



UNIVERSIDADE FEDERAL DA BAHIA

INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS

CURSO DE PÓS-GRADUAÇÃO EM GEOLOGIA

ÁREA DE GEOLOGIA MARINHA, COSTEIRA E SEDIMENTAR

TESE DE DOUTORADO

**COMPORTAMENTO DA LINHA DE COSTA NOS ÚLTIMOS 50 ANOS E
O RISCO DE PREJUÍZOS ECONÔMICOS NA FACE OCEÂNICA DA
ILHA DE ITAPARICA – BAHIA**

Lucas do Nascimento

José Maria Landim Dominguez (Orientador)

Abílio Carlos da Silva Pinto Bittencourt (Co-orientador)

SALVADOR - BA

2012

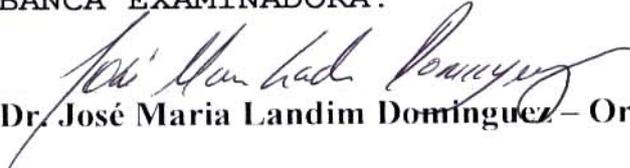
Lucas do Nascimento
Geógrafo (Universidade Estadual de Santa Cruz - 2003)

**“Comportamento da Linha de Costa nos últimos 50 anos
e o risco de prejuízo econômicos na face oceânica da Ilha
de Itaparica – Bahia”**

Tese aprovada como
requisito parcial para
obtenção do grau de
Doutor na Pós-Graduação
em Geologia da
Universidade Federal da
Bahia, na área de
concentração: Geologia
Marinha, Costeira e
Sedimentar.

APROVADA EM: 13/02/2012

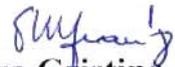
BANCA EXAMINADORA:


Dr. José Maria Landim Dominguez – Orientador


Dra. Junia Kacelenbogem Guimarães – LEC/UFBA


Dr. José Antônio Pacheco de Almeida – UFS


Dra. Iracema Reimão Silva – NEHMA/UFBA


Dra. Tereza Cristina Medeiros de Araújo - UFPE

DEDICATÓRIA

*Aos meus pais:
Antonio Orivaldo do Nascimento (in memoriam) e
Maria Angélica do Nascimento*

AGRADECIMENTOS

Agradeço primeiramente a Deus, por ser o início de tudo.

Aos meus pais e meus irmãos por sempre acreditarem em mim.

A Dielma pela dedicação, amor e companheirismo, por aguentar minhas irritações e tantas outras coisas...

Aos meus “tios-pais” Rodolfo e Maria Adélia que me acolheram como filho em um momento decisivo e de mudanças.

A Landim, pela confiança, dedicação e incentivo nos momentos decisivos.

A Abílio, pela sua dedicação e presteza, mesmo quando dessa forma não me comportei.

Ao professor Jerônimo, pela confiança, força e compreensão em momentos difíceis.

A Adeylan, pelo companheirismo e amizade durante todas as nossas jornadas, e tantas outras...rsrsrs.

A Juliana pela amizade e incentivo em momentos de angústia.

A Junia e Renata por sempre acreditarem, mesmo quando eu “rateava” em meus pensamentos.

A Marcus, pela eterna boa vontade com o danado do programa.

A professora e amiga Ana Amelia, por estar sempre presente, mesmo longe, desde aquele anúncio de “*procura-se voluntário para trabalho árduo*” colocado no quadro durante a graduação.

A professora Ana Cláudia Andrade, pelo incentivo e atenção.

Aos professores do curso.

A Iracema, pelas dicas e incentivo.

Aos colegas de mestrado, doutorado e da iniciação científica

Aos funcionários, Gil (*in memorian*) e Nilton, sempre acolhedores.

A Joaquim, pela sua presteza e muito boa vontade.

A Carlinhos, pelo empenho no tratamento das amostras.

Aos vizinhos de condomínio, pelos tantos momentos de relaxamento.

A Secretaria da Pós-Graduação.

Ao CNPq, pela concessão da bolsa.

Ao Ministério do Meio ambiente pelo financiamento do sobrevôo.

RESUMO

A ilha de Itaparica, ao longo da História, sempre apresentou uma grande vocação para o turismo. Praias belíssimas com ambientes calmos e aprazíveis que encantaram até Imperadores durante o período colonial. Porém, a intensa ocupação, a partir da metade do século XX, deixou impactos importantes nos ambientes costeiros da ilha. A realização de um estudo em torno das tendências do comportamento da linha de costa nos últimos 50 anos, avaliando o risco de prejuízos econômicos em função da ocupação e da sua sensibilidade à erosão foi o objetivo do presente trabalho. Os métodos utilizados foram: (1) visitas a campo para coleta de dados, registro fotográfico; (2) análise de fotografias e imagens multitemporais através de ferramentas de GIS, para determinar as mudanças da linha de costa nos últimos 50 anos; (3) construção de um modelo de clima de ondas, através de diagramas de refração; (4) mapeamento da área ocupada por construções fixas em uma faixa litorânea de 100m; (5) avaliação de risco de prejuízos econômicos através do cruzamento direto dos resultados da ocupação e da sensibilidade à erosão. A análise do comportamento da linha de costa para os últimos 50 anos identificou trechos com tendência de erosão em 17% da linha de costa, 24% com tendência de progradação e 59% em equilíbrio. As taxas de recuo e de avanço da linha de costa, apresentadas no presente trabalho, sugerem para muitos trechos a continuidade desses processos pelo menos para escala de médio prazo. Os diagramas de refração mostraram a existência de focos de convergência dos raios-de-onda em trechos com tendência de erosão e divergências nos raios-de-onda em trechos com tendência de progradação ou equilíbrio da linha de costa. Nesse sentido, a modelagem de onda deixou evidente que o modo com que as ondas atingem a linha de costa e a distribuição de sua energia ao longo dos diferentes trechos costeiros representa um importante fator modelador da linha de costa ao longo do tempo. A variabilidade das características morfológicas dos recifes em franja da ilha de Itaparica exerce um importante papel na morfologia da linha de costa em sua retaguarda, principalmente em condições modais de onda. Apesar da proteção exercida pelos recifes de coral é possível que, durante eventos de tempestade, as ondas vindas de SE e SSE possam transpor os recifes e atingir a linha de costa em sua retaguarda provocando erosão. Nesse caso, as modificações observadas na linha de costa protegida pelos recifes da ilha de Itaparica podem ser também o resultado de eventos extremos. A ocupação na linha de costa oceânica da ilha de Itaparica ocorreu em função da implantação de equipamentos de transporte como a ponte do Funil, as rodovias que cortam a ilha e, sobretudo, o Terminal Marítimo de Bom Despacho. A falta de planejamento e a desordem no processo de ocupação resultaram na saturação do seu espaço costeiro. Atualmente 53% da área dos primeiros cem metros de faixa costeira encontram-se ocupados por construções fixas e 28% de toda a sua extensão apresenta algum tipo de obra de engenharia. Os resultados admitem concluir que as variações na morfologia da linha de costa oceânica da ilha de Itaparica parecem estar condicionadas a um somatório de fatores que, agindo em conjunto, determinam o seu comportamento. Nesse sentido, podemos citar: (1) os padrões de incidência de onda, através de focos de convergência ou divergências dos raios-de-onda que atingem a costa gerando zonas de acumulação ou de erosão em diferentes trechos costeiros; (2) diferenças apresentadas na morfologia dos recifes de coral em franja; (3) a atuação de correntes de maré; (4) a dinâmica de delta de maré vazante; (5) a falta de suprimento para a costa, tanto pela ausência de grandes rios como pela baixa produtividade sedimentar dos recifes de coral e, (6) a ação antrópica promovendo ocupação intensa e desordenada da linha de costa. A avaliação de risco de prejuízos econômicos em função da ocupação da linha de costa e da sensibilidade à erosão mostrou que 65% apresentam risco baixo, 26% risco médio e apenas 9% risco alto de prejuízos econômicos. Diante dos resultados, torna-se importante a admissão de faixas de recuo livres de construções fixas para que se tenha a segurança de que, caso mudanças no comportamento da linha de costa aconteçam, novos prejuízos possam ser evitados no futuro. A admissão de estratégias restritivas para a proteção da faixa costeira torna-se ainda mais necessária diante das expectativas da construção da ponte ligando Salvador a ilha de Itaparica. Isso porque, a especulação imobiliária pode levar a uma exacerbada proliferação de novos empreendimentos nos espaços costeiros, ampliando ainda mais os riscos face às intempéries naturais. Os resultados aqui apresentados fornecem importantes indicações para administração pública no que se refere ao ordenamento do espaço costeiro da ilha de Itaparica.

ABSTRACT

The island of Itaparica has along its history shown a great potential for tourism. Beautiful beaches with calm and pleasant environment that have enchanted emperors during the colonial period. However, the intense occupation from the mid-twentieth century made important impacts on coastal environments of the island. A study about the behavioral tendencies of the coastline in the last 50 years, assessing the risk of economic losses due to the occupation and their sensitivity to erosion is the purpose of this study. The methods used were: (1) field visits to collect data and photographic record, (2) analysis of photographs and multitemporal images using GIS tools to determine the changes of the coastline in the last 50 years, (3) construction of a wave climate model, using diagrams of refraction, (4) mapping of the area occupied by buildings on a coastal strip of 100m, (5) assessment of economic losses risk based on occupation and sensitivity to erosion. The coastline behavior analyses for the past 50 years shows 17% of the shoreline with erosion, 24% with progradation and 59% in equilibrium. In many sectors, these processes have continuity at least for medium-term scale. The refraction diagrams showed the existence of focal points, where the wave rays converge, with erosion behavior and points, where wave rays diverge, with tendency to equilibrium or progradation of the coastline. These correlations show that the distribution of wave energy along the coast represents an important factor shaping the coastline. Also the variability on the morphology of the fringing reefs in the island of Itaparica plays an important role in the morphology of the coastline, especially in modal wave conditions. Despite the protection exerted by coral reefs, we believe that during storm events, waves from the SE and SSE can cross the reef and reach the shoreline causing erosion. The occupation in the ocean shoreline of the Itaparica island was promoted by many transport facilities, as the Funnel bridge, the highway that cross the island and especially the Marine Terminal of "Bom Despacho". The lack of planning and disorder in the occupation resulted in the saturation of coastal areas in Itaparica Island. Today 53% of the area in the first hundred meters from shoreline is occupied by buildings and 28% have some type of engineering works. The results lead us to conclude that variations in the morphology of the ocean shoreline of the Itaparica island are determined by a sum of factors. We can cite: (1) the incidence of waves, through focus of convergence or divergence of the wave-rays that reach the coast causing accumulation zones or coastal erosion in different parts, (2) differences in the morphology of the fringing coral reefs, (3) the action of tidal currents, (4) the dynamics of ebb tidal delta, (5) the lack of sediment supply to the coast, caused by the absence of large rivers and the low productivity of coral reefs and, (6) the intense anthropogenic action, especially the disorderly occupation of the shoreline. The analyses of the risk of economic losses based on the occupation of the coastline and the sensitivity to erosion shows that 65% of the coastline has low risk, 26% medium risk and only 9% high risk of economic losses. Considering these results, it will be important to a rational urban management, to define free (with no buildings) zones associated with fixed structures in order to avoid that changes in the behavior of the coastline cause economic losses in the future. The admission of restrictive strategies to protect the coastline becomes more necessary given the expectations of the construction of the bridge linking the Itaparica island and Salvador, which will increase the real state interesting for the area. The results presented here provide important information for public administration in relation to spatial planning of coastal island of Itaparica.

