

Setorização Morfossedimentar das Praias Arenosas da Ilha de Santa Catarina (SC) Utilizando Técnicas de Análise Estatística Multivariada

Oliveira, U.R.¹; Parizotto, B.A.D.M.²; Horn Filho, N.O.³ & Bonetti, J.⁴

¹ Instituto de Ciências Humanas e da Informação, Universidade Federal do Rio Grande. Campus Carreiros, Av. Itália, km 8, Rio Grande-RS, CEP 96201 900 (ulisseslicke@yahoo.com.br).

² Fundação do Meio Ambiente – FATMA. Rua Felipe Schmidt, 485, Centro, Florianópolis-SC, CEP 88010-001, bianca.oceano@gmail.com.

³ Departamento de Geociências, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Campus Universitário UFSC Trindade, Florianópolis-SC, CEP 88040-970, horn@cfh.ufsc.br.

⁴ Laboratório de Oceanografia Costeira, Departamento de Geociências, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina. Rua Beco dos Coroas, 503, Barra da Lagoa, Florianópolis-SC, CEP 88062-601, jarbas.bonetti@ufsc.br.



ABSTRACT

This work aims to analyze the sandy beaches of Santa Catarina Island using multivariate statistics analysis techniques having for base particle sizing data and declivity. The Santa Catarina Island has 50.5% of the total perimeter composed by sandy beaches, interspersed by rocky headlands with predominantly granites. In the Island were collected superficial samples of sediments throughout 180 points disposed selectively and, since standard procedures of particle sizing analyze, were calculated the statistics parameters of Folk & Ward (1957). In each sampling point it was also measured the declivity of the beach with the help of a clinometer. The statistic processing of those data consisted in the organization of an array of values of z (standardization) composed of five variables (mean, standard deviation, asymmetry, kurtosis and declivity) and 180 cases (points of collect) and further application of the multivariate methods of grouping analyze and of main components. The results were integrated in a Geographical Information System for visualization and characterization of the spatial distribution of data. The analysis of the results allowed to identify three groups of beaches: Group A – beaches with fine sands, well-selected and with low moderate slope; Group b – beaches with coarse sand, moderately selected and moderate high slope; Group C – beaches with coarse sand and very coarse sand, no selected and with moderate high slope. According to the spatial distribution, the Group A occurs mainly in the beaches of north and south of the Santa Catarina Island and also in the extremity of the beaches of the west coast, the Group B is found mainly in the middle of the beaches of the east coast and in the sheltered beaches of the North and South bays and the Group C can be identified basically in the beaches of North and South bays. The used methodology permitted the grouping of beaches founded in discontinuous sectors of coastline.

Keywords: sandy beaches, sediments, multivariate statistics analysis.

INTRODUÇÃO

As diferentes forças físicas que predominam no continente e na plataforma continental atuam de modo integrado na zona costeira, conferindo características particulares a este setor. Por meio de processos hidrológicos e eólicos a areia é transportada por rolamento e saltação para a linha de costa, enquanto o silte e a argila são transportados em suspensão, depositando-se em águas mais profundas (Pettijohn, 1957). Como consequência, as praias geralmente são arenosas, podendo ser constituídas por material sedimentar mais ou menos grosso, conforme a atuação de agentes dinâmicos de seleção e disponibilidade de área fonte próxima.

A extensão e características morfossedimentares das praias arenosas dependem basicamente da variação da maré, altura de onda, período de onda, tamanho do grão e forma da praia em planta (Short, 1999). Diferenças quanto ao grau de exposição destas aos agentes hidrodinâmicos as tornam variáveis, experimentando níveis de energia de onda diferentes e consequentemente características morfológicas e sedimentares distintas. Em grande parte do litoral de Santa Catarina, promontórios rochosos avançam em direção ao mar, fragmentando a linha de costa. As praias catarinenses, por sua vez, apresentam características igualmente distintas, pois apresentam variadas formas de inter-relação com os promontórios.

Desde a década de 1970 diversos trabalhos analisaram as características dos sedimentos das praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, tais como Martins *et al.* (1970), Cruz (1998), Miot da Silva (2002), Klein (2004), Horn Filho (2006), entre outros. O presente trabalho tem por objetivo retomar o estudo morfossedimentar integrado das praias arenosas da Ilha de Santa Catarina (SC), tendo por diferencial a utilização de técnicas de estatística multivariada na proposição de uma setorização.

ÁREA DE ESTUDO

A Ilha de Santa Catarina localiza-se no setor Central do litoral do estado de Santa Catarina, entre as latitudes sul 27°22' e 27°50', possuindo perímetro de aproximadamente 180 km e orientação preferencial NNE – SSW (Fig. 1).

A Ilha de Santa Catarina é constituída predominantemente por maciços graníticos além de rochas magmáticas vulcânicas ácidas, de idade neoproterozoica, intrudidas por diques ácidos e básicos formados no Cretáceo (Tomazolli *et al.*, 2007). Os maciços são constituídos por granito equigranular médio a grosso, de coloração cinza a rósea, denominado do ponto de vista litoestratigráfico de Granito Ilha, originalmente descrito por Scheibe & Teixeira (1970), e integrante dos granitos alcalinos que compõem a Suíte Intrusiva Pedras Grandes (Zanini *et al.*, 1997). Rochas vulcânicas ácidas ocorrem em setores localizados do sul da ilha e integram a unidade litoestratigráfica Suíte Plutono-Vulcânica Cambirela. Diques ácidos (riolitos pórfiros), com espessuras métricas a decimétricas, ocorrem seccionando as rochas vulcânicas ácidas e também os granitos (Zanini *et al.*, 1997). Por sua vez, os diques básicos (diabásios) formam o chamado Enxame de Diques Florianópolis, apresentando dimensões variadas, desde pequenos corpos centimétricos a métricos, até grandes diques com espessuras de mais de 100 m, que se prolongam, de forma descontínua, por dezenas de quilômetros, grande parte orientada na direção N10-20E.

