

ANÁLISE DE VULNERABILIDADE COSTEIRA COM USO DE SISTEMAS DE INFORMAÇÃO GEOGRÁFICA: UMA APLICAÇÃO AO TRECHO LITORÂNEO SUL DA ILHA DE SANTA CATARINA- SC

Alexandre Maimoni Mazzer

Departamento de Geografia - Universidade da Região de Joinville-UNIVILLE
Departamento de Pós Graduação em Geociências/Centro de Estudos de Geologia Costeira e
Marinha/CECO-Universidade Federal do Rio Grande do Sul-UFRGS
mazzer@univille.edu.br

RESUMO

O presente trabalho trata-se de uma análise de vulnerabilidade da linha de costa a erosão, do trecho litorâneo do sul da Ilha de Santa Catarina, município de Florianópolis, Santa Catarina. O trecho estudado abrange 8,8 quilômetros de linha de costa, apresentando praias em diferentes estágios morfodinâmicos, e orla litorânea com distintos tipos de interferência antrópica. Os procedimentos para realização da análise de vulnerabilidade costeira consistiram de sistematização de dados obtidos por meio digital e saídas de campo e classificação de trechos costeiros em níveis de vulnerabilidade costeira, com a utilização de sistema de informações geográficas. Desta forma, obteve-se uma classificação da linha de costa em diferentes níveis de vulnerabilidade costeira associadas à exposição, ocupação antrópica e aspectos geomorfológicos. Os trechos de maior vulnerabilidade estão associados à ocupação das dunas frontais, bem como a maiores exposições as ondulações predominantes.

Palavras Chave: Vulnerabilidade Costeira, Erosão Costeira, Ilha de Santa Catarina

ABSTRACT

This study presents an coastal vulnerability analysis to erosion on the south shore of of Santa Catarina Island, Santa Catarina State. The total extension analyzed is 8,8 kilometers of shoreline, with distinct characteristics of beach morphodynamics and anthropic influences. The methodological procedures was based in spatial and field data inventory and sistematization folowed by shoreline vulnerability classification with support of Geographical Information System (GIS). The analysis showed a shoreline classification with demonstrates the relationship between , wave exposure, shoreline geomorphological aspects, and human occupation. The more vulnerable segments was associated with changing in foredunes conigiration by human influences, as well as the more exposed by waves.

Key words: Coastal vulnerability, Coastal erosion, Santa Catarina Island.

1. INTRODUÇÃO

A orla litorânea representa uma unidade geográfica especialmente vulnerável a fenômenos naturais ligados a dinâmica costeira, denotada por processos de erosão e acreção costeira, inundação, incidência de ventos intensos, entre outros. No entanto, diante da complexa interação de variáveis ligados aos processos litorâneos, a orla configura-se com distintas características ao longo da costa, tendo sua expressão dada por feições geomórficas costeiras, expressado em tipos de praias, dunas, lagunas e desembocaduras.

Tal distinção e complexidade remetem ocorrência de trechos costeiros, que apresentam diferentes capacidade de diferentes trechos da linha de costa em tamponar impactos advindo do fenômenos naturais e do uso e ocupação antrópica, associados a erosão costeira.

De modo a caracterizar diferentes trechos da orla quanto a fenômenos de erosão costeira, o presente trabalho visou analisar os níveis de vulnerabilidade costeira quanto a erosão em segmentos de linha de costa de natureza não consolidada localizados no sul da Ilha de Santa Catarina, Florianópolis, SC. A abordagem utilizada baseia-se na caracterização de variáveis e parâmetros inerentes a cada trecho da orla litorânea, utilizando metodologia baseada no conceito de geoindicadores (BUSH *et. al* 1996), bem como com a utilização de sistema de informação geográfica de modo a sistematizar, espacializar e integrar os dados dentro de uma estrutura de banco de dados.

Grande parte dos trabalhos de vulnerabilidade costeira são realizados através da modelagem de suas variáveis, sendo que para tanto, o Sistema de Informações Geográficas é utilizado na maior parte dos trabalhos contemporâneos (COOPER & Mc LAUGHLIN, 1998). No entanto, ocorre ampla variação, quanto aos parâmetros e variáveis utilizadas nas análises, sendo estes, relacionados com fatores de escala de trabalho, do fenômeno em questão (erosão costeira, inundação, elevação do nível do mar, entre outros) e das características de cada local/região estudada.

A abordagem ora utilizada com o uso de geoindicadores permite uma análise expedita da vulnerabilidade da linha de costa, através da classificação de trechos costeiros em relação à capacidade em responder à forçantes associadas ao erosão costeira.

Tais informações mostram-se de grande relevância para o planejamento e gerenciamento da orla marítima, uma vez que, demonstram a relação existente entre os riscos de erosão e ocupação humana na orla, além de remeter a outras influências antrópicas, colaborando com a elaboração de leis, planos diretores, bem como na percepção de tais impactos para os tomadores de decisão (CARTER, 1991).

2. ÁREA DE ESTUDO

A Ilha de Santa Catarina está situada no litoral central do estado de Santa Catarina, mais precisamente entre as latitudes de 27° 22' 27° 32', apresentando altitudes que variam do nível do mar até 519 m (Morro a Lagoa). O clima da região possui temperatura média anual de 16-18°C e precipitação média anual entre 1600-1800 mm (GAPLAN, 1986), possuindo uma amplitude térmica anual de 8°C, com variações sazonais bem definidas.

A área total da Ilha de Santa Catarina possui 431 km², apresentando formato alongado com orientação geral sentido NE-SW. Em termos geológicos, situa-se no denominado alto estrutural do escudo catarinense (CARUSO, JR., 1993), com constituição geológica dada por embasamento cristalino composto por granitóides decorrentes do Ciclo Brasileiro, e planícies sedimentares quaternárias, de natureza deposicional marinha, praial, eólica e lagunar.

