidas à maior mobilização do sedimento fino, sobretudo na face da praia, onde ocorre a quebra de onda. Este processo facilita deposição dos sedimentos grossos, o que tende a melhorar o grau de seleção desta fração da praia (EDWARDS, 2001). Suguio (1973) afirma que o grau de seleção possui uma dependência considerável com o modo de transporte, ou seja, a seleção é diretamente proporcional à intensidade do agente transportador. O autor afirma também que, de modo geral, quanto maior o tamanho de grão, maior o grau de seleção. Por certo, a praia do Cardoso apresentou o mais baixo grau de seleção visto que suas frações de tamanho variaram de areia fina a

muito grossa em comparação com a praia da Lagoa, o qual teve variação de areia média a muito grossa.

O fato de ambas as praias estarem sob reduzida interferência das ondas refletiu em seus valores de RTR, os quais indicaram que os ambientes estudados são mais influenciados pela maré do que pelas ondas. Mesmo pertencendo a uma região de regime de micromarés, em praias protegidas, como neste caso, a maré acaba sendo o parâmetro de maior influência na dinâmica costeira. Para Klein *et al.* (2010) além da maré, apenas a difração de ondas ou ondas geradas localmente podem influenciar a dinâmica de praias abrigadas.

Os valores apresentados de declividade acentuada, baixa altura de onda e sedimento grosso se encaixam na literatura proposta por Wright e Short (1984), a qual caracteriza como praias refletivas praias que possuem valores similares às variáveis descritas. Desta maneira, praias abrigadas com baixa variação de volume entre os perfis topográficos, com sedimento de maior granulometria e alta declividade, estão propensas a demonstrar um perfil mais estável, características de praias refletivas (SHORT, 1999; KLUMB-OLIVEIRA *et al.*, 2015).

Ao comparar os resultados do ω e ω teórico houve uma discrepância entre os resultados da praia do Cardoso, a qual, segundo o ω teórico, foi classificada como intermediária, muito embora seu valor fique muito próximo do limite entre refletiva e intermediária. Como não são limites estritos pode-se assumir que tal resultado está em concordância entre os dois parâmetros (e.g. NICOLODI; TOLDO JR., 2002).

De acordo como o modelo de classificação de Hegge *et al.* (1996) desenvolvido para praias abrigadas, a presente relação entre declividade alta e perfil linear, zona submersa também íngreme, uma pequena zona de espraiamento e a configuração dos perfis, caracterizam as praias estudadas como de perfis íngremes e côncavos. Porém, grande parte de suas variáveis demonstram-se mais condizentes com o perfil côncavo. Esta similaridade entre estes perfis também foi encontrada em trabalhos realizados em praias de Santa Catarina como Zimbros, Cabeçadas, Estaleiro entre outras, e na baía de Pittwater -Sidney (Austrália) por Derntl (2002) e Cassiano (2005), respectivamente.

Hegge *et al.* (1996) compararam sua classificação com a de Wright e Short (1984), na qual praias íngremes e planas são tipos que correspondem à ambientes expostos de alta energia, equivalentes as refletivas e

dissipativas, respectivamente. Já as praias classificadas como côncavas, moderadamente côncavas, moderadamente íngremes e com degrau, pertencem ao grupo de ambientes com baixa energia de onda.

O tamanho de grão encontrado não foi compatível com os encontrados por Hegge *et al.* (1996) para o mesmo grupo de praias. Por sua vez, o autor não encontrou uma boa relação entre a morfologia e o tamanho médio do grão em praias protegidas.

Fucella e Dolan (1996), ao analisarem as formas de praia, sugerem uma relação entre praias de perfil côncavo com estágio morfodinâmico dissipativo e praias de perfil convexo, com estágio morfodinâmico refletivo. No presente caso, não foi possível observar tal relação, visto que ambas as praias são lineares e se classificam como refletivas. Klein e Menezes (2001) ao estudarem algumas praias de enseadas no litoral de Santa Catarina, também não encontraram esta relação, relatando inclusive que para o caso de praias abrigadas sua classificação deve ser mais centrada na análise dos parâmetros morfológicos em si, do que incluir variáveis externas a estes ambientes. Da mesma forma Sanderson *et al.* (2000), com estudos realizadas baseados no modelo de Hegge *et al.* (1996), não encontraram forte relação entre a morfologia praial e a dinâmica costeira, o qual ressalta que a herança geológica é o maior responsável pelo perfil praial.

Mesmo que para alguns autores a classificação de praias abrigadas não necessite de análises de parâmetros litorâneos, Masselink e Pattiaratchi (2000) afirmam que a aplicação do parâmetro ω serve para avaliar se determinadas praias encontram-se em processos de erosão, independente do grau de exposição.