Do ponto de vista geomorfológico, os maciços graníticos que se encaixam no contexto do soerguimento das Serras do Leste Catarinense (Caruso Jr., 1993) apresentando em geral aspecto de crista, dada sua posição alongada e acentuado declive das encostas. A Ilha de Santa Catarina é atravessada, em toda sua extensão, por uma dorsal central com orientação NNE - SSW, influenciada pela orientação do Enxame de Diques Florianópolis, cujos divisores de água separam pequenas bacias fluviais e planícies costeiras. A dorsal ramifica-se lateralmente em pontas e promontórios rochosos que podem continuar submersos ou emergir na forma de pequenas ilhas adjacentes. A dorsal central é subdividida em dois compartimentos distintos: o setor centro-norte e o setor sul, sendo que entre estes se situa uma extensa planície arenosa denominada de “Planície Entremares”.

O sistema deposicional continental abrange fácies sedimentares formadas junto ao embasamento cristalino, a partir de processos gravitacionais, ligados a fluxos torrenciais associados a fatores climáticos. Do ponto de vista litoestratigráfico, esse sistema é composto

pelo Depósito Coluvial e pelo Depósito de Leque Aluvial, ambos de idade do Quaternário indiferenciado, podendo avançar sobre as áreas planas de sedimentação costeira.

As áreas planas de sedimentação costeira, as quais conectam os embasamentos para juntos formarem a Ilha de Santa Catarina, são representadas pelo sistema deposicional transicional, caracterizadas pelo Depósito Marinho Praial, Depósito Eólico, Depósito Lagunar e Depósito Paludial, na forma de terraços, praias, dunas e planícies de inundaçã

(Horn Filho, 2004). A formação destas áreas está associada a movimentos transgressivos e regressivos do nível relativo do mar ocorridos durante o Quaternário, que alteraram o volume das águas oceânicas e a dinâmica deposicional local (Caruso Jr., 1993). Encontram-se preservados, na Ilha de Santa Catarina, sistemas deposicionais do tipo laguna-barreira, associados a movimentos transgressivos do nível do mar de idade pleistocênica (120 ka AP) e holocênica (5,1 ka AP) (Caruso Jr., 1993).

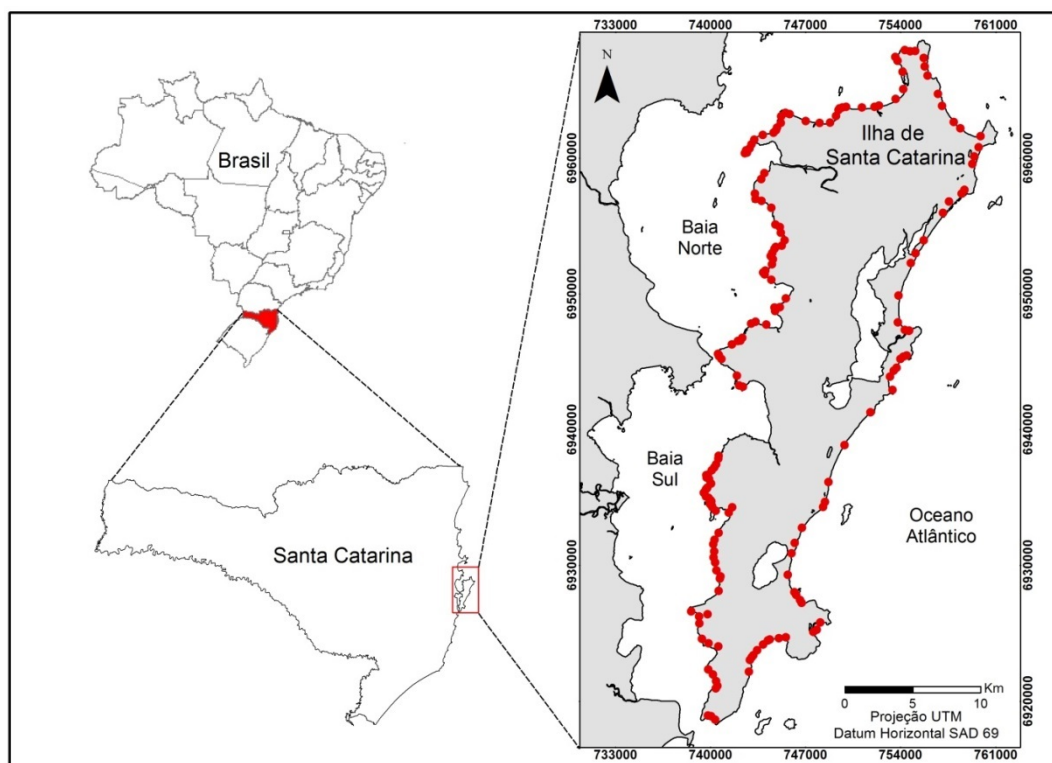


Figura 1. Localização da área de estudo com os 180 pontos de amostragem de sedimento (Fonte: Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina- EPAGRI/IBGE, 2004).

Segundo Duarte (1981), na Ilha de Santa Catarina distingue-se três ambientes de planícies costeiras, estando estes, de acordo com CECCA (1997), associados a diferentes níveis de energia: (1) setor leste, submetido à atuação das ondas e ventos de alta energia provenientes do sul e sudeste; (2) setor norte, de nível de energia intermediário, que é atingido pelos ventos e ondulações oriundas do norte e nordeste e protegido dos ventos e ondulações de sul pelas elevações da dorsal central e, (3) setor oeste,

compreendendo as águas protegidas das baías Norte e Sul. As planícies costeiras estão associadas ao desenvolvimento de tómbolos e arcos praias alternados no setor leste, feições encontradas em boa parte do litoral catarinense e abordadas por Klein (2004), e arcos praias alternados com esporões arenosos no setor norte. No setor oeste, às margens das baías Norte e Sul, as planícies costeiras e as praias arenosas apresentam menores dimensões e maior número (Horn Filho *et al.*, 2000), pois a linha de costa é

mais fragmentada pela presença de promontórios rochosos ou pelo menor desenvolvimento das planícies costeiras.