No contexto geomorfológico a Ilha enquadra-se em duas unidades maiores: Serras do Leste catarinense/Serra do Tabuleiro e Planície Litorânea (HERRMAN & ROSA, 1986). A primeira é constituída de dois principais maciços graníticos que constituem um eixo central das terras altas, e promontórios rochosos ocorrendo isolada e separadamente dos maciços. A planície litorânea abrange diversas feições, tais como tómbolo, barreiras arenosas, lagunas, lagoas costeiras, dunas ativas e inativas, planícies de cristas praias e áreas alagadiças associadas a manguezais, apicuns, marismas e canais de maré.

A área de estudo do presente trabalho localiza-se na região sul da Ilha de Santa Catarina (figura 1), estendendo-se do trecho costeiro iniciado na Praia da Armação até a extremidade sul da Praia da Solidão, abrangendo dois principais arcos praias são separados pelo promontório rochoso da Lagoinha do Leste, a qual não foi incluído no presente estudo.

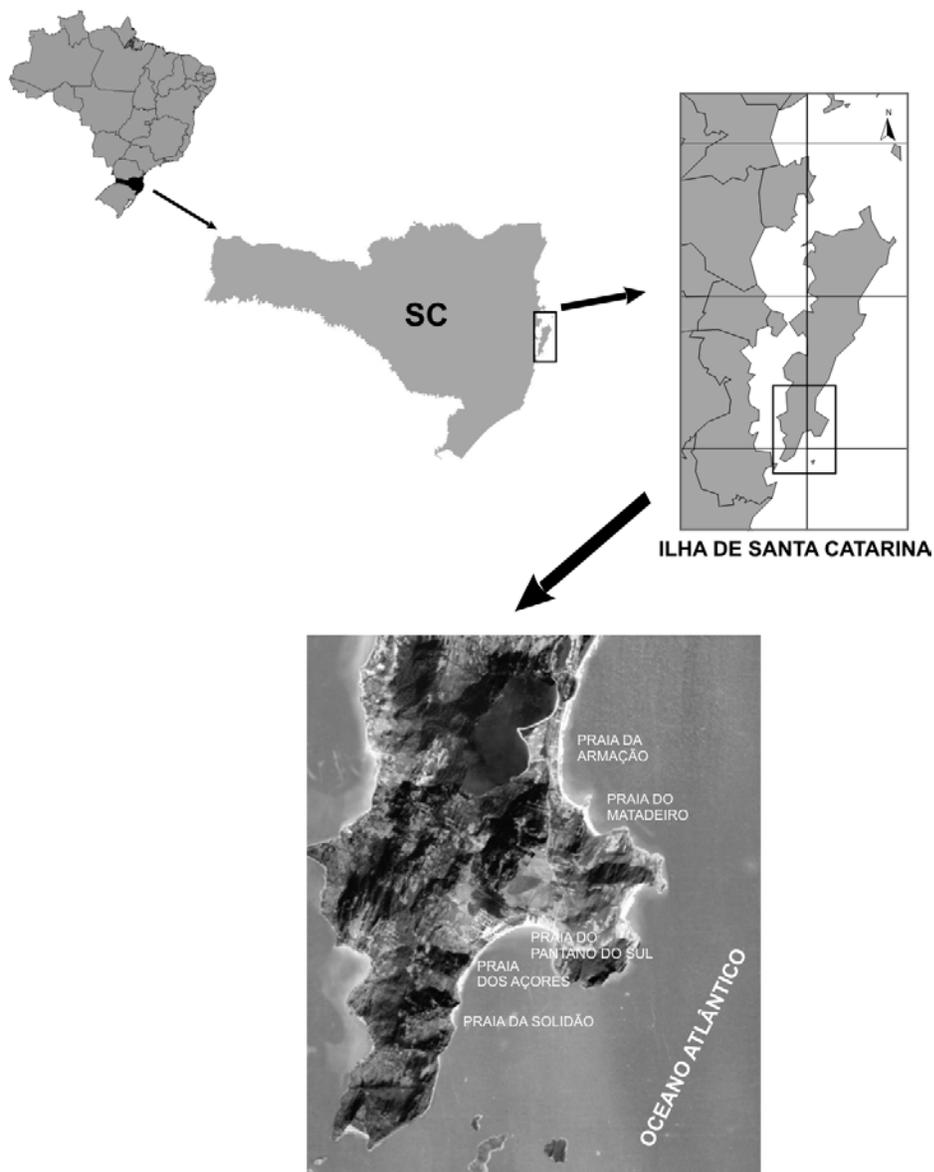


Figura 1: Localização da área de estudo

3. PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

3.1 Sistematização e Digitalização de Dados

O estudo de vulnerabilidade costeira realizado no sul da Ilha de Santa Catarina, abrangeu 5 praias e duas principais desembocaduras, a do Rio do Peri e Rio das Pacas.

Efetuiu-se o trabalho com base no material disponível e compatível com a escala e o objeto do estudo, sendo utilizado base cartográfica na escala de 1:10.000, contendo curvas de nível com intervalo de 5 metros. Dados de interpretação temática foram realizados com um conjunto aerofotogramétrico ortoretificado na escala de 1:2.000, datado de Abril de 2002. Tanto a base cartográfica, como o conjunto de aerofotogramétrico foram cedidos pelo Instituto de Planejamento Urbano do Município de Florianópolis-IPUF. Na porção marinha. A base da batimetria da área de estudo foi obtida das cartas náuticas nº 1902 e 1904, da Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil.

O material digital foi digitalizado (*on screen*) e processado no software Arc View 3.2 e Arc View 8.1, de forma a gerar diferentes planos de informação de natureza distinta conforme demonstra a tabela...

A partir desta base de dados foram utilizados extensões e softwares específicos para obtenção de dados das diversas variáveis analisadas. Para geração e derivações de dados referentes à topografia geral da área, utilizou-se a extensões *3d Analyst* e *Spatial Analyst* do *Arc View 8.1* com uso de modelagem digital do terreno, declividades e perfis transversais à linha de costa.