ÍNDICE GERAL

DEDICATÓRIA	III
AGRADECIMENTOS.....	IV
RESUMO	V
ABSTRACT	VI
ÍNDICE GERAL	VII
ÍNDICE DE FIGURAS.....	IX
ÍNDICE DE QUADROS.....	XIV
1 - INTRODUÇÃO.....	15
2- OBJETIVO GERAL.....	21
2.1- Objetivos específicos.....	21
3- METODOLOGIA	21
3.1- Etapas de campo.....	21
3.2- Etapas de gabinete.....	22
3.2.1 <i>Comportamento da linha de costa nos últimos 50 anos.....</i>	<i>22</i>
3.2.2 <i>Utilização da ferramenta DSAS (Digital Shoreline Analysis System).....</i>	<i>24</i>
3.2.3 <i>Modelagem de ondas.....</i>	<i>28</i>
3.2.4 <i>Ocupação na linha de costa atual.....</i>	<i>28</i>
3.2.5 <i>Mapeamento de obras de engenharia ao longo da costa.....</i>	<i>29</i>
3.2.6 <i>Risco a prejuízos econômicos em função da ocupação sob a linha de costa e da sensibilidade à erosão costeira.....</i>	<i>29</i>
4- ÁREA DE ESTUDO	31
4.1- Localização	31
4.2- Clima.....	31
4.3- Parâmetros oceanográficos	31
4.4- A região costeira.....	32
4.5- Batimetria	33

4.5- Geologia e Geomorfologia	33
5- COMPORTAMENTO DA LINHA DE COSTA OCEÂNICA DA ILHA DE ITAPARICA NOS ÚLTIMOS 50 ANOS	36
5.1 Utilização de técnicas de geoprocessamento na análise temporal de mudanças da linha de costa ..	37
5.1.1 Comportamento da linha de costa no trecho entre o esporão de Caixa-Pregos e a localidade de Berlinque	39
5.1.2 Comportamento da linha de costa no trecho entre a localidade de Berlinque e a praia de Vera Cruz.....	44
5.1.3 Comportamento da linha de costa no trecho entre a praia de Vera Cruz e a praia do Club Med	49
5.1.4 Comportamento da linha de costa no trecho entre a Praia do Club Med e a Barra do Gil	54
5.1.5 Comportamento da linha de costa no trecho entre a Penha e a localidade de Porto dos Santos.....	59
5.1.6 Comportamento da linha de costa no trecho entre a localidade de Porto Santo até a Ponta de Itaparica	65
5.2 Síntese do comportamento da linha de costa nos últimos 50 anos	71
6- MODELAGEM DE ONDA E SUA INFLUÊNCIA NO COMPORTAMENTO DA LINHA DE COSTA OCEÂNICA DA ILHA DE ITAPARICA	74
6.1 Diagramas de refração de onda	74
6.2 Convergência e divergências nos raios-de-onda	79
7- A INFLUÊNCIA DOS RECIFES DE CORAL NA MORFOLOGIA DA LINHA DE COSTA....	80
7.1 Os recifes em franja da ilha de Itaparica	82
7.2 O papel dos recifes de coral no comportamento da linha de costa da ilha de Itaparica	83
8- RISCO DE PREJUÍZOS ECONÔMICOS EM FUNÇÃO DA OCUPAÇÃO SOBRE A LINHA DE COSTA E DA SENSIBILIDADE À EROÇÃO COSTEIRA	91
9- DISCUSSÕES E CONCLUSÕES.....	107
10- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	111

ÍNDICE DE FIGURAS

Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.	20
Figura 4: Etapas seguidas, ao longo do trabalho, para análise do comportamento da linha de costa oceânica da ilha de Itaparica.	22
Tabela 3: Fotografias aéreas e imagens utilizadas para o mapeamento das tendências do comportamento da linha de costa.	24
Figura 5: Correlação entre as taxas de variação da linha de costa calculadas segundo os métodos: A – LRR (Regressão Linear) e B – EPR (Taxa do Ponto Final) para os últimos 50 anos na costa oceânica da ilha de Itaparica (Ver figuras 6, 9, 12, 15, 18, 22 para localização dos transectos).	27
Tabela 1: Índices atribuídos para cada uma das variáveis utilizadas no cálculo do risco de prejuízos econômicos.	30
Figura 2: Principais elementos da circulação atmosférica ao longo do litoral do Estado da Bahia (Modificado de Martin et. al, 1998).	32
Figura 3: Geologia da ilha de Itaparica (modificado de Martin <i>et al.</i> , 1980).	35
Tabela 2. Incertezas associadas na análise sequencial de fotografias aéreas.	39
Figura 6: Comportamento de médio prazo para a linha de costa do trecho costeiro entre o esporão de Caixa-Pregos e a localidade de Berlinque.	41
Figura 7: Variação da linha de costa, em metros, para o trecho costeiro entre o esporão de Caixa-Pregos e a localidade de Berlinque. Barras vermelhas representam situação de recuo; azuis, situação de equilíbrio; verdes, situação de avanço da linha de costa.	42
Tabela 4: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o R ² , registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre o esporão de Caixa-Pregos e a localidade de Berlinque.	42
Figura 8: A – Crescimento de uma saliência na praia Verde; B – Terraço arenoso com vegetação arbóreo-arbustiva na retaguarda na Ponta de Caixa-Pregos; C e D– Vista aérea do terraço vegetado em Ponta de Caixa-Pregos, trecho com maiores taxas de progradação da ilha nos últimos 50 anos; E – Muro de contenção construído para evitar o avanço do processo de erosão na extremidade do esporão de Caixa-Pregos.	43
Figura 9: Comportamento de médio prazo para a linha de costa do trecho costeiro entre a localidade de Berlinque e a praia de Vera Cruz.	45
Figura 10: Variação da linha de costa, em metros, para o trecho costeiro entre a localidade de Berlinque e a praia de Vera Cruz. Barras vermelhas representam situação de recuo; azuis, situação de equilíbrio; verdes, situação de avanço da linha de costa (Ver figura 9 para localização dos transectos).	46

Tabela 5: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o coeficiente de determinação (R^2), registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre a localidade de Berlinque e a praia de Vera Cruz.....	46
Figura 11: Trechos costeiros sob erosão no setor 2: A e B – Casa parcialmente destruída no local onde foi posicionado o transecto 79, próximo a Berlinque; C, D e E - Destruição de muros de contenção com recuo da linha de costa em suas extremidades em Aratuba; F – Ruína de uma antiga casa que existia no trecho de Aratuba; G – Raízes de coqueiros expostas e coqueiros tombados em Aratuba;; H- Imagem de satélite mostrando terraço arenoso em meio às construções, próximo a Tairu. Linha vermelha representa a posição da linha de costa em 1959 (Ver figura 9).....	48
Figura 12: Comportamento de médio prazo para a linha de costa no trecho entre a praia de Vera Cruz e o Club Med.....	50
Figura 13: Variação da linha de costa, em metros, para o trecho entre a praia de Vera Cruz e o Club Med. Barras vermelhas representam situação de recuo; azuis, situação de equilíbrio; verdes, situação de avanço da linha de costa (Ver figura 12 para localização dos transectos).....	51
Tabela 6: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o coeficiente de determinação (R^2), registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre a praia de Vera Cruz e a praia do Club Med.....	51
Figura 14: Trechos costeiros sob erosão entre a praia do Condomínio Ilha Bela e o Club Med. A e B – Destruição de obras de contenção e o avanço do mar sobre uma rua na praia dos Corais. Note a escarpa a cerca de 2 metros da estrutura eletrificação e das casas; C – Vista aérea da praia dos Corais mostrando muros caídos e um enrocamento instalado na tentativa de conter o avanço do mar sobre a rua D e E – Vista aérea da praia do Sol e de Barra Grande mostrando a destruição de muros de contenção instalados na linha de costa; F e G – Restos de antigas construções expostas na face da praia no trecho imediatamente a sul do Club Med e, H – Espigão transversal defronte ao Club Med construído com objetivo de reter sedimentos, mas que não responde da forma esperada.	53
Figura 15: Comportamento de médio prazo para a linha de costa do trecho entre o Club Med e a Barra do Gil.....	55
Figura 16: Variação da linha de costa, em metros, para o trecho costeiro entre o Club Med e a Barra do Gil. Barras vermelhas representam situação de recuo; azuis, situação de equilíbrio; verdes, situação de avanço da linha de costa (Ver figura 15 para localização dos transectos).....	56
Tabela 7: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o coeficiente de determinação (R^2), registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre o Club Med e a Barra do Gil.....	57
Figura 17: A – Foto de sobrevôo mostrando vestígios de terraço arenoso em meio à ocupação intensa no trecho costeiro da praia de Conceição. B – Na imagem de satélite a linha vermelha mostra a posição da	

linha de costa em 1959 na praia de Conceição, local onde foram posicionados os transectos 223 a 229 (Ver figura 15 para localização dos transectos) (Fonte: <i>Google Earth</i>).....	58
Figura 18: Comportamento de médio prazo para a linha de costa do trecho costeiro entre a Penha e a localidade de Porto Santo.....	60
Figura 19: Variação da linha de costa, em metros, para o trecho costeiro entre a Penha e a localidade de Porto Santo. Barras vermelhas representam situação de erosão; azuis, situação de equilíbrio; verdes, situação de avanço da linha de costa (Ver figura 18 para localização dos transectos).....	61
Tabela 8: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o coeficiente de determinação (R^2), registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre a Penha e a localidade de Porto Santo.	61
Figura 20: Trecho costeiro sob erosão entre a Ponta da Penha e Mar grande: A- Morfologia da linha de costa mostrando um significativo <i>offset</i> em relação ao trecho contíguo imediatamente a norte, causado pelo processo de erosão na Penha; B – Resquícios de uma Caieira sob a face da praia, próximo a Ponta da Penha; C - Estrutura de proteção do tipo <i>Seawall</i> construída em frente a uma propriedade próximo a Ponta da Penha; D – Muro de arrimo construído para proteger propriedades da ação das ondas próximo da Ponta da Penha; E e F – Muro de pedra com enrocamento na frente de uma propriedade na praia de Totonho; G– Casa sob a face da praia do Totonho;. H – Ruína de um muro de contenção e de uma antiga igreja que acabou destruída pelo processo de erosão, próximo a praia do Buraco do Boi (transecto324).....	63
Figura 21: A – Muro de arrimo de um Hotel sob a face de praia, próximo a Mar Grande, construído de forma irregular indicando uma falsa situação de progradação da linha de costa no transecto 301; B – acúmulo de sedimento a barlar de um espigão transversal construído ao norte da Ponta do Jaburu (transecto 318); C – Obras de contenção em Gameleira (transecto 340) e, D – Construções irregulares sob o terraço arenoso acumulado após a construção do espigão do terminal marítimo de Bom Despacho (transecto 350).....	64
Figura 22: Comportamento morfológico de médio prazo para a linha de costa do trecho costeiro entre a localidade de Porto Santo e a Fonte da Bica.	67
Figura 23: Variação da linha de costa, em metros, para o trecho costeiro entre a localidade de Porto Santo e a Fonte da Bica. Barras vermelhas representam situação de erosão; azuis, situação de equilíbrio; verdes, situação de avanço da linha de costa (Ver figura 22 para localização dos transectos).....	68
Tabela 9: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o coeficiente de determinação (R^2), registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre a localidade de Porto Santo e a Fonte da Bica.	68
Figura 24: A - Barras arenosas soldando no pontal arenoso que se desenvolve entre a praia de Ponta de Areia e a praia da Costa. B - Esquema mostra a geometria das barras arenosas em relação ao sentido da corrente de maré.....	69