As redes de drenagem fluvial da Ilha de Santa Catarina podem ser representadas por três vertentes distintas que correspondem aos setores leste, norte e oeste. No setor leste encontram-se os principais corpos d'água do interior da ilha, a Lagoa da Conceição e a Lagoa do Peri além de outras de menores proporções, como a Lagoinha do Leste, associadas ao desenvolvimento de sistemas do tipo laguna-barreira. Rios e córregos nascem no embasamento cristalino em direção ao mar, após passarem pela planície costeira, podendo interagir com os sistemas lagunares, caso da Lagoinha do Leste, rio da Armação e o canal da Barra da Lagoa ou fluindo do embasamento cristalino diretamente para o mar, como os rios das Pacas e Capivari. No setor norte destacam-se sistemas praial-lagunares, com pequenos manguezais na retaguarda da barreira marinha, além de dois sistemas de drenagem que cortam os cordões litorâneos da planície costeira desembocando na praia, em Canasvieiras e em Jurerê. No setor oeste, às margens das baías Norte e Sul, desembocam os principais corpos fluviais da ilha, os rios Tavares e Rationes. Destacam-se também, neste setor, as redes hidrográficas do Saco Grande e do Itacorubi. Na desembocadura destes sistemas fluviais desenvolvem-se manguezais, que adentram nas baías Norte e Sul. Micro deltas ocorrem junto a algumas praias caracterizando uma conexão mais direta entre o embasamento cristalino e as baías.

Na Ilha de Santa Catarina as praias arenosas representam 50,5% (88 km) do perímetro total da linha de costa, estando intercaladas por promontórios e pontais rochosos predominantemente graníticos (Horn Filho *et al.*, 2000). Suas variações morfológicas estão associadas à dinâmica costeira, basicamente à interação entre processos meteorológicos (vento e pressão atmosférica) e oceanográficos (clima de ondas, correntes litorâneas e marés). Deve-se destacar, complementarmente, a ocorrência de áreas fonte de sedimentos diferenciados, como depósitos pleistocênicos, holocênicos e material atual oriundo das pequenas bacias hidrográficas locais, entre outros, que contribuem com classes granulométricas distintas nas praias e, secundariamente, condicionam o modelado final das feições arenosas.

MATERIAIS E MÉTODOS

Os sedimentos praias analisados neste trabalho são oriundos do mesmo esforço amostral descrito por Horn Filho (2006). Foram coletadas amostras superficiais de sedimentos ao longo de 180 pontos dispostos seletivamente nas praias do perímetro da Ilha de Santa Catarina (Fig. 1) tendo cada um destes sido georreferenciado através da utilização de um GPS de navegação. Em cada ponto amostral também foi medida a declividade da praia com auxílio de um clinômetro.

Para a análise dos sedimentos arenosos utilizou-se o método de peneiramento, tendo as classes granulométricas sido determinadas em intervalos de $\frac{1}{4} \Phi$. A partir dos pesos retidos nas diferentes peneiras foram calculados os parâmetros estatísticos de FOLK & WARD (1957): diâmetro médio do grão (Mz), grau de seleção (Dp), assimetria (Ski) e curtose (Kg), através da utilização do Programa de Análise Completa (PANCOM) de Toldo Jr. & Medeiros (1986). Esses parâmetros são calculados a partir a unidade Φ (que equivale ao valor negativo do logaritmo na base dois do diâmetro em milímetros) e serão mantidos nela ao longo dos resultados e discussão. O carbonato biodetrítico presente nas amostras não foi previamente eliminado, tendo sido considerado no cálculo destes parâmetros.

O processamento estatístico destes dados consistiu na organização de uma matriz de valores de z (padronização) composta por cinco variáveis e 180 casos. As cinco variáveis foram os quatro parâmetros acima descritos e a declividade da face praial no instante da coleta. Baseada nesta matriz de dados, primeiramente foi aplicada uma análise de agrupamento (*Cluster Analysis*), utilizando a Distância Euclidiana ao Quadrado como coeficiente de associação e a Variância Mínima como estratégia de agrupamento.

Análise de agrupamento é um termo usado para descrever diversas técnicas numéricas cujo propósito fundamental é classificar os valores de uma matriz de dados em grupos discretos (Landim, 2000) e relativamente homogêneos (baixa variação intergrupos), assim como distinguir descontinuidades, ou heterogeneidades, entre diferentes grupos (alta variação intergrupos). É uma técnica

multivariada utilizada para identificar as similaridades entre indivíduos ou casos (modo Q) e entre variáveis ou descritores (modo R). Neste trabalho o modo utilizado foi o modo Q, buscando identificar similaridades entre diferentes amostras de sedimentos praias.

Posteriormente, aplicou-se uma Análise de Componentes Principais (PCA). A PCA estabelece, com base em uma matriz de semelhança (matriz de similaridade, covariância ou correlação), um conjunto de eixos vetoriais perpendiculares. Estes eixos podem ser de componentes ou fatores. Cada componente corresponde a um autovetor dessa matriz. Com base em uma matriz de correlação entre variáveis, são calculados m autovetores, ou eixos fatoriais de comprimento $\lambda_1, \lambda_2, \lambda_3 \dots \lambda_m$ decrescente em razão da sua contribuição à variância total dos dados (Valentin, 2000). O primeiro eixo da análise de componentes principais representa a maior parte da variação dos dados. Graficamente, ela é resultante da rotação de uma nuvem de pontos dispostos no espaço multidimensional, de modo que o eixo mais longo seja a Componente Principal I (de maior variância), o segundo eixo mais longo a Componente Principal II e assim sucessivamente (Landim, 2000).