Informações referentes a clima de ondas, foram obtidas de HOGBEN (1986) *apud* CASTILHOS (1995) utilizando-se de dados médios referentes a duas ondulação freqüentes para esta região do Oceano Atlântico Sul: Direção 175°, H=1,5 e T=9 s; e Direção 90°, H=1,0, T=8 s. De modo a gerar a incidência de ondas na linha de costa, utilizou-se o software *Mike 21*, para geração de grade espacial de refração das ondas, com o auxílio do Laboratório de Oceanografia Geológica da Universidade do Vale do Itajaí.

Tabela 1: Planos de informação utilizados e respectivos tipos e formatos dos arquivos.

Plano de Informação	Tipo	Formato
Altimetria	Vetorial	Linhas
Batimetria	Vetorial	Linhas
Batimetria	Vetorial	Pontos
Modelo Digital e Terreno	TIN	Tin/Raster
Ortofotocartas	Raster	tiff
Linha de costa	Vetorial	Linhas
Dunas frontais	Vetorial	Linhas
Largura do póspraia/berma	Vetorial	Poligonos
Refração de ondas	Raster	tiff
Ocupação costeira	Vetorial	Linhas
Trechos costeiros	Vetorial	Linhas

3. 2 Variáveis e Parâmetros

A escolha de variáveis a serem integradas espacialmente consiste num dos passos metodológicos de maior importância em análises desta natureza, estando vinculada com o objetivo do trabalho e muitas vezes limitada pela disponibilidade e confiabilidade dos dados.

Baseado em BUSH *et. al* (1996), BUSH *et. al* (1999) e COBUM (2002), utilizou-se o conceito de geoindicadores, o qual agrupa variáveis em três classes : Parâmetros Gerais, Parâmetros de linha de costa e Parâmetros interiores. Tal conceito também sugere elementos associados as variáveis que visam indicar o estado associado as variáveis. No entanto, as

variáveis e geoindicadores utilizados no presente trabalho, seguiram parcialmente o modelo sugerido pelos autores supracitados, sendo que houve adaptação deste frente a disponibilidade dos dados e a leitura de trabalhos realizados baseados em erosão costeira, tal como DAL CIN & SIMEONI (1994) e outros descritos em COOPER & MC LAUGHLIN (1998). As variáveis utilizadas, bem como o enquadramento nos grupos de parâmetros e seus respectivos valores e pesos podem ser visualizados na figura 2.

Tabela 2: Parâmetro, variáveis e geoindicadores utilizados.

Parâmetros	Variáveis	Geoindicadores	Meio de obtenção do dado
Interiores	Topografia	Elevação	A partir de modelo numérico de terreno da base altimétrica
	Vegetação	Densidade e continuidade da vegetação do cordão litorâneo	Fotointerpretação de aerofotos e saídas de campo
Linha de Costa	Linha de costa	Altura da duna frontal	Medição com uso de nível e régua
		Vegetação de duna frontal	Fotointerpretação de aerofotos e saídas de campo
	Inlets	Declive de Antepraia	Realização de perfis topográficos digitais a partir do modelo digital de terreno da batimetria/altimetria
Costa	Inlets	Nível de Exposição	Geração de mapa de refração de ondas (HOGBEN, 1986), com o auxílio do software MIKE 21
		Largura de pós praia	Extraídas digitalmente com base nas aerofotos
Geral	Influência antrópica	Sobrelavagem e <i>Blow outs</i>	Fotointerpretação de aerofotos e saídas de campo
		Proximidade de <i>inlets</i>	Fotointerpretação de aerofotos e saídas de campo
		Distancia e densidade da ocupação antópica	Fotointerpretação de aerofotos e saídas de campo

A atribuição de pesos e valores para cada parâmetro e geoindicador, foi baseada em COBUM (2002), onde se utilizou escala de 1 a 10 para cada geoindicador e escala logarítmica para atribuição dos pesos tanto dos parâmetros para os geoindicadores. Desta forma realizou-se o cruzamento das informações e respectivos valores, na forma de matriz, a qual expressa as sobreposições cartográficas e a análise utilizada na indicação dos níveis de vulnerabilidade costeira para a região estudada, figura 2.

3.3 Classificação de trechos costeiros

A aplicação dos pesos e atributos aos geoindicadores e parâmetros, realizou-se uma classificação de trechos costeiros homogêneos em relação a tipo de vegetação de dunas frontais, ocupação costeira e exposição a ondulações de direção sudeste e leste. Tal

classificação baseou-se no conceito de células costeiras, proposto por CARTER (1991), a qual identifica células costeiras a partir dos raios de convergência e divergência de ondas, afim de possibilitar uma primeira aproximação dos trechos costeiros com energia de onda homogêneas. A partir desta aproximação, utilizou-se os dados espaciais de tipo de dunas frontais (altura, continuidade e tamanho da vegetação) e ocupação antrópica, afim de dividir as áreas previamente classificadas em trechos costeiros homogêneos, em abordagem semelhante e no trabalho realizado por DAL CIN & SIMEONI (1994) na costa Adriática da Itália. Esta segunda classificação permite separar em trechos costeiros de menor extensão e com configuração da paisagem da orla marítima em trechos homogêneos, os quais podem ser visualizados na figura 3.

Figura 2 : Matriz de determinação de pesos e atributos para os parâmetros e geoindicadores utilizados.