Figura 25: A e B- Obras de contenção em Amoreiras, indicando processo de erosão para escala de curto prazo (anos); C e D- Obras de contenção e falésias ativas no trecho entre Mangueiros e Bom Despacho indicando processo de erosão para escala de longo prazo (séculos).	70
Figura 26: Variação da linha de costa nos últimos 50 anos e o percentual dos trechos de linha de costa sob erosão, equilíbrio ou progradação. O retângulo preto representa a margem de erro admitida para o trabalho.....	72
Figura 27: Comportamento para os últimos 50 anos da linha de costa oceânica da ilha de Itaparica.....	73
Figura 28: Diagramas de refração para ondas provenientes de SE. As linhas vermelhas destacam os focos de convergência de dos raios-de-onda.....	76
Figura 29: Diagramas de refração para ondas provenientes de SSE. As linhas vermelhas mostram os focos de convergência dos raios-de-onda.	77
Figura 30: Diagramas de refração para ondas provenientes de E. As linhas vermelhas destacam os focos de convergência dos raios-de-onda.	78
Figura 31: Comportamento da linha de costa para os últimos 50 anos, localização, morfologia e distribuição dos recifes de coral ao longo da costa da ilha de Itaparica.....	83
Figura 32: Saliência na Praia Verde, possivelmente formada por correntes costeiras em função da refração das ondas causada pelos recifes <i>Caramuanas</i> (Fonte: CONDER 1998).....	84
Figura 33: Seta vermelha indica o canal no corpo recifal defronte a enseada de Aratuba (Fonte: CONDER 1998).....	85
Figura 34: Setas vermelhas e azuis indicam canais largos e estreitos, respectivamente, nos corpos recifais localizados entre a praia do condomínio Ilha Bela e o Club Med (Fonte: CONDER 1998).....	86
Figura 35: Setas vermelhas e azuis indicam canais largos e estreitos, respectivamente, nos corpos recifais localizados entre Ponta da Penha e Conceição (Fonte: <i>Google Earth</i>).	88
Figura 36: Setas azuis indicam canais estreitos no corpo recifal em franja entre Mar Grande e Ponta da Penha. (Fonte: <i>Google Earth</i>)......	89
Figura 37: Aberturas nos recifes de coral em franja funcionando como rota de escape para os sedimentos da sua retaguarda durante a maré vazante A- Entre Ponta da Penha e Mar Grande; B – Entre Ponta da Penha e Barra Grande e, C – Entre Barra Grande e Ilha Bela (Ver figura 34 para localização). (Fonte: CONDER 1998).	90
Figura 38: Exemplos de ocupação intensa sob a linha de costa: A – Em Barra Grande; B – Em Conceição; C – Em Barra do Pote e; D – Em Barra do Gil. (Ver figura 39 A para localização).....	92

Figura 39: A – Percentual de área ocupada por construções fixas na costa oceânica da ilha de Itaparica; B – Percentual de linha de costa com presença de obras de engenharia e sua disposição ao longo da linha de costa.....	94
Figura 40: A - Destruição de muros de contenção defronte as casas em Aratuba; B – Vista aérea da praia dos Corais, em Barra Grande, mostrando enrocamento instalado na tentativa de conter a erosão; C e D – Destruição de obras de contenção e o avanço do mar sobre uma rua na praia dos Corais, em Barra Grande; E – Destruição de obras de contenção e muros defronte as casas em Barra Grande; F – Molhes transversais construídos para conter o avanço do processo de erosão no Club Med; G e H – Restos de antigas construções na face da praia no trecho imediatamente a sul do Club Med.....	95
Figura 41: A – Resto de antiga construção na face da praia na Penha; B e C – Grandes muros de contenção protegendo as casas da destruição e restos de construção na face da praia entre a Penha e Mar Grande; D e E – Restos de uma antiga igreja e do muro de contenção que a protegia, próximo a praia do Buraco Boi; Escombros de muro defronte aos bares na praia de Gameleira e; G e H – Enrocamento protegendo a via de acesso e as barracas de praia da destruição em Amoreiras.	96
Tabela 10: Porcentagem de linha de costa ocupada por construções fixas em cada um dos 93 segmentos discriminados.	98
Tabela 11: Estimativa do risco de prejuízos econômicos para a costa oceânica da Ilha de Itaparica através do produto dos índices associados à ocupação na linha de costa, a sensibilidade a erosão e ao grau de exposição do litoral a ação das ondas.....	103
Figura 42: A – Nível de ocupação sob a linha de costa; B – Sensibilidade à erosão costeira; C – Grau de exposição do litoral e D – Risco a prejuízos econômicos da linha de costa oceânica da ilha de Itaparica.	106

ÍNDICE DE QUADROS

Tabela 1: Índices atribuídos para cada uma das variáveis utilizadas no cálculo do risco de prejuízos econômicos.....	30
Tabela 2. Incertezas associadas na análise sequencial de fotografias aéreas.	39
Tabela 3: Fotografias aéreas e imagens utilizadas para o mapeamento das tendências do comportamento da linha de costa.	24
Tabela 4: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o R^2 , registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre o esporão de Caixa-Pregos e a localidade de Berlinque.	42
Tabela 5: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o coeficiente de determinação (R^2), registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre a localidade de Berlinque e a praia de Vera Cruz.	46
Tabela 6: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o coeficiente de determinação (R^2), registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre a praia de Vera Cruz e a praia do Club Med.	51
Tabela 7: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o coeficiente de determinação (R^2), registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre o Club Med e a Barra do Gil.	57
Tabela 8: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o coeficiente de determinação (R^2), registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre a Penha e a localidade de Porto Santo.	61
Tabela 9: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o coeficiente de determinação (R^2), registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre a localidade de Porto Santo e a Fonte da Bica.	68
Tabela 10: Porcentagem de linha de costa ocupada por construções fixas em cada um dos 93 segmentos discriminados.	98
Tabela 11: Estimativa do risco de prejuízos econômicos para a costa oceânica da Ilha de Itaparica através do produto dos índices associados à ocupação na linha de costa, a sensibilidade a erosão e ao grau de exposição do litoral a ação das ondas.	103

1 - INTRODUÇÃO

As regiões costeiras são as mais importantes e intensamente usadas de todas as áreas ocupadas pelo homem (Masselink e Hughes, 2003). Representam a área de interação entre o continente e o oceano, e em seu espaço diversos ecossistemas interagem e evoluem ao longo do tempo. É uma região muito dinâmica, que sofre transformações no tempo e no espaço por conta das suas características físicas e hidrodinâmicas (Komar, 2000), sendo de grande fragilidade.

Nas últimas décadas, pesquisadores de todo o mundo têm se preocupado e voltado as suas atenções para o aquecimento global e, conseqüentemente, para a elevação do nível do mar (Scor, 1991; French et. al., 1995; Muehe e Neves, 1995; Komar, 2000; Douglas e Peltier, 2002; Souza e Suguio, 2003). Essa preocupação torna-se ampliada, por causa da contínua e desordenada ocupação da zona costeira.

A urbanização da região costeira cresceu consideravelmente em função da explosão populacional do planeta no último século (Kullenberg, 2001; Orams, 2003) e, também, em função de seus atrativos naturais, econômicos (emprego e renda) e da melhor qualidade de vida que ela oferece. Grande parte da população mundial passou a viver a menos de 100 quilômetros da linha de costa e essa tendência está ocorrendo principalmente na América do Norte, Sudeste da Ásia, Índia e América do Sul (Kullenberg, 2001). Assim, com a expansão da população mundial, os espaços costeiros, antes ocupados apenas por vilas de pescadores e pequenos povoados, passaram a ser preenchidos por grandes aglomerados humanos, na forma de cidades que se desenvolveram e que, atualmente, em alguns casos, formam grandes metrópoles. Segundo Kullenberg, (2001), em 2001 já existiam 27 cidades costeiras com mais de um milhão de habitantes, sendo 12 entre 1 e 10 milhões, 13, entre 10 e 20 milhões e 2, acima de 20 milhões de habitantes.

No Brasil, onde a colonização se deu a partir do litoral para o interior, a zona costeira apresenta vários aglomerados humanos, que vão desde pequenas vilas de pescadores até grandes metrópoles costeiras, como Rio de Janeiro, Salvador, Fortaleza, entre outras. De acordo com MMA/UFRJ/FUJB/LAGET (1996), cerca de um terço da população brasileira habita a beira-mar e quase metade vive a menos de 200 quilômetros da costa, onde também estão localizadas as mais importantes instalações industriais do país.

A medida que se desenvolvem, as cidades litorâneas passam a apresentar novas demandas de comércio, indústria, lazer, etc., sendo os locais preferidos para muitas indústrias,

como as de energia e complexos químicos e petroquímicos. Aliado a isso, as demandas do comércio marítimo resultam na construção de portos, onde pequenas cidades e vilas de pescadores se transformam em grandes locais de embarque e desembarque de produtos (Laskshmi e Rajagopalan, 2000), resultando em transformações nos padrões de uso do solo, no aumento da pressão sobre a zona costeira local e em fortes alterações ambientais (Souza e Suguio, 2003).

O aumento do desenvolvimento nas regiões costeiras conduz a um conflito entre o homem e a natureza (Camfield e Morang, 1996; Suman, 2001), que acaba produzindo efeitos irreversíveis tanto para o meio natural como para o próprio homem. Dessa forma, é importante considerar as atividades humanas como parte do sistema costeiro (Gares *et al.*, 1994), já que o homem está inserido nesse contexto.

Por causa da melhoria dos acessos, da especulação imobiliária e do turismo, a praia tem sido um dos primeiros ambientes a sofrer diretamente o impacto desse crescimento, em função da proliferação de condomínios litorâneos e de outras construções à beira-mar, e do aumento do uso de obras de engenharia costeira (Hall, 2001; Silva, 2004). Assim, por serem ambientes instáveis e sensíveis, seu uso desordenado pode comprometer a sua qualidade estética e ambiental e, conseqüentemente também, a própria atividade turística (Smith e Piggot, 1989; Silva *et al.*, 2008).

Segundo Hall (2001), entre outras atividades que acontecem na zona costeira e no mar próximo à costa, nenhuma tem crescido mais em volume e diversidade do que o turismo costeiro. Nesse sentido, impactos diretos, como a destruição de estuários e manguezais para a construção de marinas e resorts, e atividades sobre recifes de coral (Leão e Kikuchi, 2005), diminuindo sua capacidade de regeneração ou, até mesmo, causando a morte de colônias inteiras, têm aumentado a degradação ambiental sobre os ecossistemas costeiros. Segundo Orams (2003), os ambientes marinhos próximos às cidades recebem grandes quantidades de escoamento superficial e outras descargas resultantes da atividade humana. Além disso, esses ambientes estão frequentemente sujeitos a outras atividades antrópicas como, por exemplo, atividades de dragagem, causando alterações na antepraia, e o fato de serem utilizados muitas vezes como depósito de lixo. O desenvolvimento de resorts e a crescente popularização do turismo marinho (pesca, mergulho, windsurfe, yatismo, etc) também têm aumentado a pressão sobre a região.

Para a preservação das praias e a manutenção de propriedades costeiras é necessário o entendimento da dinâmica costeira aí atuante (Komar, 1998). O seu uso indiscriminado, sem esse

entendimento pode resultar em prejuízos financeiros com perda de propriedades e disseminação de obras de contenção (Appendini e Lizarraga-Arciniega, 1998).

É preciso entender que a praia é uma pequena parte de um sistema muito maior, que inclui a plataforma interna (Smith e Jackson, 1990). Nesse contexto, é de suma importância compreender os padrões de dispersão de sedimentos ao longo da linha de costa induzidos pela ação das ondas. Através dele é possível identificar zonas suscetíveis à erosão, equilíbrio ou deposição de sedimentos (Munk e Taylor, 1947; Bascon, 1954; Komar, 1998; Goldsmith, 1976; Bittencourt *et al.*, 2000, 2002, 2003, 2005, 2007; Nascimento *et al.*, 2008), norteando o planejamento e gerenciamento da ocupação em áreas costeiras, assim como de projetos para a implantação de obras de engenharia.