Neste trabalho os grupos obtidos através da Análise de Agrupamento foram associados a diferentes cores possibilitando identificar, na PCA, quais variáveis contribuíram para o agrupamento. O *software* utilizado para estas análises foi o MVSP (*Kovach Computing Services*). Após a definição dos grupos e a determinação dos descritores responsáveis pelo agrupamento estes foram especializados juntamente com outros elementos cartográficos de referência. Com base nos mapas obtidos foi possível analisar a distribuição espacial dos resultados.

RESULTADOS E DISCUSSÃO

A figura 2 mostra o dendrograma contendo os 180 pontos amostrais. Devido ao elevado número de amostras na figura não foi possível apresentar o nome da cada ponto amostral. A distinção destes é apresentada na figura 4.

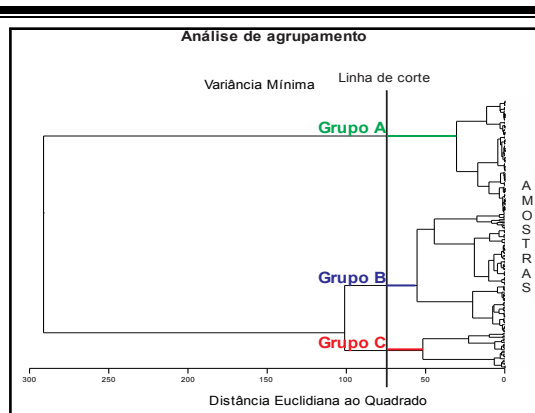


Figura 2. Dendrograma com o agrupamento obtido para os 180 pontos amostrais. Para o nível de corte selecionado (75) nota-se à direita da figura a ocorrência de três grupos de amostras bem diferenciados (eixo Y). Os números dos pontos de coleta correspondentes foram suprimidos da figura, estando os mesmos representados na figura 4.

Utilizando um nível de significância de 75 para o estabelecimento da linha de corte, pode-se determinar a existência de três grupos, sendo que dois destes se agrupam em um nível um pouco superior, demonstrando maior similaridade. O Grupo A, que ocupa a porção superior do dendrograma, contém 76 pontos amostrais, o Grupo B é representado por 81 pontos e o Grupo C por 23 pontos.

Posteriormente ao agrupamento aplicou-se uma Análise de Componentes Principais. A figura 3 mostra a PCA obtida para o conjunto de 180 amostras e a distinção dos três grupos identificados na análise de cluster, com a seguinte representação: Grupo A, em verde, Grupo B, em azul, e Grupo C, em vermelha.

O Grupo A (cor verde) é composto por areias finas, com valor de diâmetro médio em torno de $2,41 \Phi$ (0,19 mm), tendo maiores valores de grau de seleção dentre os dados analisados (0,38 Φ em média). Nestes pontos há menor declividade ($4,95^\circ$ em média), o que pode ser associado à presença das areias finas.

Os grupos B (cor azul) e C (cor vermelha) são compostos por areias mais grossas, com menor selecionamento, obtidas em pontos onde as praias apresentam maior declividade. Os grupos B e C apresentaram diâmetro médio em torno de $0,79$ e $1,23 \Phi$ (0,58 e 0,43 mm), respectivamente. Quanto ao grau de seleção, o Grupo B apresentou valor médio de $0,83 \Phi$, classe “moderadamente selecionada” e o Grupo

C 1,03 Φ , início da classe “mal selecionada”. Estes dois grupos foram separados, sobretudo em função dos parâmetros assimetria e curtose. O Grupo B teve assimetria em torno de 0,02 (aproximadamente simétrica), enquanto o Grupo C em torno de -0,32 (assimetria negativa), indicando uma maior tendência do histograma

em direção a partículas grossas. Quanto à curtose, o Grupo B teve curtose em torno de 0,93 (mesocúrtica), enquanto o Grupo C em torno de 1,15 (leptocúrtica), isto é, com maior discrepância de altura da classe modal em relação às demais. A tabela 1 apresenta uma síntese dos parâmetros para cada grupo de praia.