Variáveis	Peso	Geoindicadores	Peso	Atributos	Valor	Índices	Nível V
Topografia	0.2	Elevação	0.6	>2m <2>0,5m <0,5m	1 5 10		0.2-2.5
		Vegetação	0.4	incipiente/ausente alterada densa	1 5 10		
Linha de costa	0.5	Altura da duna frontal	0.2	>3m <3>1 m <1 m	1 5 10		2.5-4.0
		Vegetação de duna frontal	0.15	alta baixa ausente/esparsa	1 5 10		
		Declive de Antepraia	0.15	suave intermediário inclinado	1 5 10		4.0-6.0
		Nível de Exposição	0.15	baixo médio alto	1 5 10		
		Largura de praia	0.2	>20m <20>5m < 5m	1 5 10		> 6.0
		Sobrelavagem e <i>Blow outs</i>	0.15	<1/20m 1-3/20m >3/20m	1 5 10		
Inlets	0.15	Proximidade de desembocaduras	1.0	>20m < 20m >5m < 5m	1 5 10		MUITO ALTO
Influência antrópica	0.15	Ocupação Antópica	1.0	Ausente Baixa (>20m) Média (<20>5m) Alta (>5m)	1 5 10 10		ALTO

4. RESULTADOS E DISCUSSÃO

4.1 Caracterização da Orla Marítima do Sul da Ilha

O sul da Ilha de Santa Catarina é caracterizado por praias bastante diferentes sob contextos fisiográfico e geomorfológico, os quais totalizam aproximadamente 8,8 quilômetros de linha de costa, conforme tabela 3.

As praias do trecho costeiro estudado são ancoradas entre promontórios rochosos, e estão dispostas em dois segmentos da ilha distintos: um de orientação NE-SW, no extremo sudeste da Ilha abrangendo as praias da Armação Matadeiro, e no sentido ENE-WSW, sob forma de enseada no extremo sul Ilha, abrangendo as praias da Solidão, Açores e Pântano do Sul. Tais segmentos apresentam-se fundamentalmente expostos para diferentes direções de ondulação e em diferentes graus de exposição, além das características fisiográficas (perfil batimétrico adjacente, presença de ilhas costeiras, tipos de praia, etc.) as quais serão descritas para cada praia.

Tabela 3: Extensão da linha de costa estudada, e das respectivas praias abrangidas.

Praia	Extensão (m)
Praia dos Açores	807,5
Praia da Solidão	1344,9
Praia do Pântano do Sul	1665,2
Praia da Armação	3563,8
Praia do Matadeiro	1226,8
Desembocadura	151,3
Total	8.830,1

4.1.1 Praia da Solidão

A Praia da Solidão possui orientação geral NE-SW, caracterizando-se pela extensão curta de aproximadamente 1.345 metros.

A exposição a ondulações é média, apesar de localizada entre os quadrantes sul e leste, a incidência de ondas mostram-se influenciadas pelas ilhas presentes nos arredores, Arquipélagos Ilhas Três Irmãs, Papagaios, Coral e Moleques do Sul.

Do ponto de vista morfodinâmico a praia demonstra perfil dissipativo, apresentando areias predominantemente finas e declives baixos (GRÉ *et.al.*, 1993)

A presença de dunas frontais é incipiente alternando-se com ocupações na orla, bem como a desembocadura do rio das Pacas. Apesar da curta extensão a praia foi classificada em 6 trechos costeiros, segundo a combinação dos fatores analisados.

4.1.2 Praia dos Açores - Pântano do Sul

As praias dos Açores e do Pântano do Sul (figura 3) são denominações para um mesmo arco praias de orientação ENE-WSW com um total de cerca de 2,1 quilômetros. Possui em sua maior parte (onde é denominado Açores) o desenvolvimento de campo de dunas de altura elevada, e na porção abrigada (trechos nº 14 e nº 15) apresenta intensa ocupação na orla marítima.

Configura-se como uma enseada do tipo Baía Z (*Zeta bay*) (CARTER, 1993), onde desenvolvem-se distintos graus de exposição as ondulações de leste, sudeste e sul, sendo os trechos nº 9 a nº 12 os mais expostos.

Apresenta perfil predominantemente dissipativo (GRÉ *et.al.*, 1993) com partes intermediárias, onde é constatado o desenvolvimento de cúspides, na sua porção mais

exposta. Está dividida em 10 trechos costeiros, os quais possuem ocupação da orla variando entre condomínios de casas de médio a alto padrão socioeconômico, ocupação tradicionais açoriana, restaurantes e o campo de dunas supracitado.