A praia arenosa existe em um delicado balanço com o seu estoque de sedimento, sua forma, a energia de onda que a atinge e o nível relativo do mar; porém, as construções na linha de costa podem interferir nesse balanço, reduzindo a flexibilidade natural da praia, tornando-a sensível à erosão. Uma vez instalado o processo de erosão, são então construídas obras de engenharia que podem interromper o fluxo de sedimento ao longo da costa, modificando assim o ciclo natural (Morton *et al.*, 1989).

A ilha de Itaparica, com uma população estimada em 58.000 habitantes (IBGE, 2007), está dividida em dois municípios: Itaparica e Vera Cruz (Figura 1). Com os seus 48 km de belas praias, a ilha apresenta uma grande vocação para o veraneio e a atração de turistas, em função de aí existirem condições ideais para o lazer: aprazíveis temperaturas da água do mar e do ar, altos índices de insolação e belezas naturais. Nesse contexto, deve-se ressaltar a proteção gerada pelos recifes de coral proporcionando praias mais tranquilas.

A dinâmica costeira da ilha de Itaparica tem sido objeto de investigação desde a década de 1990. Bittencourt *et al.* (1990) investigaram os processos pelos quais é feito o transporte para a alimentação do esporão de Caixa-Pregos, no extremo sul da ilha (Figura 1). Segundo a interpretação desses autores, o crescimento do esporão ocorreu a partir da deriva litorânea de sedimentos induzida por ondas provenientes de NE, E, SE. Além disso, concluíram que, naquela época, essa feição não mais apresentava evidências de crescimento e que os sedimentos, para ali transportados pela deriva litorânea, estavam provavelmente sendo carregados para o canal contíguo ao esporão por correntes de maré.

Em outro trabalho desenvolvido na ilha de Itaparica, Bittencourt *et al.* (2001), a partir de fotografias aéreas, identificaram, na sua extremidade sul, no período de 1959 a 1989, uma fase erosiva com um recuo máximo de 160 metros, seguida de uma fase construtiva com um avanço máximo de 260 metros, interpretada por esses autores como relacionadas com a dinâmica do delta de maré vazante existente na entrada do canal de Itaparica (Figura 1). Posteriormente, Dominguez *et al.* (2006), numa apreciação em escala regional, apresentaram indicações que parte da ilha voltada para o oceano apresenta evidências de erosão.

Os trabalhos referentes aos recifes de coral da ilha de Itaparica estão voltados para o estudo da gênese e evolução das estruturas recifais (Leão *et al.*, 1982; Araújo, 1984; Maida e Ferreira, 1997; Castro e Pires, 2001; Leão *et al.*, 2003), não tendo sido realizada nenhuma análise quanto à sua influência no comportamento da linha de costa da ilha.

Nas últimas décadas do século passado, com a implantação do sistema *Ferry Boat*, entre a ilha e Salvador, e a construção da ponte do Funil, entre a ilha e o continente, a oeste, a urbanização da região costeira da ilha tem crescido bastante, bem como a filosofia do turismo (Soares, 2003). Com o desenvolvimento, motivado pelos novos acessos, a ilha de Itaparica passou a experimentar impactos em decorrência de atividades desenvolvidas pelo homem, principalmente a ocupação inadequada da orla, com a construção de casas, hotéis e pousadas, além de obras de engenharia, como o Terminal Marítimo de Bom Despacho, ligado ao sistema *Ferry Boat* e estruturas de proteção à erosão. Tais atividades podem alterar os processos dinâmicos e as características naturais, acarretando mudanças ambientais como a erosão, causando, portanto, conflitos de uso (Doyle *et al.*, 1984; Carter e Guy Jr., 1988; Smith e Jackson, 1990; Dean *et al.*, 1991; Smith, 1997; Komar, 2000; Smith e Leatherman, 2000; Andrade e Dominguez, 2002; Diniz, 2002).

Como consequências desse mau uso da linha de costa, com construções próximas à linha de preamar de sizígia, podem ser vistos na ilha de Itaparica diversos trechos costeiros apresentando queda de muros de proteção à erosão e de outras construções, como ocorre, por exemplo, entre Mar Grande e Ponta da Penha, entre o Club Med e a praia do condomínio Ilha Bela, e entre Aratuba e Berlinque (Figura 1). A continuidade de construção de muros de proteção à erosão, inclusive, pode levar ao desaparecimento da praia recreativa, acarretando a perda da atratividade local (Lizarraga-Arciniega *et al.*, 2001). Em qualquer litoral com vocação turística, a ausência da praia, provocada pela atuação incorreta do homem, significa também a ausência dos turistas, restando como consequência os prejuízos econômicos (Smith e Piggot, 1989).

Outro aspecto relevante, relacionado aos impactos causados pelo processo crescente e desordenado de antropização da ilha de Itaparica (Soares, 2003), refere-se aos seus recifes de coral que, segundo Leão (1996) e Leão *et al.* (2003), já se encontram sob forte estresse.

Diante do exposto e das perspectivas futuras de transformação do espaço costeiro por conta de novos investimentos em função de uma construção da ponte ligando Salvador a Itaparica, realizar uma análise em torno das tendências do comportamento da linha de costa nos últimos 50 anos e uma avaliação do risco de prejuízos econômicos em função da ocupação desordenada sobre a linha de costa oceânica da ilha de Itaparica pode gerar resultados importantes para um melhor ordenamento do seu espaço costeiro no futuro.

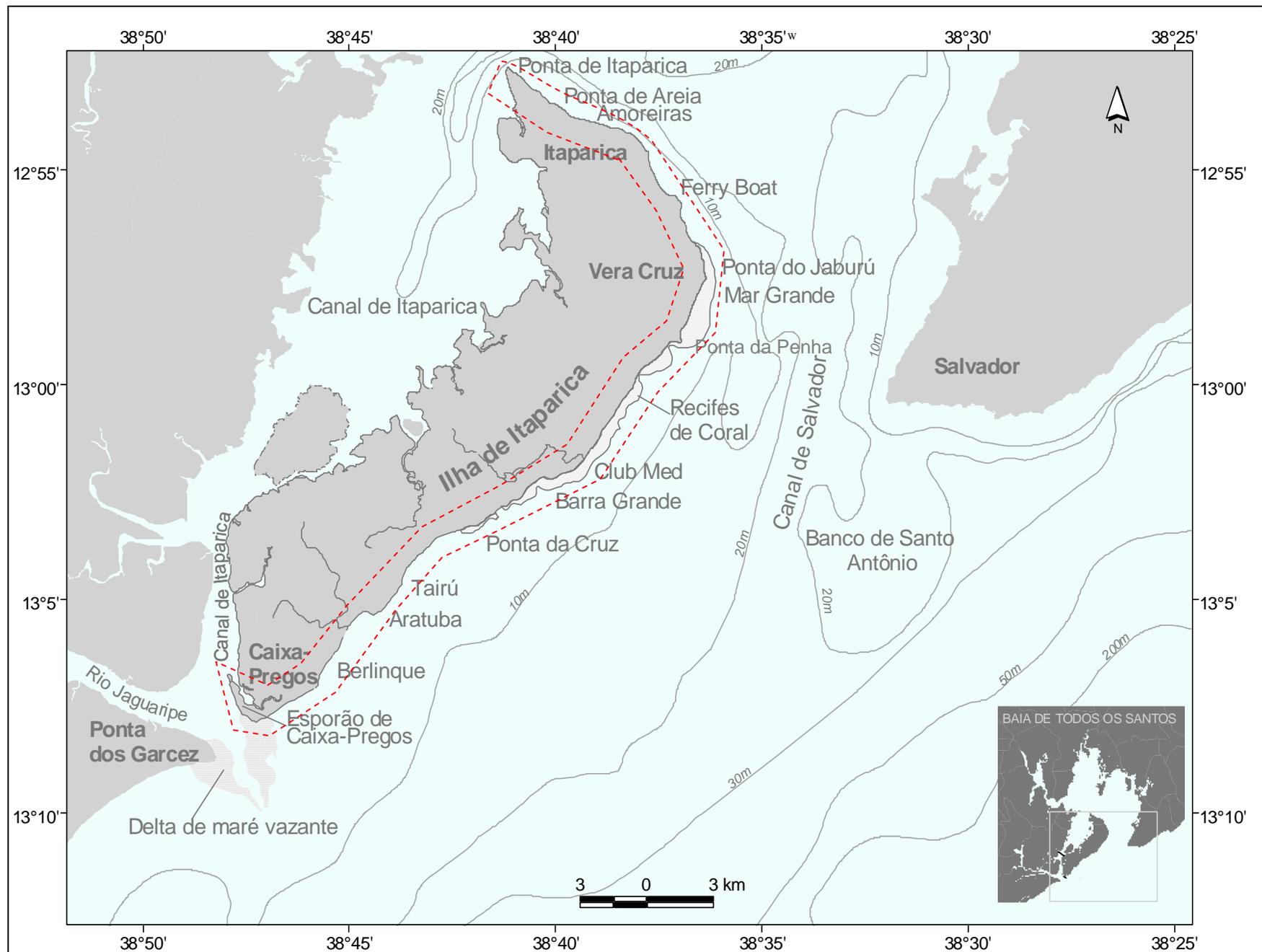


Figura 1: Mapa de localização da área de estudo.

2- OBJETIVO GERAL

Realizar um estudo sobre o comportamento da linha de costa nos últimos 50 anos e analisar o risco de prejuízos econômicos em função da ocupação e da sensibilidade à erosão costeira, oferecendo assim, subsídios para um melhor ordenamento do seu espaço costeiro.

2.1- Objetivos específicos

- Mapear e determinar as tendências de comportamento da linha de costa nos últimos 50 anos (erosão, equilíbrio, progradação);
- Modelar, com auxílio de diagramas de refração de onda, o padrão geral de incidência de ondas ao longo da costa oceânica da ilha;
- Avaliar o papel dos recifes de coral na morfologia da linha de costa;
- Mapear e quantificar a ocupação da linha de costa atual;
- Mapear as obras de engenharia construídas ao longo da linha de costa;
- Determinar o risco de prejuízos econômicos em função da ocupação da linha de costa e da sensibilidade à erosão.

3- METODOLOGIA

3.1- Etapas de campo

Entre 27 de Janeiro a 01 de Fevereiro de 2005 foi realizado um caminhamento ao longo da linha de costa para a aquisição de dados em intervalos de 1 km. Os pontos foram marcados com um GPS de mão. Em cada ponto foi realizado o preenchimento de uma ficha contendo a identificação do ponto e as características da praia.

Em outra etapa de campo, Fevereiro de 2008, foi realizado um sobrevôo panorâmico, a uma altura aproximada de 300 metros, para filmagem e registro fotográfico da orla oceânica da ilha. Com os dados coletados durante as etapas de campo, foi construído um banco de dados no aplicativo *Excel for Windows* que serviu como base para outras etapas do trabalho.

3.2- Etapas de gabinete

3.2.1 Comportamento da linha de costa nos últimos 50 anos.

As etapas para aplicação do método de análise de fotografias aéreas históricas para análise do comportamento da linha de costa da ilha de Itaparica podem ser observadas no fluxograma abaixo (Figura 4).