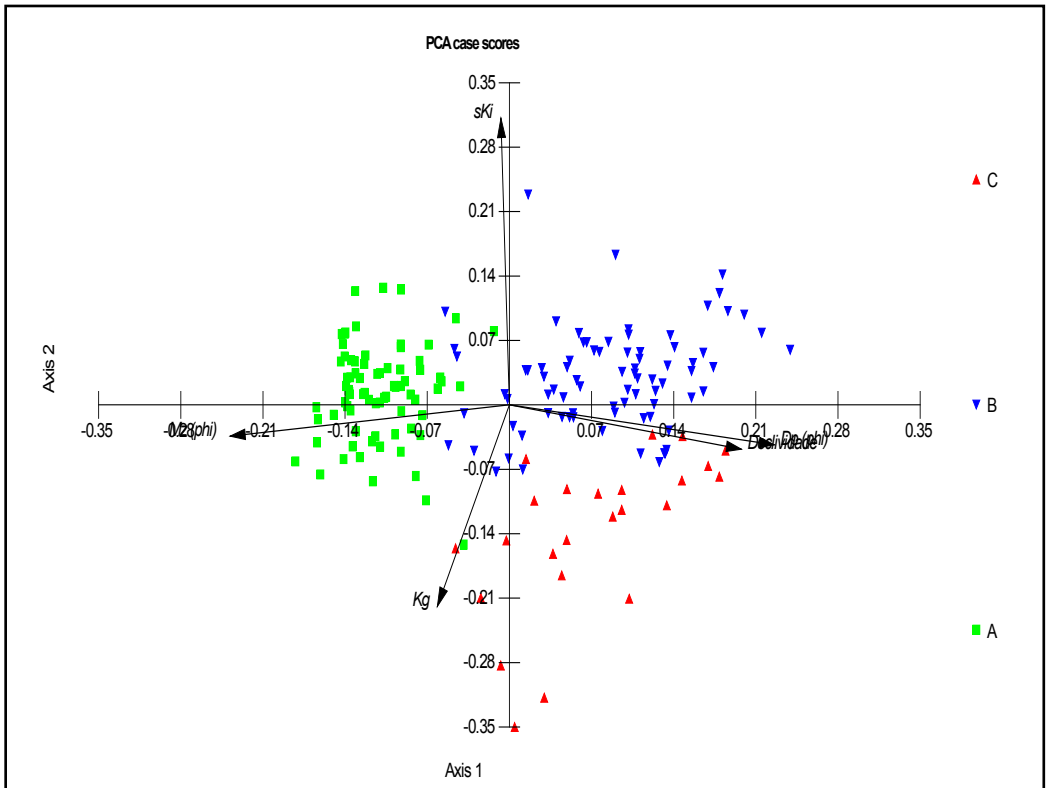


Figura 3. Gráfico com a Análise de Componentes Principais (PCA) utilizando os 180 pontos analisados. As cores representam cada um dos grupos identificados pela Análise de Agrupamento e os vetores indicam quais variáveis explicam o agrupamento obtido.

Tabela 1. Grupos de praia segundo os parâmetros analisados.

Parâmetro/Grupo	A	B	C
Diâmetro médio face da praia	Areia fina	Areia grossa	Areia grossa
Grau de selecionamento	Bem selecionada	Moderadamente selecionada	Mal selecionada
Assimetria	Aproximadamente simétrica	Aproximadamente simétrica	Negativa
Curtose	Mesocúrtica	Mesocúrtica	Leptocúrtica
Declividade da face praial	Baixa a moderada	Moderada a alta	Moderada a alta

Martins *et al.* (1970) ao realizarem o primeiro estudo integrado ao longo das praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, indicaram que estas são formadas por duas populações de sedimentos, uma de areias grossas (correspondentes aos grupos B e C), associadas a um ciclo inicial de deposição, e a outra composta por areias finas (correspondente ao Grupo A), retrabalhadas a partir da antiga planície costeira, denominadas policíclicas, visto terem passado por mais de um estágio de retrabalhamento em relação à área fonte.

Após a distinção dos grupos (Fig. 2) e a análise das variáveis responsáveis pelo agrupamento (Fig. 3), os dados (Tab. 1) foram plotados sobre um mapa da área de estudo. A figura 4 mostra a distribuição espacial dos três grupos, denominados A, B e C.

Quanto à distribuição espacial, o Grupo A ocorre principalmente nas praias do norte e sul da Ilha de Santa Catarina e também nas extremidades das praias da costa leste; o Grupo B é encontrado predominantemente nos setores central das praias da costa leste e nas praias abrigadas das baías Norte e Sul e o Grupo C pode ser identificado basicamente ao longo das praias das baías Norte e Sul (Fig. 4). A figura 5 mostra imagens representativas dos grupos identificados.

Os dados analisados neste trabalho apresentam semelhanças com os resultados encontrados por Martins *et al.* (1970) visto que nas porções mais expostas a ação da alta energia marinha predominam sedimentos do Grupo A, que se caracterizam por um maior grau de seleção (retrabalhamento), enquanto que sedimentos do Grupo C, com menor retrabalhamento, são predominante nas baías Norte e Sul. Também é importante ressaltar que as características semelhantes entre os dois trabalhos indicam que a distribuição dos sedimentos vem se mantendo relativamente constante pelo menos entre o final da década de 1960 e o início dos anos 2000.

Na porção mais exposta da ilha, as praias oceânicas são mais desenvolvidas, com largura superior a 20 m (Horn Filho, 2006), cujo contexto geomorfológico está associado ao desenvolvimento de tômbolos, enseadas e esporões arenosos. Os sedimentos pertencentes ao Grupo A são geralmente encontrados nestes segmentos próximos aos promontórios situados mais para leste e nos extremos sul e norte da ilha

ao longo de todo o sistema praial. Segundo Miot da Silva (2002) as praias do litoral catarinense que desenvolvem gradação lateral em seu tamanho de grão também apresentam uma variação na declividade da face praial. O padrão geral das praias de enseada catarinenses foi de apresentar baixos valores de declividade, associada à presença de areias finas, na região abrigada do promontório e maiores declividades, associadas à presença de areias grossas, na região exposta às ondulações.

Para Oliveira (2009), a distribuição dos sedimentos grossos e finos nas porções mais expostas da Ilha de Santa Catarina pode estar associada a duas hipóteses: a primeira é a de que o ataque das ondas nos promontórios rochosos situados mais a leste, nas chamadas plataformas de abrasão, ocorreria num primeiro momento. Posteriormente sua incidência concentraria as areias grossas no setor central, que seria uma grande célula de retorno. Para Wright & Short (1984), as praias podem desenvolver feições tridimensionais, com áreas mais planas junto a bancos transversais ou oblíquos e mais íngremes junto a correntes de retorno. Utilizando essa escala como comparação, os arcos praias, que englobam muitas destas correntes de retorno, podem se comportar como grandes células de circulação, com areias grossas e maior declividade no centro das enseadas, onde há um retorno da circulação hidrodinâmica. Por outro lado, a maior ação de ondas na porção central, provenientes da direção SE-E, poderia propiciar um transporte residual de areias mais finas para áreas adjacentes, isto é, para os extremos, com preservação das areias médias a grossa na porção central.