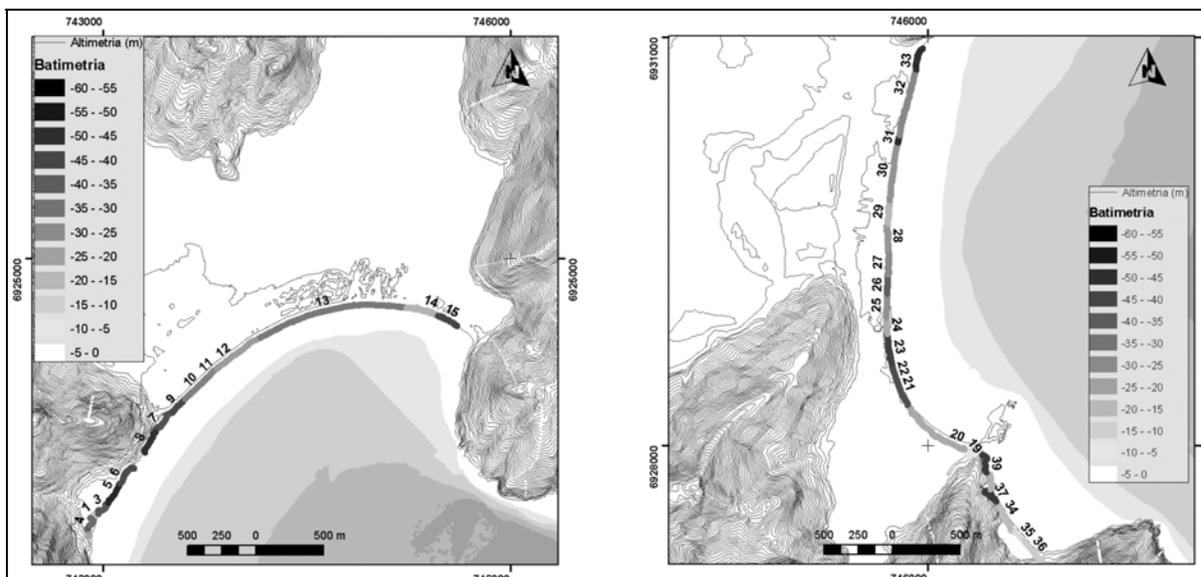


Figura 3: Trechos costeiros da área estudada

4.1.3 Praia do Matadeiro

A praia do Matadeiro (figura 3) apresenta curta extensão (1,2 km) guarnecida por maços rochosos e promontórios, apresentando no seu extremo norte uma desembocadura do Rio do Peri . A orientação da linha de costa é NW-SE, apresentando perfil praiial dissipativo. Apesar das condições semi-abrigadas, a praia é bastante exposta a ondulações do quadrante leste.

A ocupação na orla é dada por bares e pequenas edificações, porém de forma intensa e irregular, sendo compartimentadas em dois trechos principais associados a desembocadura de um pequeno corpo lagunar com desembocadura efêmera na porção central superior da praia.

4.1.4 Praia da Armação

A praia da Armação (figura 3) esta associada à barreira arenosa que encerra a Lagoa do Peri, limitada pelo promontório rochoso do morro das Pedras ao norte, e pelo tómbolo formado entre a praia e a Ilha das Campanhas, na porção sul.

Sua extensão é de cerca de 3,5 quilômetros disposto no sentido N-S, apresentando perfil refletivo ao norte passando a intermediário nas porções centrais e dissipativo ao sul (CASTILHOS, 1995). Consiste numa praia exposta a ondulações de ambos quadrantes (leste e sul), ainda que de forma diferencial com progressão a exposição sentido sul - norte.

O estado de conservação das dunas frontais está diretamente associado à densidade de ocupação da orla, ocorrendo desde ocupação ausente e dunas frontais preservadas no extremo norte a ocupação total da orla e ausência de dunas frontais no extremo sul, de forma ora

gradativa ora alternada. De acordo com tais características a praia foi classificada em 14 trechos costeiros.

4.2 VULNERABILIDADE COSTEIRA DA ORLA MARÍTIMA DO SUL DA ILHA

4.2.1 Vulnerabilidade Muito Alta

A localidade de vulnerabilidade muito alta na praia de Pântano do Sul (figura 4) situa-se no extremo leste sendo caracterizado por intensa ocupação na orla da praia, a qual caracteriza-se neste trecho por exercer funções de cunho social e urbano, tal como via de acesso a autos e embarcações, bares e disposições de petrechos de pesca, entre outras.

Neste trecho da praia ocorre fraca incidência de ondas e configuração batimétrica que sugerem a existência de corrente de retorno de fraca à média intensidade. O corte de suprimento sedimentar dado pela ocupação supracitada sobre as dunas frontais, provavelmente, contribuiu para a diminuição na largura do berma.

De uma forma geral, a elevação é baixa neste trecho, associada à proximidade e depósitos lagunares holocênicos (GRÉ *et.al.*, 1993), as quais caracterizam a possível desembocadura da paleolaguna em retro terra.

Seguindo a oeste em direção a praia dos Açores, ocorrem os trechos mais vulneráveis desta praia, onde se localiza um bolsão utilizado para estacionamento e acesso a praia. Nesta localidade associam-se os fatores: maior exposição a ondulações existente na enseada, uma linha de costa rítmica com a presença de cúspides e barras sugerindo um padrão de presença de células de circulação costeira, e dunas escarpadas associadas a largura de berma praial diminuto em relação a adjacência, denotando esta tendência.

Na praia da Solidão (figura 4), os trechos de vulnerabilidade muito alta a desembocadura do rio das Pacas, e com o trecho urbanizado da orla localizado no meio da praia.

A desembocadura da barra do Rio das Pacas apresenta instabilidade típica destes ambientes, como o estabelecimento de ligação intermitente com o oceano, é influenciada de correntes de deriva litorânea (BIRD, 2001), migrando para diferentes direções ao longo do ano.