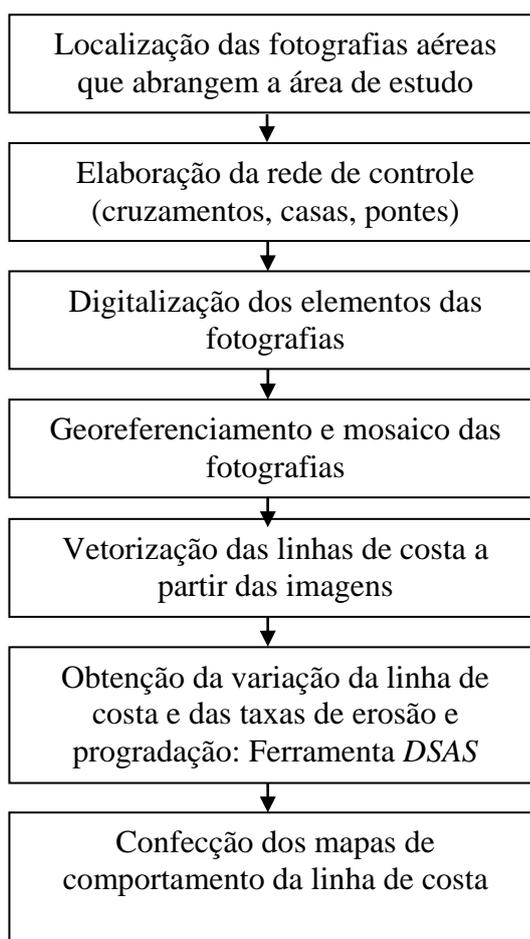


Figura 4: Etapas seguidas, ao longo do trabalho, para análise do comportamento da linha de costa oceânica da ilha de Itaparica.

As fotografias aéreas verticais de 1959, 1976, 1989 e 1998 e as imagens de satélite disponibilizadas pelo *Google Earth* (Tabela 3) foram devidamente reamostradas e georeferenciadas, utilizando a ferramenta *Georeferencing* do *ArcMap 9.2*. Para isso foram utilizados pontos de controle coletados no campo, como intersecções de cruzamentos de ruas, construções e principalmente as estradas que foram mapeadas coletando pontos a cada cem metros, com o auxílio de um GPS de mão definido na projeção UTM Datum WGS84 - Zona

24S. Por terem melhor resolução e serem mais recentes, as imagens de satélite foram tomadas como base para o georeferenciamento dos outros grupos de fotografias.

Levando em consideração a acurácia de 7 metros do GPS e o Erro Médio Quadrado (RMS) inferior a 8 metros alcançado após o georeferenciamento das imagens foi possível atingir uma acurácia aproximada de 15 metros para o trabalho. Por essa razão, a análise proposta se restringiu a considerar válido, como situação de erosão ou progradação, apenas variações superiores a 15 metros para mais ou para menos, em relação à linha de base. Trechos apresentando valores inferiores a este padrão foram considerados como situação de equilíbrio da linha de costa.

O critério utilizado para o mapeamento das linhas de costa foi baseado no limite entre a faixa de areia e o início da vegetação ou ainda qualquer alteração fisiográfica brusca, como por exemplo, escarpas de falésias ativas, muros ou obras de proteção contra a erosão.

Tal critério foi escolhido por alguns motivos. O primeiro deles está relacionado às dificuldades envolvidas para a utilização da linha d'água para tal fim. As impossibilidades de localização do limite do nível d'água em função de sua constante variação fazem com que este geoindicador seja bastante questionado pelos pesquisadores (Dolan *et al.*, 1980; Douglas *et al.*, 2000; Moore, 2000) por exemplo, na análise de mudança histórica da linha de costa. Segundo Crowell *et al.* (1993), uma comparação de uma mesma linha de costa usando a linha d'água como geoindicador em dois momentos, um com o nível máximo de alcance da água e outro com o nível mínimo, pode apresentar uma variação de posição de 10 metros. Para Moore (2000), a mineralogia e o tamanho dos grãos que compõe o litoral, influenciam a reflectância das fotografias dificultando a utilização da linha d'água como geoindicador. Na ilha, trechos com a presença de terraços de abrasão seria muito difícil de detectar esse limite. Pajak e Leatherman (2002) admitem que apenas em praias com berma bem desenvolvido deva-se usar a linha d'água como geoindicador, já que a presença desses bermas diminui consideravelmente a variação da posição da linha d'água.

O segundo é porque o intervalo de tempo entre as fotografias aéreas que possibilitaram a atualização da linha de costa é considerável (+-10 anos), sendo que para médio e longo prazo a resposta da vegetação às mudanças morfodinâmicas, na maioria das vezes, é perceptível e confiável. Além disso, as linhas de vegetação das fotografias aéreas e imagens entre 1959 e 2009, utilizadas neste trabalho, são de fácil visualização.

Outra justificativa do uso da linha de vegetação é por se tratar de uma linha relativamente estável que raramente varia com o nível da maré, além disso, a vegetação apresenta-se bem conservada nos conjuntos de fotografias e imagens analisadas.

Porém, como acontece em todos os geoindicadores, o uso da linha de vegetação também apresenta erros potenciais envolvidos. Um deles é que a mudança da linha de vegetação pode está mais ligada a processos terrestres do que a oceânicos. Processos, como o desmatamento da restinga, podem ocorrer modificando a configuração da linha da vegetação sem que necessariamente esteja ocorrendo eventos de erosão ou de deposição. Segundo Gelfenbaumt *et al.* (2003) a linha de vegetação é um bom geoindicador da variação da linha de costa, embora o desmatamento possa afetar consideravelmente a análise. Por ter se mostrado um bom geoindicador, a linha de vegetação foi utilizada como critério para o mapeamento da linha de costa da ilha.

Partindo desse critério foi possível mapear a linha de costa para as cinco datas dos conjuntos de fotografias e imagens (Tabela 3).

Tabela 3: Fotografias aéreas e imagens utilizadas para o mapeamento das tendências do comportamento da linha de costa.

FONTE	ESCALA	ANO
Petrobrás	1:25.000	1959
Conder	1:40.000	1976
Conder	1:10.000	1989
Conder	1:8.000	1998
<i>Digital Globe (Google Earth)</i>		2009

3.2.2 Utilização da ferramenta DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*)

O Digital Shoreline Analysis System é uma extensão que amplia as funcionalidades do software ArcGIS 9.2, permitindo a automatização de grande parte das tarefas relacionadas com a análise quantitativa das tendências de erosão e deposição através de uma série estatística de tempo e posições múltiplas da linha de costa (Thieler *et al.*, 2005).

O DSAS trabalha gerando transectos ortogonais em um espaçamento definido pelo usuário, calculando posteriormente o movimento da linha de costa e as taxas de mudanças através de métodos estatísticos distintos que são mostrados em uma tabela de atributos.

De acordo com Dolan *et al.*(1991) e Honeycutt *et al.* (2001), os métodos mais utilizados para calcular a taxa de variação da linha de costa a partir de fotografias aéreas e imagens de satélite são:

- (1) taxa do ponto final ou *End-Point Rate (EPR)*;
- (2) média das *EPRs* ou *Average of EPRs (AEPR)*;
- (3) taxa de regressão linear (*linear regression*),
- (4) média dos mínimos quadrados (*least mean squares*)

No presente trabalho, foram utilizados dois desses métodos (Figura 5):

- (1) a taxa do ponto final (*End-Point Rate-EPR*)

O EPR é calculado, dividindo-se o movimento líquido da linha de costa pelo tempo decorrido entre a linha mais antiga e a mais atual (Thieler, 2005). Thieler (2005) comenta que a maior vantagem do EPR é sua facilidade da computação e exigência mínima de dados, bastando apenas duas linhas para que seja efetuado o seu cálculo. A desvantagem principal ocorre quando mais de duas linhas são utilizadas, pois as informações existentes nas outras linhas não são consideradas. Mas isso não descaracteriza os resultados.

- (2) a taxa de regressão linear (*Linear Regression Rate*)

Método estatístico no qual a melhor medida é dada pela soma dos quadrados das diferenças (mínimos quadrados) entre as várias posições da linha de costa obtidas no tempo e medidas em vários trechos da praia. O método LRR calcula as taxas de recuo de linha de costa através de regressão linear. É um método que utiliza conceitos estatísticos aceitados onde todos os transectos são considerados para efeito de cálculo.

O motivo de usar os dois métodos para calcular as taxas de variação da linha de costa foi apenas para mostrar que os resultados encontrados em cada um dos métodos, apesar de não serem exatamente iguais, se aproximam da realidade encontrada na área de estudo, (Figura 5). Contudo, na descrição dos resultados foi utilizado apenas o método da Regressão Linear. Isso porque, além de calcular de forma satisfatória as taxas de variação da linha de costa, possibilita identificar, através do coeficiente de determinação (R^2), a tendência do seu comportamento para médio prazo. O R^2 ou Coeficiente de Determinação reflete a relação entre os dados analisados. Se o R^2 é próximo de 1, significa que a correlação entre os dados é

satisfatória. Nesse caso, mostra uma tendência de continuidade do processo atuante. Se o R^2 é próximo de 0, significa que a correlação entre os dados analisados não é satisfatória. Nesse caso, mostra uma tendência de estagnação ou de descontinuidade do processo atuante.

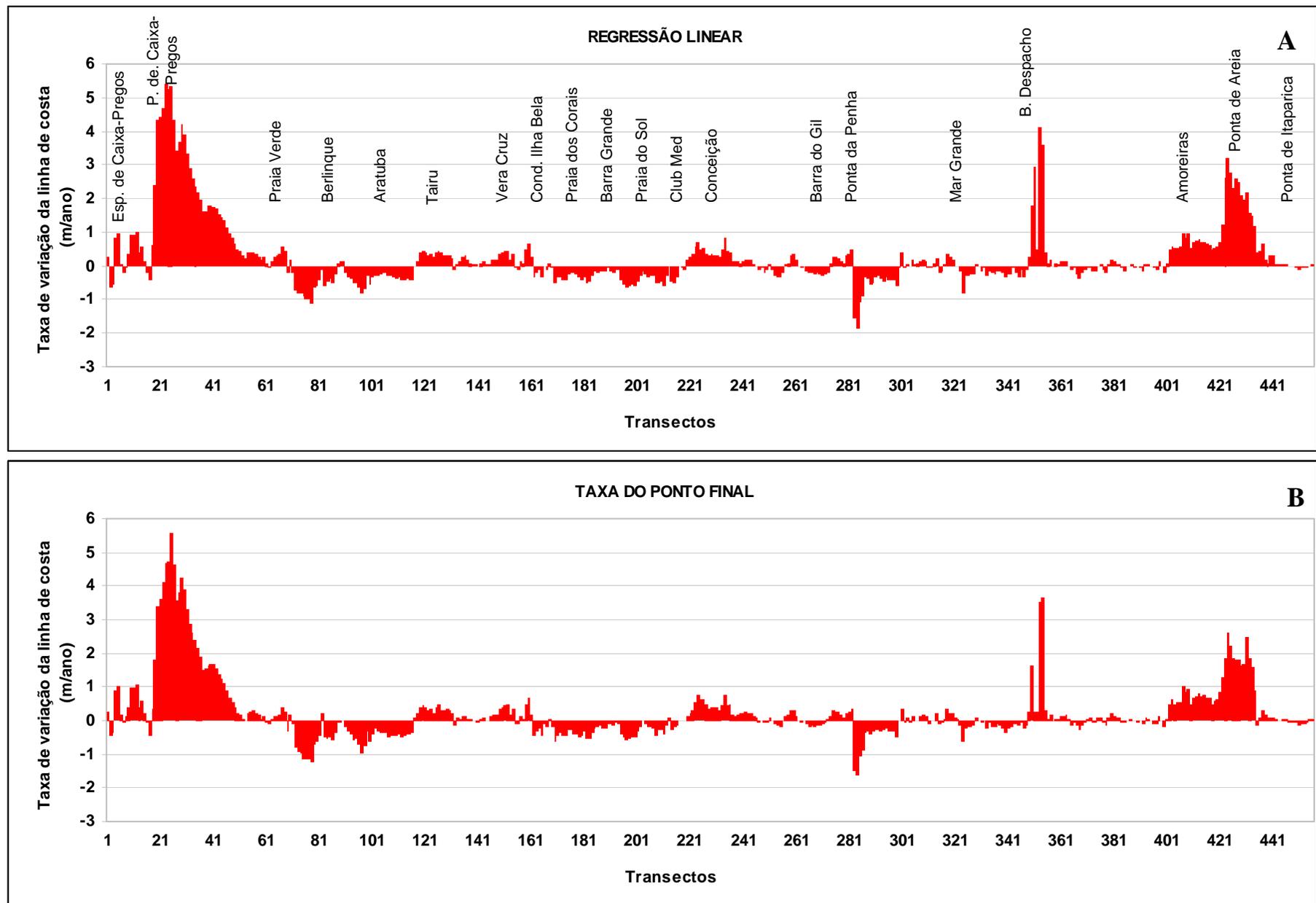


Figura 2: Correlação entre as taxas de variação da linha de costa calculadas segundo os métodos: A – LRR (Regressão Linear) e B – EPR (Taxa do Ponto Final) para os últimos 50 anos na costa oceânica da ilha de Itaparica (Ver figuras 6, 9, 12, 15, 18, 22 para localização dos transectos).