Já na porção Norte da Ilha, de moderada energia hidrodinâmica, são encontrados alguns pontais arenosos (praia de Ponta das Canas, Forte e pontal da Daniela), desenvolvidos principalmente pela incidência oblíqua de ondas sobre estas áreas. Esses sistemas deposicionais identificam processos de deriva litorânea segundo um sentido predominante. Neste caso o transporte flui de leste para oeste, do mar para o interior da baía Norte. Segundo Horn Filho (2006) praticamente 100% dos sedimentos do norte da ilha são constituídos de areia fina, em geral bem selecionada, aproximadamente simétrica e mesocúrticas e as praias tem baixa declividade, sendo associadas a um ambiente de média energia.

GRUPOS MORFOSEDIMENTARES DAS PRAIAS DA ILHA DE SANTA CATARINA

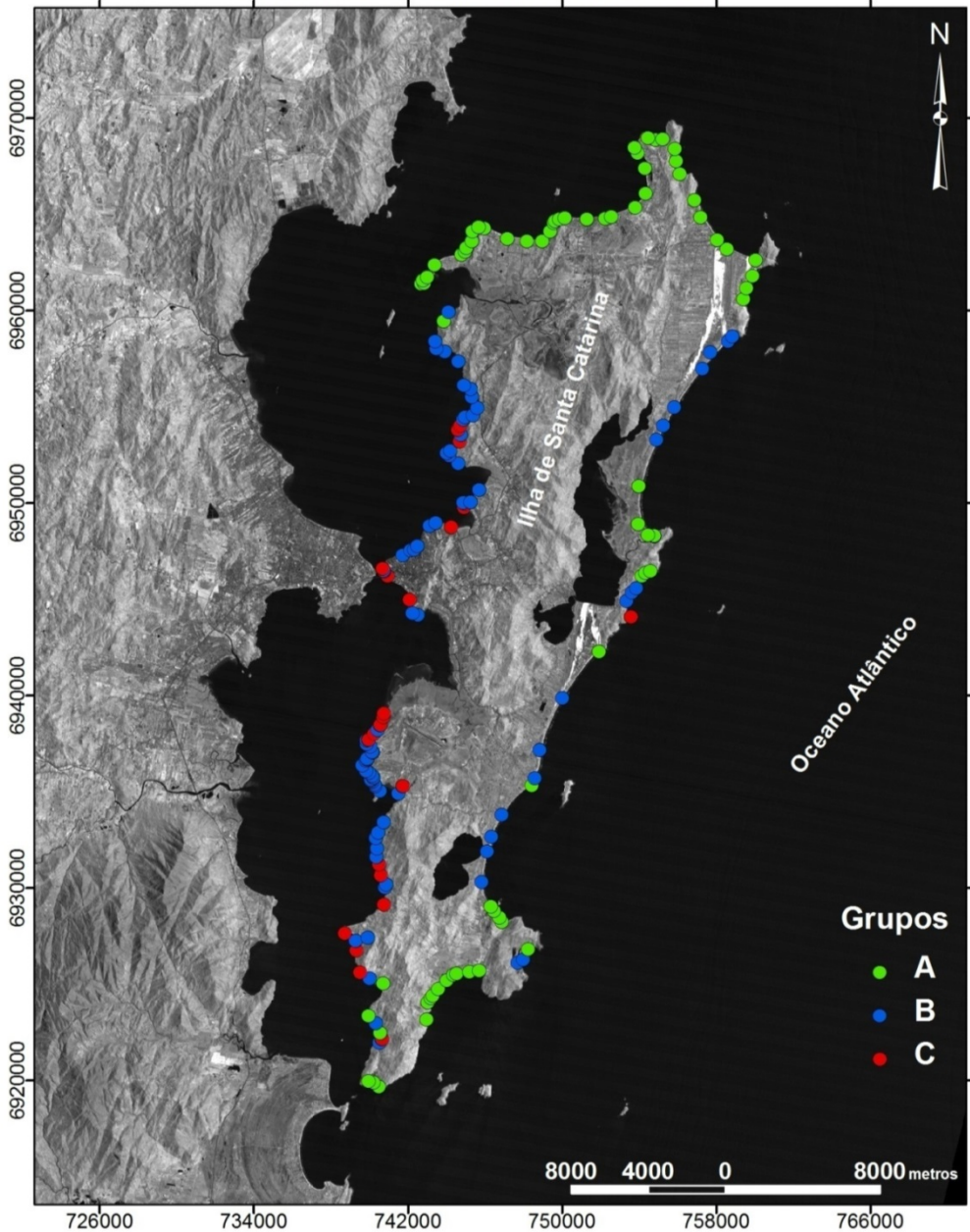


Figura 4. Distribuição espacial dos diferentes grupos identificados de acordo com sua granulometria e declividade plotados sobre uma imagem LANDSAT 7 ETM+ da Ilha de Santa Catarina.

A homogeneidade das características granulométricas neste segmento leva a crer que as praias da costa Norte, voltadas para norte, apresentam grande transporte de sedimentos praticamente no sentido unidirecional leste-

oeste, seguindo o rumo das ondas e correntes geradas pela incidência oblíqua destas, mostrando também o transporte de areias finas entre as praias, contornando promontórios rochosos, o que pode ser também o responsável

pelas areias finas nos trechos sul de praias da costa leste da Ilha de Santa Catarina. Também pôde ser observada com clareza a distinção entre as praias da costa Norte (com areias finas bem

selecionadas) e as da baía Norte (com areias grossas mal selecionadas), conforme já havia sido apontado por Cruz (1998).



Figura 5. Fotografia de uma praia do Grupo A, à esquerda, com areia fina e baixa declividade – praia Brava, norte da Ilha; de uma praia do Grupo B, no centro, com areias médias a grossas e declividade moderada a alta – praia do Morro das Pedras, leste da Ilha, e de uma praia do Grupo C, à direita, com areias grossas mal retrabalhadas – praia de Caiacangaçú, na baía Sul.