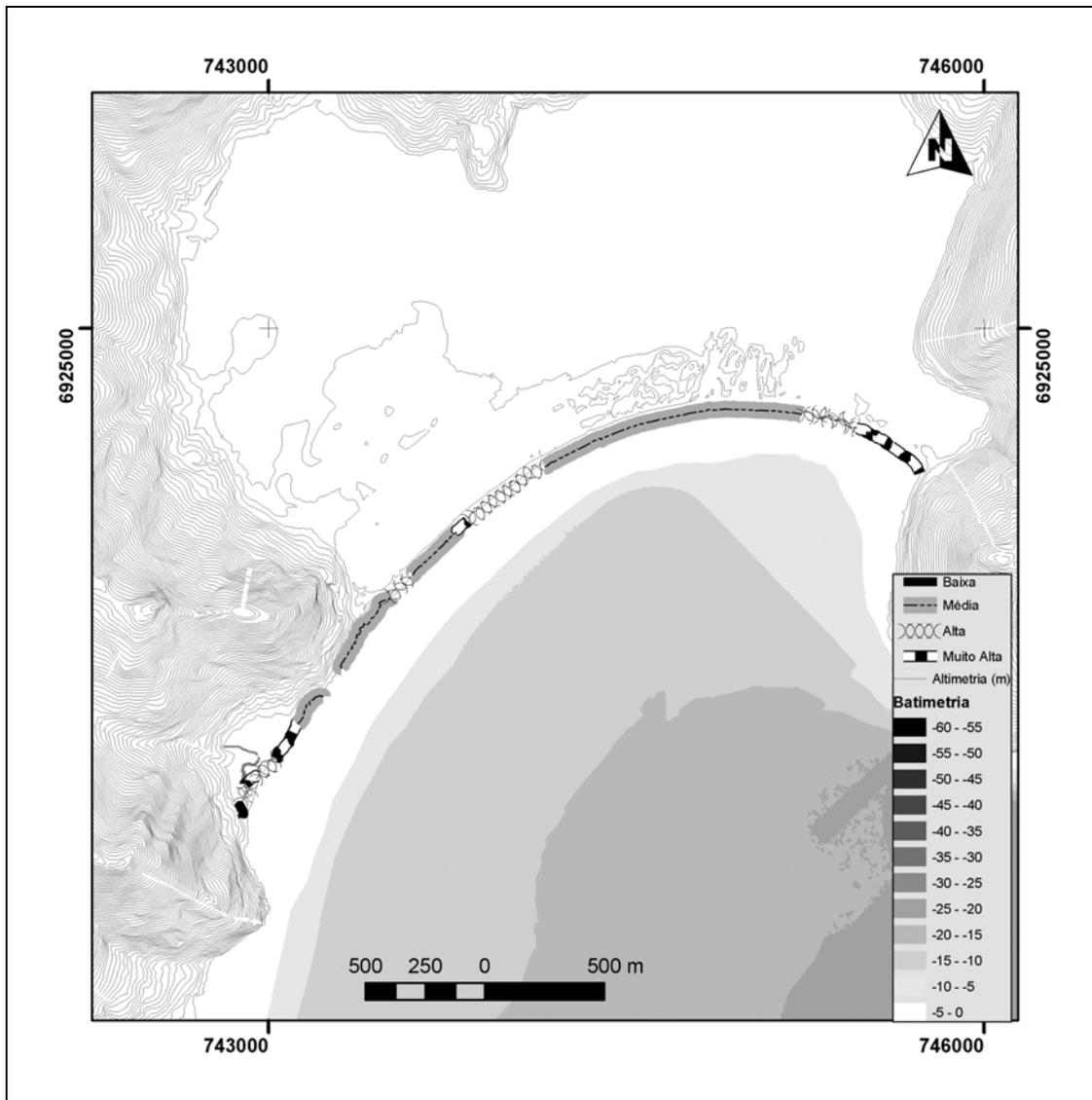


Figura 4: Nível de Vulnerabilidade das Praias do Pântano do Sul , Açores e Solidão.

No trecho no segmento central da praia da Solidão, ocorre uma diminuição na refração de ondas do quadrante sul e leste, sugerindo a presença de correntes de retorno associado às células de circulação costeira, as quais encontram a linha de costa fixada por edificações, e conseqüentemente, promovem podem estar ocasionando a perda de sedimentos (CERC, 1984), indicada pela presença de dunas frontais incipientes ou ausentes, constatadas nas aerofotos e em visitas a campo.

Na praia de Armação (figura 5) ocorrem nos trechos ao sul da praia coincidindo com a área urbanizada sobre as dunas frontais. Apesar da menor exposição às ondulações, ocorrem faixas de praia que não ultrapassam 4 metros de largura, alternadas com faixas de praia ausente na maré alta.

A retirada das dunas frontais, a urbanização sobre o cordão litorâneo, aliado ao enrocamento realizado na barra do rio adjacente, sugerem a drástica diminuição do suprimento de sedimento pré-existente, corroborando com a maior vulnerabilidade a erosão atribuída a este trecho.

Na praia do Matadeiro (figura 5) a porção central em direção a norte-noroeste, encontra-se uma área com vulnerabilidade muito alta, caracterizada por ocupações próximas a praia e a presença de um corpo d' água lagunar que eventualmente rompe sua vazão na praia. Este trecho é o mais exposto a ondulações do quadrante leste e de sudeste. A faixa de praia é reduzida devido à ocupação massiva de bares na frente da praia, o que fixa a disponibilização de sedimentos desta fonte.

4.2.2 Vulnerabilidade Alta

Nas adjacências do trecho de vulnerabilidade muito alta da praia do Pântano do sul encontra-se uma urbanização crescente seguindo a tendência de crescimento iniciado no trecho já urbanizado de forma consolidada (figura 4). A presença de dunas frontais descontínuas e o aumento da elevação atenuam o efeito erosional.

Os trechos com alta vulnerabilidade na Praia dos Açores estão associados à urbanização mais próxima à costa, advindos do loteamento dos Açores e que se encontram em áreas naturalmente expostas as ondulações do quadrante sul. Apesar de manter uma certa distância do *set back*, a presença de trilhas de acesso à praia intensificam os processos erosivos em alguns pontos ao longo destes trechos.

O local que possui alta vulnerabilidade situa-se na porção central da praia da Armação, consistindo de um local exposto às ondulações de leste e sudeste, além de exibir influencia antrópica significativa nas proximidades da linha de costa. A presença de escarpas erosivas são constantes neste trecho da praia conforme CASTILHOS (1995).

Ocorrem nestes trechos, construções obstruindo os primeiros cordões de dunas, restando pequena faixa de dunas frontais, que em alguns trechos mostra-se incipiente devido à presença constantes de leques de sobrelavagem e *blow outs*. A presença destes indica a perda de sedimentos das dunas frontais para a antepraia e possivelmente para a plataforma continental, conforme HESP (2002).

A praia do Matadeiro (figura 5) apresenta trechos de vulnerabilidade alta ao longo de todo o trecho central e sul de sua extensão. Apesar da diminuição gradativa do tamanho de onda neste sentido, a ocupação antrópica sobre as dunas frontais é crescente, ocasionando diminuição na largura do pós-praia, caracterizando um impacto direto sobre o balanço sedimentar (CARTER, 1991).

4.2.3 Vulnerabilidade Média

O local de média vulnerabilidade do arco praial (figura 4), que abrange as praias de Pântano do Sul e dos Açores, situa-se nas adjacências da extremidade leste, e possui caracteristicamente uma ocupação de alta densidade em sua orla, encontrando-se limitada pela ocorrência de amplo campo de dunas parabólicas (GRÊ *et al*, 1993). Segue-se uma área de baixa a média energia de ondas, com perfil dissipativo, e a presença de dunas descontínuas devido à presença de casas e bares.