Assim sendo, embora esteja se tratando de praias abrigadas, no presente trabalho os parâmetros ω , ω teórico, RTR e a classificação desenvolvida por Hegge *et al.* (1996) descreveram bem os estágios morfodinâmicos das praias do Cardoso e da Lagoa, estando os quatro parâmetros em acordo com as tipologias que as caracterizaram.

Referências Bibliográficas

ABREU, J.G.N. **Contribuição à sedimentologia da plataforma interna de Santa Catarina entre a foz dos rios Tijucas e Itapocu**. 1998. 62f. Dissertação (Mestrado em Geologia e Geofísica Marinha) - Instituto de Geociências, Universidade

- Federal Fluminense, Niterói, 1998.
- ARAUJO, C.E.S.; FRANCO, D.; MELO, E.; PIMENTA, F. Wave Regime Characteristics of the Southern Brazilian Coast. In: INTERNATIONAL CONFERENCE ON COASTAL AND PORT ENGINEERING IN DEVELOPING COUNTRIES (COPEDEC), 6., 2003, Colombo, Sri Lanka. **Anais...** [S.I.:s.n.], 2003. CD-ROM.
- BARROS, C.E.; TOLDO JÚNIOR, E.; RIZZARDO, R. Concentração de minerais pesados das praias do litoral norte e médio do Rio Grande do Sul: Relações entre deriva litorânea e processos erosivos. **ABEQUA**, 10., 2005, Guarapari - ES. **Anais...** Guarapari: 2005.
- BIRD, E.C.F. **Coastal geomorphology: An Introduction**. 2. ed. Chichester: John Wiley & Sons, 2011. 436p.
- BOMBINHAS. Decreto nº 418 de 20 de junho de 2001. Dispõe a criação da Área de Relevante Interesse Ecológico-ARIE, na Costeira de Zimbros. Câmara Municipal de Bombinhas, Bombinhas, Santa Catarina, Brasil.
- CASSIANO, G.F. **Análise espacial da morfodinâmica de seis praias com diferentes níveis de exposição de ondas**. Baía de Pittwater- Sidney- Austrália. 2005. 55f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) - Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2005.
- COWELL, P.J.; THOM, B.G. Morphodynamics of coastal evolution. In: CARTER, R.W.G.; WOODROFFE, C.D. (Org). **Coastal Evolution: Late Quaternary Shoreline Morphodynamics**. Cambridge: Cambridge University Press, 1994. p.33-86.
- DERNTL, J.R. **Morfologia de praias arenosas protegidas do litoral de Santa Catarina: Baías, enseadas e lagunas**. 2002. 84f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Oceanografia) – Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí, 2002.
- EDWARDS, A.C. Grain Size and Sorting in Modern Beach Sands. **Journal of Coastal Research**, v.17, n.1, p.38– 52, 2001.
- FITZGERALD, D.M.; CLEARY, W.J.; BUYNEVICH, I.V.; HEIN, C.J.; KLEIN, A.H.F.; ASP, N.; ANGULO, R. Strandplain evolution along the southern coast of Santa Catarina, Brazil. **Journal of Coastal Research**, SI 50, p.152-156, 2007.
- FOLK, R.L.; WARD, W.C. Brazos River Bar: A Study in the Significance of Grain Size Parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.27, p.3- 26, 1957.
- FUCELLA, J.E.; DOLAN, R. Magnitude of subaerial beach disturbance during northeast storms. **Journal of Coastal Research**, v.12, n.2, p.420-429, 1996.
- GIBBS, R.J.; MATTHEWS, M.M.; LINK, D.A. The Relationship between sphere size and settling velocity. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.41, n.1, p.7-18, 1971.
- HEGGE, B.; ELIOT, I.; HSU, J. Sheltered sandy beaches of Southwestern Australia. **Journal of Coastal Research**, v.12, n.3, p.748-760, 1996.
- KLEIN, A.H.F. Um método indireto para a determinação do estágio morfodinâmico de praias oceânicas arenosas. In: ABEQUA, 7., Curitiba. **Anais...** Curitiba: 1997. p.82-84.
- KLEIN, A.H.F.; MENEZES, J.T. Beach morphodynamics and profile for a headland bay coast. **Journal of Coastal Research**, v.17, n.4, p. 812-835, 2001.
- KLEIN A.H.F.; BENEDET FILHO L.; SCHUMACHER, D.H. Short-term beach rotation process in distinct headland bay beach system. **Journal of Coastal Research**, v.18, n.3, p.442-458, 2002.
- KLEIN, A.H.F.; FERREIRA, O.; DIAS, J.M.A.; TESSLER, M.G.; SILVEIRA, L.F.; BENEDET FILHO, L.; MENEZES, J.T.; ABREU, J.G.N. Morphodynamics of structurally controlled headland-bay beaches in southeastern Brazil: A review. **Coastal Engineering**, v.57, p.98–111, 2010.
- KLUMB-OLIVEIRA, L.A.; PEREIRA, N.E.S.; LEÃO, R.R. Morfodinâmica multitemporal em praia refletiva no litoral centro-norte do RJ, em resposta ao clima de ondas regional. **Revista Brasileira de Geomorfologia**, v.16, n.1, 2015.
- KRUMBEIN, W.C. Size frequency distributions of sediments. **Journal of Sedimentary Petrology**, v.4, p.65–77, 1934.
- MALLET, J.M.; DAZZI, R.L.S. **Sistema de Gerenciamento de Amostras Sedimentológicas – SIGA**. UNIVALI, 2002.
- MUEHE, D. (Ed.). **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006.
- MASSELINK, G.A.; SHORT, A.D. The effect of tide range on beach morphodynamics and morphology: A conceptual beach model. **Journal of Coastal Research**, v.9, n.3, p.785-800, 1993.
- MASSELINK, G.; PATTIARARCHI, C.B. Seasonal changes on beach morphology along the sheltered coastline of Perth, Western Australia. **Marine Geology**, v.172, p.243-263, 2001.
- MAZZER, A.M.; DILLENBURG, S. Variações temporais da linha de costa em praias arenosas dominadas por ondas do sudeste da Ilha de Santa Catarina (Florianópolis, SC, Brasil). **Pesquisas em Geociências**, v.36, n.1, p.117-135, 2009.
- NICOLODI, J. L.; TOLDO JUNIOR, E. Beach Morphodynamics: A Tool for Coastal Habitat Managers. A Case Study: Praia de