Na análise DSAS (*Digital Shoreline Analysis System*), foram traçados quatrocentos e cinquenta e seis transectos perpendicularmente à linha de costa com espaçamento de 100 metros entre si. Foi estabelecida uma linha de base, localizada continente adentro, em relação à linha de costa mais antiga, que serviu como ponto de partida para a tomada de medidas em todas as linhas de costa geradas. Este procedimento permitiu identificar e quantificar o comportamento da linha de costa segundo suas tendências de erosão, equilíbrio ou progradação da linha de costa ao longo dos últimos 50 anos (Figura 27).

A linha de costa foi dividida em seis trechos distintos em função da escala de trabalho. Isso porque não seria possível de outra maneira visualizar os dados de forma clara. Portanto, essa divisão não representa qualquer tipo de segmentação de ordem Geológica ou Geomorfológica.

3.2.3 Modelagem de ondas

Foram confeccionados, manualmente, diagramas de refração de onda, segundo procedimentos constantes em CERC (1984), a partir dos dados batimétricos da carta náutica da Marinha do Brasil n° 1110 (DHN), na escala de 1:65.000, para as mais significativas frentes-de-onda atuantes no litoral (Hogben e Lumb, 1967).

3.2.4 Ocupação na linha de costa atual.

Para a determinação da ocupação da linha de costa foram utilizadas imagens atuais disponibilizadas pelo programa *Google Earth*. As imagens de satélite foram devidamente reamostradas e uma a uma georeferenciadas através de pontos de controle coletados no campo: intersecções de cruzamentos de ruas, construções e principalmente as estradas, que foram mapeadas com o auxílio do GPS de mão. O mapeamento da ocupação atual foi feito com base na escala de 1:5.000, nível de detalhe suficiente para identificar as áreas ocupadas.

Para determinar a ocupação da linha de costa, foi utilizado como critério a presença de qualquer tipo de construção fixa em uma faixa com largura de 100 metros contados a partir da linha de costa. Essa faixa foi então dividida em 93 polígonos. Em cada um desses polígonos foram mapeadas as construções fixas determinando assim a área ocupada. Obtidos os valores de área dos polígonos e os valores das áreas ocupadas por construções fixas pôde-se determinar o percentual de ocupação por construções fixas em cada um dos polígonos mapeados (Ver tabela 10).

3.2.5 Mapeamento de obras de engenharia ao longo da costa.

As obras de engenharia foram mapeadas com o auxílio de um GPS e, posteriormente, identificadas através das imagens disponibilizadas pelo programa *Google Earth* e dos registros fotográficos realizados durante as etapas de campo. Dessa forma, pôde-se determinar o percentual de linha de costa ocupada por esse tipo de estrutura.

3.2.6 Risco a prejuízos econômicos em função da ocupação sob a linha de costa e da sensibilidade à erosão costeira.

Para a avaliação do risco a prejuízos econômicos foram utilizados os resultados alcançados na análise das tendências do comportamento da linha de costa para médio prazo, bem como os resultados relativos à ocupação atual da linha de costa.

Foram classificados com sensibilidade baixa à erosão os trechos que apresentam uma tendência a progradação; com sensibilidade média aqueles em equilíbrio e com sensibilidade alta os trechos que apresentam uma tendência à erosão da linha de costa. Para o cálculo da estimativa do risco de prejuízos econômicos foram atribuídos às sensibilidades baixa, média e alta os índices arbitrários 1, 3 e 6, respectivamente (Tabela 1). A escala dos índices atribuídos para a sensibilidade à erosão foi assim determinada por causa da maior pressão que o processo de erosão exerce sobre a linha de costa em relação às situações de equilíbrio ou progradação, respectivamente.

Para classificar a densidade de ocupação, a faixa com largura de 100 metros foi dividida em segmentos de 500 metros de comprimento totalizando 93 segmentos de área. Para cada segmento foi calculada a porcentagem em área de ocupação por construções fixas e aos resultados foram atribuídos índices arbitrários para as diferentes densidades de ocupação encontradas: **a)** baixa ocupação (Índice 1) – até 34%; **b)** média ocupação (Índice 2) – de 35 a 67%; e **c)** alta ocupação (Índice 3) – de 68 a 99% (Tabela 1).

Ainda foi incluído um índice referente ao grau de exposição do litoral à ação das ondas. Nos trechos costeiros protegidos da ação das ondas foi atribuído o índice 1, que corresponde a um grau baixo de exposição do litoral, nos trechos semi-protegidos foi atribuído o índice 2, que corresponde a um grau médio de exposição do litoral e nos trechos expostos a ação das ondas foi atribuído o índice 3, que corresponde a um grau alto de exposição do litoral (Tabela 1).

O risco de prejuízos econômicos foi estimado através do produto dos índices atribuídos para cada uma das três variáveis analisadas.

Todos os resultados foram inseridos no aplicativo de Informações Geográficas *ArcMap* 9.2 da *ESRI*, onde foram produzidos os mapas temáticos do presente trabalho.

Tabela 1: Índices atribuídos para cada uma das variáveis utilizadas no cálculo do risco de prejuízos econômicos.

	Baixa	Média	Alta
Densidade de ocupação	1	2	3
Sensibilidade à erosão	1	3	6
Grau de exposição do litoral	1	2	3

4- ÁREA DE ESTUDO

4.1- Localização

A Ilha de Itaparica é a maior ilha marítima do Brasil, com 246 km² de área (IBGE, 2007), localizada na entrada da Baía de Todos os Santos, e delimitada, a oeste, pelo canal de Itaparica e, a leste, pelo canal de Itaparica-Salvador (Figura 1).

4.2- Clima

O clima da Ilha de Itaparica, assim como em toda a Baía de Todos os Santos (BTS) é caracterizado como tropical-úmido com marcante ciclo sazonal. De acordo com os registros da estação meteorológica de Ondina, Salvador, localizada na entrada da baía, do Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), as médias anuais de temperatura do ar na superfície, umidade relativa do ar na superfície, precipitação e evaporação na superfície são, respectivamente, 25,2°C, 80%, 2.100 mm e 1.002 mm.

As maiores temperaturas ocorrem entre janeiro e março, ao redor de 30°C, principalmente devido à maior incidência de radiação solar durante o verão do Hemisfério Sul. As menores temperaturas ocorrem entre julho e setembro, entre 21°C e 22°C, associadas à menor quantidade de radiação incidente e à entrada de frentes frias, ou seus vestígios, provenientes do sul. A umidade relativa possui pouca variabilidade sazonal, atingindo o máximo de 83% e o mínimo de 79%, em maio.

4.3- Parâmetros oceanográficos

Os ventos na região são controlados pelas massas de ar geradas pela célula de alta pressão do Atlântico Sul e pelos avanços periódicos da Frente Polar Atlântica (Bigarella 1972; Dominguez *et al.*, 1992; Martin *et al.*, 1998). Os ventos de NE e E prevalecem durante a primavera e verão, gerando padrões de ondas nessas mesmas direções com altura de 1 m e período de 5 s (Bittercourt *et al.*, 2000), enquanto que os de SE e SSE são mais comuns no outono e inverno, os últimos relacionados aos avanços episódicos da Frente Polar Atlântica, gerando padrões de ondas nessas direções com altura de 1,5 m e período de 6,5 s (Bittencourt *et al.*, 2000). Esse padrão geral pode ser alterado quando da atuação de fenômenos atmosféricos como *El Niño*, que pode vir a interromper a ação dos ventos de SSE nessa região (Figura 2).

O regime de marés, para a região de estudo, é semidiurno com ciclos alternados de vazante e de enchente ao longo de um período aproximado de 24 horas. É um regime de meso-

marés, segundo a classificação de Davis e Hayes (1984), com as marés de sizígia apresentando amplitude máxima em torno de 2,6 m (DHN 1988).

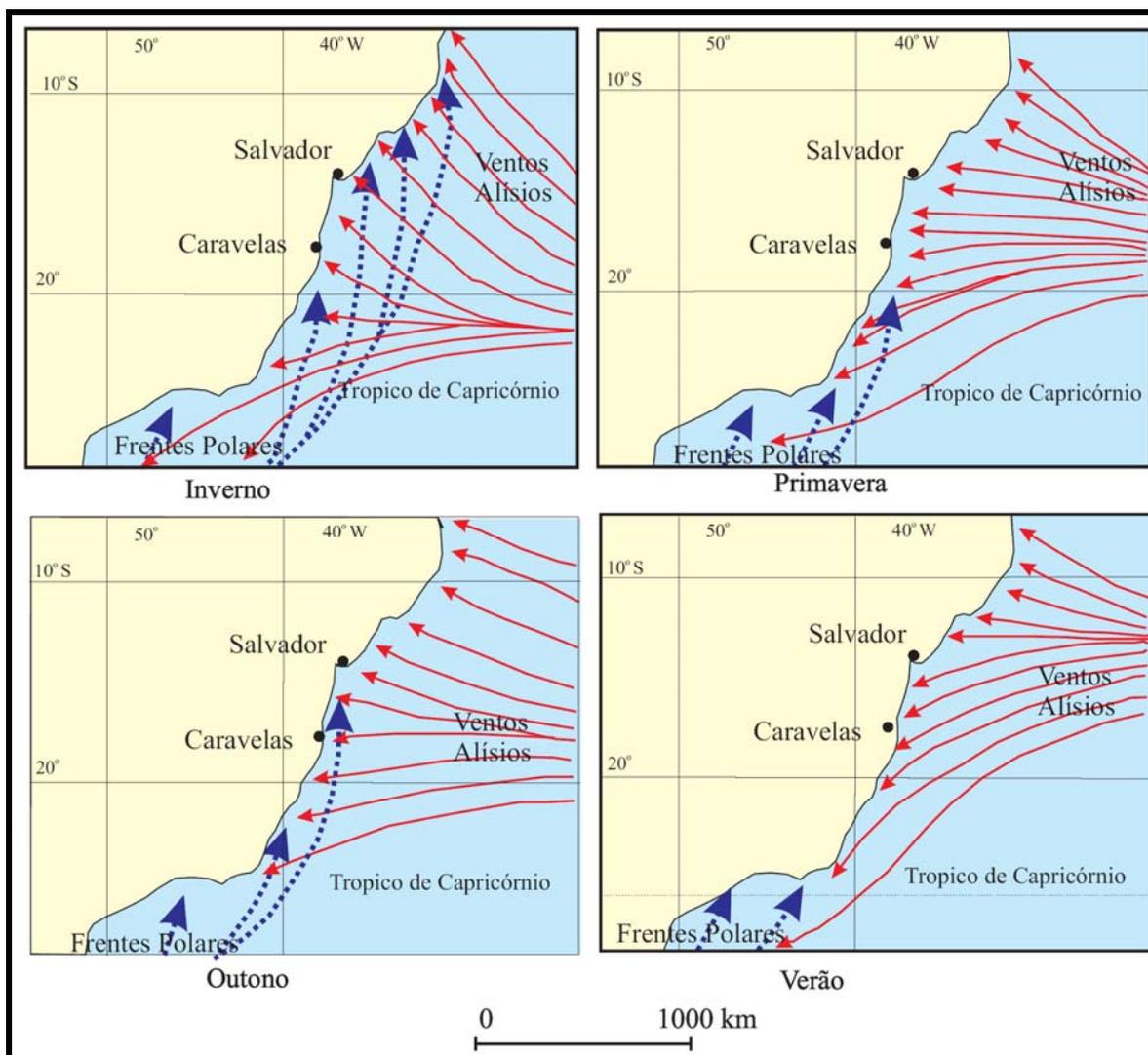


Figura 2: Principais elementos da circulação atmosférica ao longo do litoral do Estado da Bahia (Modificado de Martin et. al, 1998).