Ocorre um aumento da largura da praia, bem como da elevação do terreno situado anteriormente a praia, dada pelo desenvolvimento de campo de dunas, apresentando uma associação da presença de *blow outs* na linha de costa, bacias de deflação que se desenvolvem a partir dali em direção a oeste, onde atingem a um estágio de estabilização controlada pela vegetação densamente presente, de forma semelhante à seqüência de estágios morfoevolutivos propostos por HESP (2002), carecendo de maiores investigações afim de confirmação de tal

hipótese. Trata-se de um trecho que se apresenta em estágio inicial de alteração antrópica em seus extremos geográficos, separados por amplo campo de dunas.

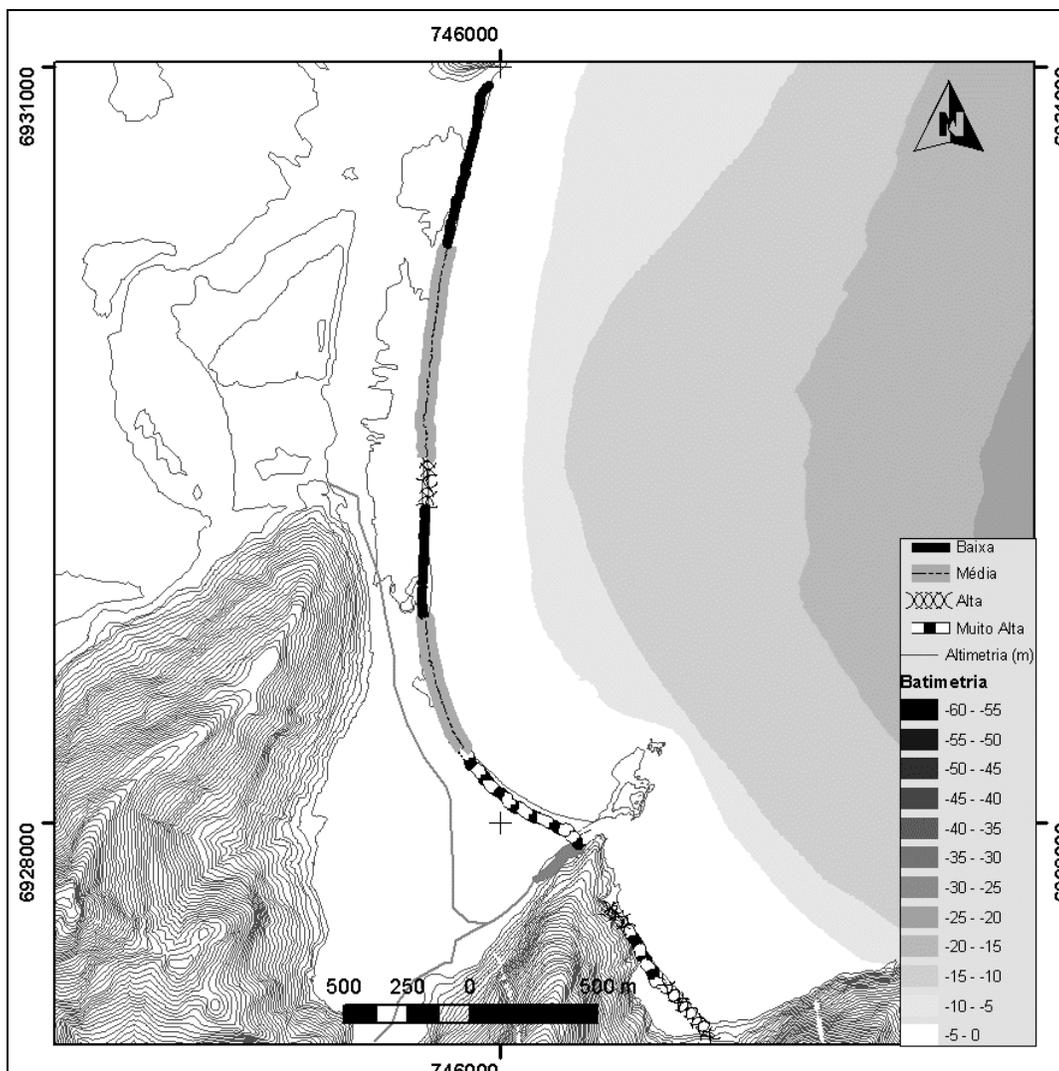


Figura 5: Nível de vulnerabilidade das Praias da Armação, Matadeiro e Desembocadura do Rio do Peri

Na praia da Solidão (figura 4) a vulnerabilidade média associa-se a extremidade norte de seu pequeno arco praial. Constitui-se de uma área com vegetação contínua, apresentando cordões de dunas frontais bem vegetadas, ainda que de pequena largura e altura. Este trecho da praia possui perfil dissipativo a intermediário. A presença de falésia rochosa adjacente que divide esta praia com a de Açores, mostra exercer um papel significativo nos processos deposicionais deste trecho, associado à refração dos raios de onda do quadrante sul.

Perfazendo grande parte da Praia da Armação, os trechos com vulnerabilidade média ocorrem no meio da praia em seqüência alternada com as áreas de vulnerabilidade baixa. Consistem de uma faixa com ocupação média a alta, que apresenta faixa de dunas frontais descontínua e variável.

São trechos de media exposição a ondulações sudeste e sul, e com faixa de praia variável entre 20 a 7 metros. As dunas frontais dispõem-se em faixas descontínuas e de largura

baixa a média (aproximadamente de 2 a 8 metros). O trecho situado mais ao sul agrega risco maior, devido ao aumento da densidade de ocupação, bem como a diminuição do estoque de sedimento de dunas frontais associado a própria ocupação local e adjacente, em situação semelhante a ocupação ocorrente na Carolina do Norte, EUA, estudado por BUSH *et. al.* (1996).