Analisando a questão da área fonte, os sedimentos do Grupo A podem ser considerados policíclicos, conforme apontado por Martins *et al.* (1970), com contribuição eólica e também das correntes de deriva litorânea atuais em sua redistribuição.

Já os sedimentos do Grupo B, que caracteriza areias grossas moderadamente selecionadas em praias de alta declividade, encontrados nos trechos centrais dos arcos praias mais expostos e nas baías, podem ter origens distintas ao longo da área. Nas praias expostas estes provavelmente passaram por pelo menos dois ciclos deposicionais. O primeiro pode ser associado à contribuição de rochas do embasamento cristalino próximo, cujos fragmentos foram depositados, provavelmente durante o Pleistoceno, em patamares mais elevados ou rebaixados que o nível do mar atual, associando-se respectivamente à planície costeira e plataforma continental interna atual, como descreveu Abreu de Castilhos (1995) para a praia da Armação. É sobre essa base de sedimentos relíquia que atuam os agentes dinâmicos contemporâneos, promovendo sua seleção e redistribuição. A presença destas areias provavelmente é originária da herança de posições do nível do mar pretéritas e dos processos dinâmicos aos quais estiveram submetidos.

Já nas baías Norte e Sul, a linha de costa é mais fragmentada e as praias são pouco desenvolvidas (largura inferior a 10 m), estando

voltadas para oeste e protegidas da energia das ondas. A maior parte das amostras coletadas nas baías Norte e Sul é composta por areia grossa, moderadamente selecionada, aproximadamente simétrica e com curtose mesocúrtica, estando associada a uma costa rochosa e exposta as agentes oceanográficos são típicos de ambiente de baixa energia. Neste setor as praias sofrem menor ação hidrodinâmica, relacionada quase que exclusivamente a ondas geradas pelo vento local e ação das marés. Consequentemente apresentam sedimentos menos retrabalhados e grossos, predominando uma condição de alta declividade (grupos B e C). Nos extremos norte e sul, algumas praias abrigadas das baías apresentam areia fina, podendo tal fato estar associado ao transporte residual de areias finas pelas correntes geradas por maré e ondas provenientes das áreas mais expostas. Não foi possível afirmar neste trabalho se os sedimentos do Grupo B coletados nas baías Norte e Sul passaram por apenas um ciclo de deposição, como apontaram Martins *et al.* (1970) ou por mais de um ciclo, como os sedimentos do Grupo B coletados na porção mais exposta da Ilha, como já apontou Abreu de Castilhos (1995).

Os sedimentos do Grupo C, que representa grãos grossos e mais imaturos, podem estar associados a um ciclo inicial de deposição, conforme apontado por Martins *et al.* (1970), visto terem sido coletados em áreas de baixa energia hidrodinâmica atual. Neste caso sua origem seria decorrente da proximidade do

embasamento cristalino, no qual se encaixam pequenos rios que, em situação de enxurrada, carregam partículas de diferentes dimensões para essas praias. Esta situação pode ser expandida para os sedimentos do Grupo B coletados nas baías Norte e Sul. Grande parte das amostras do Grupo C foi coletada a menos de 100 m dessa possível área fonte. Das 18 amostras que compõe este grupo, pelo menos 17 estão em área de baixa energia hidrodinâmica, sendo que todas estão em praias que apresentam pequena dimensão relativa em relação às demais analisadas. Deve-se considerar, ainda, uma eventual contribuição dos biodétritos presentes nestas amostras, pois estes não foram eliminados para a análise. Neste caso haveria uma maior aproximação dos grupos B e C quanto à gênese.

CONCLUSÕES

A análise das amostras de sedimento permitiu identificar as principais características granulométricas das areias praias da Ilha de Santa Catarina. Estas são condicionadas pela sua herança geológica, ação de agentes hidrodinâmicos atuais e pela proximidade da área fonte. Puderam ser distinguidos três grupos morfoossedimentares: o primeiro composto por areias finas bem selecionadas, o segundo composto por areias grossas moderadamente selecionadas e o terceiro composto por areias grossas mal selecionadas. Os grupos B e C podem ser considerados como um grande grupo composto de areias com pouco retrabalhamento se comparado ao Grupo A, mas diferenciados por terem sido submetidos a processos dinâmicos e evolutivos distintos. A declividade foi associada ao diâmetro médio do grão, tendo-se verificada uma forte correspondência entre os pontos com ocorrência de sedimentos mais grossos e declividades mais elevadas.

A ação da hidrodinâmica marinha atual parece desempenhar um papel importante na distribuição dos tipos de sedimentos ao longo das praias, sobretudo nas áreas mais expostas. A drenagem fluvial local não contribui, pelo menos atualmente, de forma significativa para o suprimento de sedimentos para as praias da Ilha de Santa Catarina, visto que em geral as bacias hidrográficas e conseqüentemente as vazões são pouco expressivas, carregando basicamente sedimentos finos para o fundo das baías Norte e Sul. Através da ação de ondas, correntes e do

vento as areias finas (Grupo A) são depositadas nas porções expostas próximas aos promontórios rochosos ou ainda através destes por processo de transposição (*bypass* e *overpass*), o que explica a presença de areias finas nos extremos norte e sul da Ilha e em áreas relativamente abrigadas da costa leste. Já as areias mais grossas são menos transportadas permanecendo nas porções centrais das enseadas na costa leste ou nas baías Norte e Sul, mas não necessariamente associadas diretamente a área fonte, sendo provavelmente fruto do retrabalhamento atual de depósitos marinho praias mais antigos, pelo menos nas áreas mais expostas (Grupo B). Nas baías Norte e Sul a influência direta da área fonte não pode ser menosprezada, sobretudo pelo fato de nestes trechos terem sido encontrados os sedimentos mais imaturos (Grupo C).