4.4- A região costeira

A morfologia costeira é caracterizada por pequenas elevações (morros) junto à costa, na sua região nordeste, com alguns trechos de falésias ativas e terraços de abrasão, e por planícies costeiras bem desenvolvidas, a partir de Mar Grande para o sul (Figura 3). Colinas com elevações atingindo até 90 m são encontradas nas partes leste e central da ilha. Na parte oeste essas elevações atingem até 60 m de altitude (Cerqueira Neto, 1976). Ao longo da ilha, na sua face voltada para o oceano, pequenos riachos desembocam nas suas praias. Recifes de coral em

franjas são encontrados entre Ponta do Jaburu e Ponta da Cruz (Araújo, 1984; Leão, *et al.*, 2003) (Figura 3). Em sua face oeste, voltada para o canal de Itaparica, a paisagem é caracterizada por extensos manguezais e canais de maré (Figura 3).

Cerca de trinta praias arenosas margeiam parte da costa nordeste e as costas leste e sudeste da ilha de Itaparica. No extremo sul da ilha, na localidade de Caixa-Pregos, encontra-se uma feição geomórfica do tipo esporão, com aproximadamente 2,5 km de extensão e direção SSE-NNW, cuja extremidade é separada do continente por uma pequena laguna (Martin *et al.*, 1980). Na desembocadura do rio Jaguaripe, ainda no extremo sul da ilha, existe um delta de maré vazante formado por uma série de bancos de areia (Figura 1).

A partir da Ponta do Jaburu, em direção à cidade de Itaparica, as praias são marcadas pela presença de terraços de abrasão esculpidos em rochas sedimentares. Em Ponta de Areia, bancos de areia bem desenvolvidos estão presentes e estendem-se até a Ponta de Itaparica (Figura 3).

4.5- Batimetria

A batimetria defronte à costa oceânica da ilha de Itaparica é caracterizada pelo fato de as isóbatas de 10 e 20 metros serem bem próximas à sua costa nordeste, afastando-se consideravelmente da linha de costa no sentido sudoeste (Figura 1). Além disso, uma significativa irregularidade de fundo é encontrada nas isóbatas de 10 e 20 metros entre Mar Grande e Barra Grande (Figura 1).

4.5- Geologia e Geomorfologia

De acordo com Martin *et al.* (1980), a geologia da ilha de Itaparica (Figura 3) é marcada pela presença de rochas sedimentares, de idade cretácea, que delimitam internamente a região costeira, atingindo a linha de costa entre as localidades de Amoreiras e Buraco do Boi. No topo das colinas cretáceas podem ser encontrados, na região nordeste da ilha, em forma de tabuleiros, sedimentos da Formação Barreiras, de idade pliocênica.

No sopé das elevações das porções nordeste e centro-leste da ilha podem ser encontrados depósitos de leques aluviais coalescentes, com topos situados entre 15 e 20 metros acima do nível do mar atual. Terraços marinhos de idade pleistocênica são encontrados na parte interna da planície costeira, nas suas porções sudoeste e centro-leste, com alturas em torno de 8 m. Terraços marinhos holocênicos, ocupando a quase totalidade da região costeira, na face da ilha voltada para o oceano. Esses terraços apresentam alturas variando de cerca de 4 m, nas partes internas,

até poucos centímetros, na linha de costa (Figura 3).

Nos terraços holocênicos existem cristas de cordões litorâneos notavelmente bem desenvolvidas, o que, entretanto, só aparece na forma de vestígios nos terraços pleistocênicos. Nas zonas baixas, que margeiam os riachos, podem ser encontrados depósitos flúvio-lagunares, localizados tanto na retaguarda dos manguezais e pântanos desenvolvidos na face oeste da ilha, quanto dos depósitos marinhos nas faces leste e sudoeste (Figura 3).

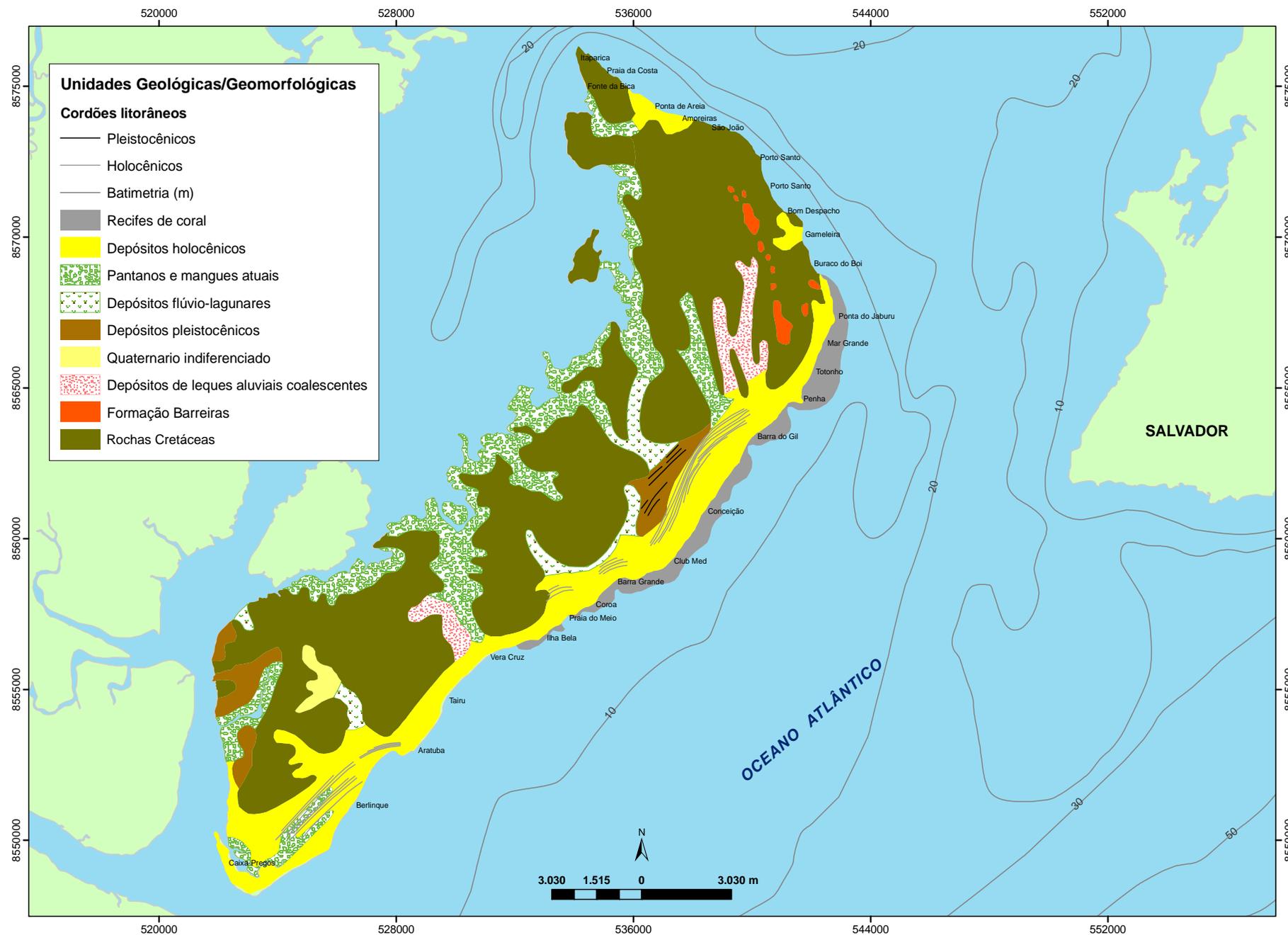


Figura 3: Geologia da ilha de Itaparica (modificado de Martin *et al.*, 1980).

5- COMPORTAMENTO DA LINHA DE COSTA OCEÂNICA DA ILHA DE ITAPARICA NOS ÚLTIMOS 50 ANOS

Estudos mostram que quando se examina em detalhe a evolução da zona costeira, nota-se que algumas regiões do Brasil, a exemplo da região nordeste (Dominguez e Bittencourt 1996; Bittencourt *et al.* 2002, 2003, 2005), têm exibido uma tendência de longo prazo para recuo da linha de costa, atuando em escalas de tempo de alguns milhares a dezenas de milhares de anos, enquanto em outras regiões a tendência geral tem sido de acumulação de sedimentos e, portanto avanço da linha de costa mar adentro.

Superpostas a estas tendências de longo prazo, existem fenômenos que atuam em escalas de tempo de décadas (médio prazo) tais como: dinâmica de desembocaduras fluviais e canais de maré, captura de areia em pontais arenosos, promontórios ou obras de engenharia (Nascimento, 2006; Nascimento *et al.*, 2007).

A erosão em praias, de uma forma geral, tem sido atribuída a uma gama de causas naturais e antrópicas (Komar, 2000; Wong, 2003; Doyle *et al.*, 1984; Souza e Suguio, 1996, 2003; Souza, 1997, 2001, 2009a; Santos, 2010).

Outros fatores de ordem ambiental atuam fortemente para agravar este problema, dentre os quais, a devastação indiscriminada dos mangues e a implementação de obras de engenharia. Estas últimas, quando executadas sem os devidos critérios, podem agravar ou provocar erosão nas áreas adjacentes (Cunha, 2005; Nascimento, 2006; Nascimento *et al.*, 2007). Por exemplo, a construção de barragens ao longo dos rios, sejam elas para o fornecimento de energia ou abastecimento gera a captura de sedimentos, comprometendo o aporte desse material para a zona costeira.

A exploração indiscriminada de areia de dunas, pós-praia e antepraia, para a construção civil e aterros, pode agravar seriamente o *déficit* de sedimentos nas praias e acelerar seu processo de emagrecimento da praia (Cunha, 2005).

As ocupações desordenadas da atividade humana sobre a zona costeira também podem impedir o transporte de sedimentos ao longo da costa, modificando o balanço de sedimentos em determinado trecho costeiro, tendo como uma possível consequência o desenvolvimento de processo de erosão, fator de elevado risco para a ocupação humana junto à linha de costa (Lizárraga-Anciniega *et al.*, 2001).