4.2.4 Vulnerabilidade Baixa

A baixa vulnerabilidade é atribuída a dois trechos da praia da Armação (figura 5): (1) na extremidade norte, o qual estende-se desde o costão rochoso até cerca de 1.500 metros em direção ao centro da praia; (2) localizado na porção central da praia, associado a um remanescente de mata de restinga situado entre duas ocupações de baixa a média densidade nas proximidades do centro da Praia da Armação.

O primeiro trecho trata-se de um dos trechos expostos a ondulação nesta praia, principalmente do quadrante leste. O perfil de praia é reflectivo, caracterizado por areia grossa (CASTILHOS, 1995). Apresenta berma praial com cerca de 20 metros e dunas frontais baixas, porém contínuas e vegetadas.

O segundo trecho é curto e possui extensão média de 800 metros. Situa-se a sul do segundo ponto principal de convergência de ondas, no entanto, apresenta o perfil praial é intermediário, com berma de largura de com cerca de 10 a 15 metros. As dunas frontais possuem altura baixa, porém densamente vegetadas, exibindo eventuais escarpas que podem atingir 1 metro de altura, bem como perfis de recobrimento da vegetação e dunas frontais em estágio avançado, sugerindo uma estabilização das mesmas (HESP, 2002).

5. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Grande parte dos trechos que se mostraram mais vulneráveis, estão associados a ocupação antrópica diretamente sobre a orla marítima, seja fixando ou substituindo as dunas frontais. A presença de desembocaduras e pontos de maior concentração de energia de onda apresentavam-se corroborados por outros geoindicadores, os quais elevavam o valor e, conseqüentemente o nível de vulnerabilidade atribuído.

A análise realizada permitiu uma classificação em níveis de vulnerabilidade associada aos fatores disponíveis. A metodologia escolhida mostrou-se bastante útil para uma integração de parâmetros de forma rápida e objetiva, permitindo entre outros ganhos, a confirmação de tendências previstas na literatura científica sobre processos erosivos costeiros. Porém, a mesma mostra-se restrito ao processo de erosão costeira a u processos de curto prazo, necessitando da adição de mais parâmetros e variáveis de médio e longo prazo, bem como de uma modelagem matemática mais detalhada levando em consideração diferentes contextos espaço temporais, bem como fenômenos de específicos de alta energia (ex.: ciclones extra tropicais) e a elevação do nível do mar.

Contudo, a aplicação de tal método mostrou-se útil como ferramenta de aplicação à análise para ocupação da orla marítima, possibilitando associar os riscos de ocupação com erosão costeira, sem demandar o tempo excessivo para a dinâmica de tomada de decisões no âmbito governamental.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

- CASTILHOS, J. A. *Estudo Evolutivo, Sedimentológico e Morfodinâmico da Planície Costeira e Praia da Armação – Ilha de Santa Catarina, SC*. Florianópolis, 1995. Dissertação (Mestrado em Geografia) – Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Universidade Federal de Santa Catarina.
- BIRD, E. C. *Coastal Geomorphology: An Introduction*. John Wiley & Sons. New York, 2001.
- BUSH, D.M.; PILKEY Jr., O.H.; NEAL, W.J.; 1996. *Living by the rules of the sea*. London: Duke University Press.
- BUSH, D.M.; NEAL, W.J.; YOUNG, R.S.; PILKEY, O.H.; 1999. Utilization of Geoindicators for Rapid Assessment of Coastal-Hazard Risk and Mitigation. *Ocean and Coastal Management* n°42, pp.647-670.
- Coastal Engineering Research Center-CERC. 1984. *Shore Protection Manual. Vol. 1*. Department of Army. US Army Corps of Engineers. 2 ° printing, Washington, DC. 966 p.
- CARTER, R.G.W.; 1991. *Coastal Environments: An introduction of Physical, Ecological and Cultural Systems*. Academic press, London..617 p.
- CARUSO, F. *Mapa Geológico da Ilha de Santa Catarina - Texto explicativo e mapa*. Porto Alegre: Notas Técnicas - Centro de Geologia Costeira e Oceânica da UFRGS, 1993. n°6. Escala 1:100.000.
- COBUM, A.(2002). Reducing the Vulnerability of North Carolina's Coastal Communities: A model approach for indentifying, mapping and mitigating coastal hazards. Duke University Library Web Site.www.dem.dcc.state.nc.us/mitigation/Library/Research/coburn.pdf
- DAL CIN, R. & SIMEONI, U; 1994. A model for determinining the Classification, Vulnerability and Risk in the Southern Coastal Zone of the Marche (Italy). *Journal of Coastal Research* vol. 10, n°1, pp.19-29
- GRÉ, J. C. R.; HORN FILHO, N. O.; NASCIMENTO, J. A. S. DO; ABREU DE CASTILHOS, J. A. (1993). Quaternary Deposits of the Pantano do Sul Beach, Santa Catarina Island, Brazil. In: INTERNACIONAL WORKSHOP "THE QUATERNARY OF CHILE, Santiago, 1993. Program and Abstracts. Santiago, IGCP-281. p. 87.
- HERRMAN, M. L. P., ROSA, C. 1986 *Geomorfologia* In: Gabinete de Planejamento Estado de Santa Catarina/GAPLAN.1986. *Atlas de Santa Catarina*. Rio de Janeiro: Aerofoto Cruzeiro, 173 p.
- HESP, P.; 2002. Foredunes and blow outs: initiation, geomorphology and dynamics. *Geomorphology* 48, 245-268.
- Instituto de Planejamento Urbano de Florianópolis-IPUF. 2002. Levantamento Aerofotogramétrico da Ilha de Santa Catarina. Ortofotocartas de abril de 2002. Escala 1:2.000.