A metodologia utilizada possibilitou o reconhecimento de características semelhantes em trechos descontínuos de linha de costa, assim como padrões distintos em uma mesma praia. Tal fato reforça a importância de se considerar a herança geológica associada aos processos atuantes como determinantes das características gerais das praias como alternativa à clássica subdivisão que prioriza a localização espacial das mesmas para fins de classificação.

AGRADECIMENTOS

Os autores agradecem aos geógrafos MSc. João Sérgio de Oliveira e Dr. Paulo César Leal pelo auxílio em campo e análise granulométrica das amostras de sedimentos, a Professora Carla Bonetti pelo auxílio na aplicação das técnicas de estatística multivariada e a CAPES e ao CNPq pela concessão das bolsas de doutorado respectivamente aos dois primeiros autores deste trabalho.

REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- ABREU DE CASTILHOS, J. 1995. **Estudo evolutivo, sedimentológico e morfodinâmico da praia da Armação, Ilha de Santa Catarina**. Florianópolis. 134p. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina.

- CARUSO JR., F. 1993. Mapa geológico da Ilha de Santa Catarina – Escala 1:100.000. Texto explicativo e mapa. **Notas Técnicas**, 6:1-28.
- CENTRO DE ESTUDOS CULTURA E CIDADANIA/CECCA. 1997. **Uma cidade numa ilha: relatório sobre os problemas socioambientais da Ilha de Santa Catarina**. Editora Insular, Florianópolis. 248p.
- CRUZ, O. 1998. **Ilha de Santa Catarina e o continente próximo. Um estudo de geomorfologia costeira**. Editora da UFSC, Florianópolis. 280p.
- DUARTE, G.M. 1981. **Estratigrafia e evolução do Quaternário do plano costeiro Norte da Ilha de Santa Catarina**. Porto Alegre. 278p. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul.
- EPAGRI/IBGE 2004. **Mapoteca Topográfica Digital de Santa Catarina**. Disponível em: <http://ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca/> (acessado em outubro de 2006).
- FOLK, R.L. & WARD, W.C. 1957. Brazos river bar: a study in the significance of grain size and setting velocity. **Journal of Sedimentary Petrology**, 27:3-7.
- HORN FILHO, N.O.; LEAL, P.C. & OLIVEIRA, J.S. 2000. Ilha de Santa Catarina, SC – Brasil: 88 km de praias arenosas. **Anais do Simpósio Brasileiro Sobre Praias Arenosas**, Itajaí, p. 164-165.
- HORN FILHO, N.O. 2006. Granulometria das praias arenosas da Ilha de Santa Catarina, SC. **Gravel**, 4:1-21.
- KLEIN, A.H.F. 2004. **Morphodynamics of headland-bay beaches: examples from the coast of Santa Catarina state, Brazil**. Tese de doutorado. Faculdade de Ciências do Mar e do Ambiente. Universidade do Algarve. 198p.
- LANDIM, P.M.B. 2000. **Análise estatística de dados geológicos multivariados**. Lab. Geomática, DGA, IGCE, UNESP/Rio Claro, Texto didático 03, 128 pp. <<http://www.rc.unesp.br/igce/aplicada/textod1.html>>.
- MARTINS, L.R.S.; GAMERMANN, N.; SCHEIBE, L.F. & TEIXEIRA, V.H. 1970. Sedimentologia da Ilha de Santa Catarina. I – Areias praias. **Publicação Especial da Escola de Geologia**, 18:1-55.
- MIOT DA SILVA, G. 2002. **Efeito do estado de equilíbrio em planta na sedimentologia de praias desenvolvidas entre promontórios**. Dissertação de mestrado. Programa de Pós-graduação em Geociências. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. 134p.
- OLIVEIRA, U.R. 2009. **Relações entre a morfodinâmica e a utilização em trechos da costa oceânica da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil**. Tese de doutorado. Programa de Pós-graduação em Geografia. Universidade Federal de Santa Catarina. 222p.
- PETTIJOHN, F.J. 1957. Sedimentary rocks. New York: Harper, 718p.
- SCHEIBE, L.F. & TEIXEIRA, V.H. 1970. **Mapa topogeológico da Ilha de Santa Catarina**. Porto Alegre. DNPM.
- SHORT, A.D. 1999. Beaches. In: Short, A. D. (ed.) **Handbook of beach and shoreface morphodynamics**. Chichester. p. 1-19.
- TOLDO Jr., E.E. & MEDEIROS R.K. 1986. Programa intercolar em linguagem basic para análise estatística e propriedades texturais de amostras sedimentares em computador. **Pesquisas**, 18:91-100.
- TOMAZOLLI, E.R.; OLIVEIRA, U.R. DE & HORN FILHO, N.O. 2007. Proveniência dos minerais de óxidos de Fe-Ti nas areias da praia do Pântano do Sul, Ilha de Santa Catarina (SC), sul do Brasil. **Revista Brasileira de Geofísica**, 25: 49-64.
- VALENTIM, J.L. 2000. Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos. Editora Interciência. Rio de Janeiro. 117p.
- WRIGTH, L.D. & SHORT, A.D. 1984. Morphodynamics variability of surf zones in Australia. In: KOMAR (Ed.), **Handbook of coastal processes and erosion**. CRC Press, Boca Raton, Flórida, 35-64pp.
- ZANINI, L.F.P.; BRANCO, P.M.; CAMOZZATTO, E. & RAMGRAB, G.E. 1997. **Programa de Levantamentos Geológicos Básicos do Brasil, Folhas Florianópolis/Lagoa**, SG.22-Z-D-V/IV, Estado de Santa Catarina: Escala 1:100.000. Brasília. DNPM/CPRM. 223 p.