- Fora, Itapuã State Park, RS. **Natureza & Conservação**, v.1, p.66-75, 2003.
- O SOL DIÁRIO. Ampliação de barragem gera polêmica em Bombinhas. **O Sol Diário**, Bombinhas, 24 jul. 2015. Disponível em: <http://osoldiario.clicrbs.com.br/sc/noticia/2015/07/ampliacao-de-barragem-gera-polemica-em-bombinhas-4809560.html>. Acesso em: 27 jul 2015.
- RUDORFF, F.M.; BONETTI FILHO, J.; MORENO, D.; OLIVEIRA, C.A.F.; MURARA, P.G. Maré de Tempestade. In: HERRMANN, M.L.P. (Org.) **Atlas de Desastres Naturais de Santa Catarina**. 2. ed. Florianópolis: Gráfica Copiart, 2014. p.151-154.
- SANDERSON, P.G.; ELIOT, I.; HEGGE, B.; MAXWELL, S. Regional variation of coastal morphology in southwestern Australia: a synthesis. **Geomorphology**, v.34, p.73-88, 2000.
- SCHETTINI, C.A.F.; KLEIN, A.H.F. Aspectos da dinâmica sedimentar da Baía de Tijucas. In: SEMANA NACIONAL DE OCEANOGRAFIA, 1997, Itajaí. **Anais...** Itajaí - SC: 1997.
- SCHETTINI, C.A.F.; CARVALHO, J.L.B. Hidrodinâmica e distribuição de sedimentos em suspensão dos estuários dos rios Itapocu, Tijucas e Camboriú. **Notas Técnicas FACIMAR**, v.2, p.141-153, 1998.
- SHORT, A. D. **Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics**. England: John Wiley & Sons Ltd, 1999.
- SHORT, A.D.; MASSELINK, G. Embayed and Structurally Controlled Beaches. In: SHORT, A.D. (Ed.). **Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics**. England: John Wiley & Sons Ltd, 1999. p. 230-250.
- SUGUIO K. **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo: Universidade de São Paulo, 1973. 317p.
- TESSLER, M.G.; GOYA, S.C. Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**, v.17, p.11-23, 2005.
- TRUCOLLO, E.C. **Maré meteorológica e forçantes atmosféricas locais em São Francisco do Sul – SC**. 1998. 100p. Dissertação (Mestrado em Engenharia Ambiental) – Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis, 1998.
- TRUCCOLO, E.C.; FRANCO, D.; SCHETTINI, C.A.F. The low frequency sea level oscillations in the northern coast of Santa Catarina, Brazil. **Journal of Coastal Research**, SI 39, p.547-552, 2006.
- USACE. **Beach Morphology Analysis Package (BMAP)**. Coastal Engineering Technical Notes (CETN II-34), U.S. Army Engineer Research and Development Center, Coastal and Hydraulics Laboratory. Vicksburg: [s.n.]. 1995.
- WENTWORTH, C.K. A scale of grade and class terms for clastic sediments. **Journal of Geology**, v.30, p.377-392, 1922.
- WRIGHT, L.D.; SHORT, A.D. Morphodynamics variability of surf zones and beaches: A synthesis. **Marine Geology**, v.56, p.93-118, 1984.
- WRIGHT, L.D.; THOM, B.G. Coastal depositional landforms: A morphodynamic approach. **Progress in Physical Geography**, v.1, p.412-459, 1977.