Em suma, o fenômeno de erosão torna-se um risco para o homem quando ele constrói algum tipo de referencial fixo como estradas, casas, hotéis, pousadas que se interpõe ao processo natural de recuo da linha de costa. Deste modo, a erosão é de certa maneira fruto da própria ação do homem, pois se ninguém vivesse próximo à linha de costa este processo não geraria grandes transtornos (Dominguez, 1995). Portanto, o homem é a própria razão da existência do risco, já que os fenômenos naturais constituem eventos normais e freqüentemente previsíveis (Suguio, 1999).

5.1 Utilização de técnicas de geoprocessamento na análise temporal de mudanças da linha de costa

Com o aumento da ocupação das áreas costeiras e o quadro atual de mudanças climáticas e elevação do nível relativo do mar, estudos sobre mudanças da posição da linha de costa nas últimas décadas têm se tornado ferramentas essenciais para a gestão da zona costeira (Souza e Luna, 2009).

A interpretação de séries históricas de fotografias aéreas e mapas antigos, como uma técnica para medir variações da linha de costa, teve início no final da década de 1960 (El-Ashry e Wanless, 1967). Desde então, inúmeros trabalhos têm discutido os métodos, os erros envolvidos e as aplicações dessa técnica, visando ao estudo de processos de erosão e ao cálculo da taxa de retrogradação da linha de costa (por exemplo, Anders e Byrnes 1991, Crowell *et al.*, 1991; Dolan *et al.*, 1991; Camfield e Morang, 1996; Moore, 2000; Fenster *et al.*, 2001; Honeycutt *et al.*, 2001; Byrnes *et al.*, 2003; Boak e Turner, 2005; Esteves *et al.*, 2009).

No Brasil, estudos desse tipo ganharam expressão somente a partir da década de 1990 (Souza *et al.*, 2005). Inicialmente, limitava-se a investigar mudanças da linha de costa em desembocaduras fluviais.

Baseado em técnicas de geoprocessamento mais apuradas e o aprimoramento da localização espacial por satélite, os trabalhos começaram a tratar das variações da linha de costa, como um todo (Dias, 2005; Souza *et al.*, 2005 e Muehe, 2006).

No estado de São Paulo, a evolução dos trabalhos sobre o tema se deu da mesma maneira. Os primeiros trabalhos a utilizar métodos de cálculo da taxa de retrogradação da

linha costa e a incorporar técnicas de geoprocessamento foram realizados na praia do Gonzaguinha, no município de São Vicente (Souza e Barbosa, 2007; Souza, 2008, 2009a). No litoral do nordeste, estudos sobre o tema foram realizados em vários estados como a Bahia (Apoluceno, 1998; Bittencourt *et al.*, 2001), Sergipe (Rodrigues, 2008), Alagoas (Santos, 2010), Ceará (Farias, 2008); entre outros.

Estes estudos fornecem dados de erosão e acreção que são fundamentais para o planejamento de municípios e cidades costeiras. Outros trabalhos que se utilizaram de fotografias aéreas para determinação da variação da linha de costa podem ser citados, como Tessler e Mahiques (1993) e Thieler e Danforth (1994).

A análise sequencial de fotografias aéreas torna possível a observação de alterações ocorridas durante o intervalo entre os levantamentos aéreos, sendo a sua principal vantagem registrar permanentemente o local no momento exato da obtenção da fotografia. Este registro é mais eficiente do que a utilização de mapas ou cartas. Outra vantagem da utilização das fotografias aéreas é encontrada quando suplementada por perfis praias, mapas, dados de maré e dados climáticos ao longo do tempo considerado. Desta forma, com registros aerofotográficos sequenciais, mudanças na linha de costa podem ser detectadas com precisão e um planejamento costeiro mais adequado pode ser realizado em função das taxas de acreção e erosão local.

A utilização de aerolevantamentos históricos para a análise da variação da linha de costa tem-se demonstrado uma metodologia rápida e barata, entretanto existem muitas incertezas associadas a esta metodologia (Anders e Byrnes, 1991; Crowell *et al.*, 1991; Dolan *et al.*, 1991; Camfield e Morang, 1996; Moore, 2000; Fenster *et al.*, 2001; Honeycutt *et al.*, 2001; Byrnes *et al.*, 2003; Boak e Turner, 2005; Esteves *et al.*, 2009) (Tabela 2).

Tabela 2. Incertezas associadas na análise sequencial de fotografias aéreas.

1. Incertezas geradas durante o aerolevanteamento	(a) elasticidade do filme fotográfico (b) inclinação da câmera fotográfica (c) distorções associadas as distâncias focais (d) problemas relacionados as escalas das fotos (e) qualidade dos levantamento aerofotogramétricos
2. Incertezas embutidas nos processos de digitalização das fotografias aéreas	(f) distorções associadas a cópias das fotografias (g) distorções associadas a digitalização das fotografias
3. Incertezas geradas durante o georeferenciamento e a vetorização de elementos da fotografia	(h) incertezas geradas durante o georeferenciamento (i) incertezas geradas durante o georeferenciamento e a vetorização de elementos da fotografia (j) incertezas geradas durante a vetorização da linha de costa (k) incertezas geradas no cálculo das variações da linha de costa
4. Outras incertezas	(l) qual tipo de costa (praia) que esta se analisando? (m) qual a maré astronômica no instante do aerolevanteamento? (n) existia maré meteorológica associada à astronômica no instante do levantamento? (o) qual escala deve-se representar a variação da linha de costa?

A seguir serão apresentados os resultados obtidos através da ferramenta DSAS para o comportamento da linha de costa oceânica da ilha de Itaparica.

5.1.1 Comportamento da linha de costa no trecho entre o esporão de Caixa-Pregos e a localidade de Berlinque

A análise do comportamento da linha de costa, realizada no presente trabalho, identificou uma tendência de progradação da linha de costa nos últimos 50 anos nesse trecho da ilha de Itaparica.

Foram identificados trechos sob progradação da linha de costa que variaram entre 19,72 e 52,27 metros, no esporão de Caixa-Pregos e de 18,67 a 278,94 metros entre a Ponta de Caixa-Pregos e a praia Verde, sendo este último o maior avanço identificado ao longo de toda a área de estudo para os últimos 50 anos (Figura 7).

Os resultados mostraram que a progradação ocorreu a taxas (LRR) que variaram de 0,4 a 1,0 metro por ano, no esporão de Caixa-Pregos e de 0,4 a 5,4 metros por ano, entre a

Ponta de Caixa-Pregos e a praia Verde. Nesse trecho foram identificadas as maiores taxas de progradação da linha de costa de toda a costa oceânica da ilha de Itaparica (Figura 6 e Tabela 4). Os indicativos dessa progradação ocorrem sob a forma de uma saliência, constituída por um terraço bem desenvolvido com vegetação arbórea/arbustiva na retaguarda, localizada na praia Verde, próximo a ponta de Caixa-Pregos (Figura 8).

Apesar da tendência de progradação da linha de costa nesse setor costeiro, dois pequenos trechos apresentando erosão da linha de costa puderam ser identificados. Um na extremidade do esporão arenoso de Caixa-Pregos e outro próximo à Ponta de Caixa-Pregos (Figura 6). No primeiro, a erosão variou entre -16,8 e -23,18 metros, transectos 2 e 3, no segundo, a erosão foi de -21,95 metros, transecto 17 (Figura 6). De acordo com o método da regressão linear, as taxas de erosão variaram entre -0,4 e -0,6 metros por ano nesses locais (Tabela 4).

Nos trechos onde ocorreu progradação da linha de costa, como entre o esporão de Caixa-Pregos e a praia Verde (transectos 4 a 49), foram identificados valores para o R^2 mais próximos de 1, indicando uma correlação de forte a muito forte entre as variáveis analisadas, mostrando uma forte tendência de continuidade desse processo. Nos trechos sob erosão da linha de costa foram identificados valores de R^2 inferiores 0,5, o que indica uma fraca correlação entre as variáveis analisadas. Esses resultados apontam uma baixa tendência de continuidade desse processo (Tabela 4).

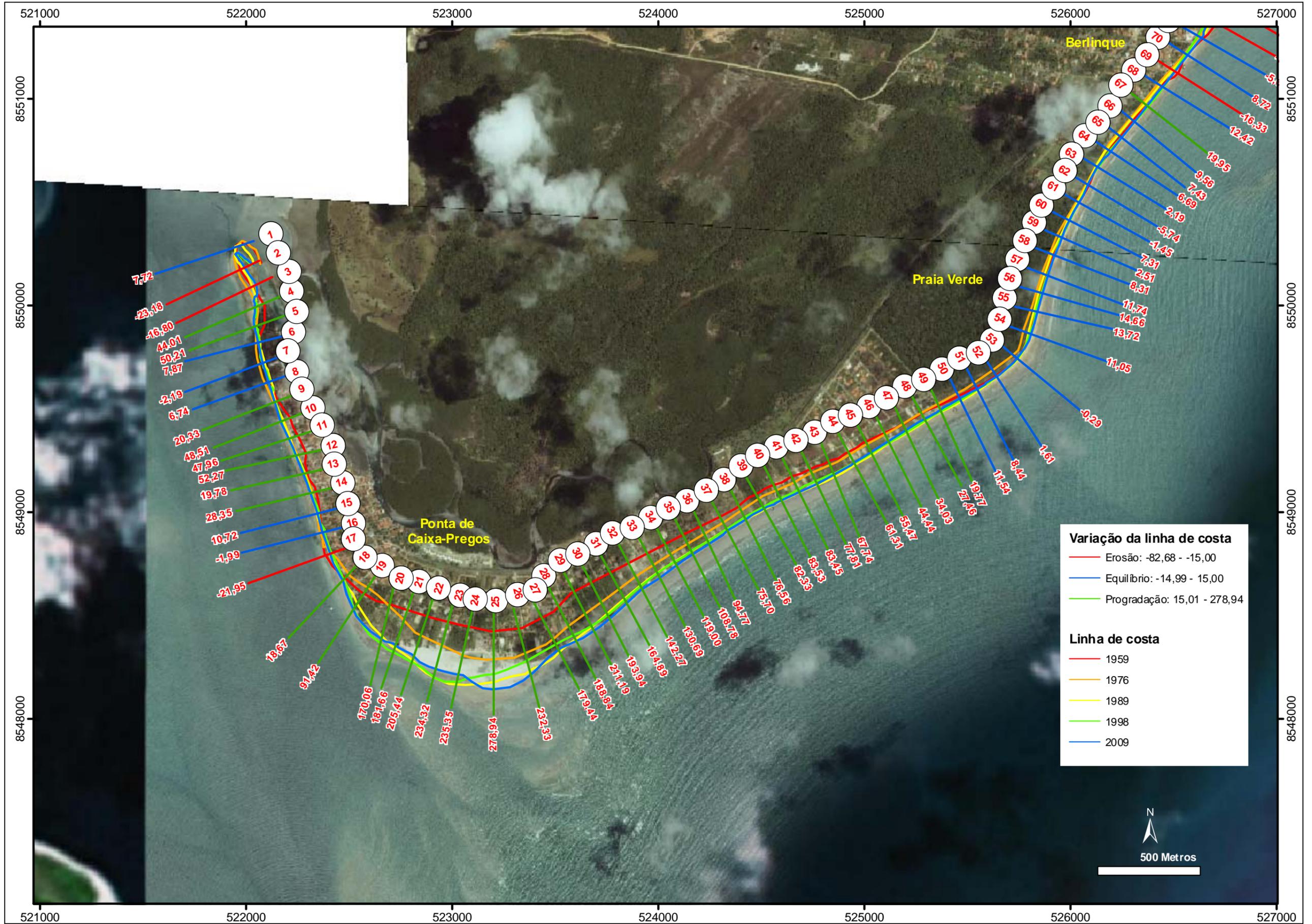


Figura 6: Comportamento de médio prazo para a linha de costa do trecho costeiro entre o esporão de Caixa-Pregos e a localidade de Berlinque.

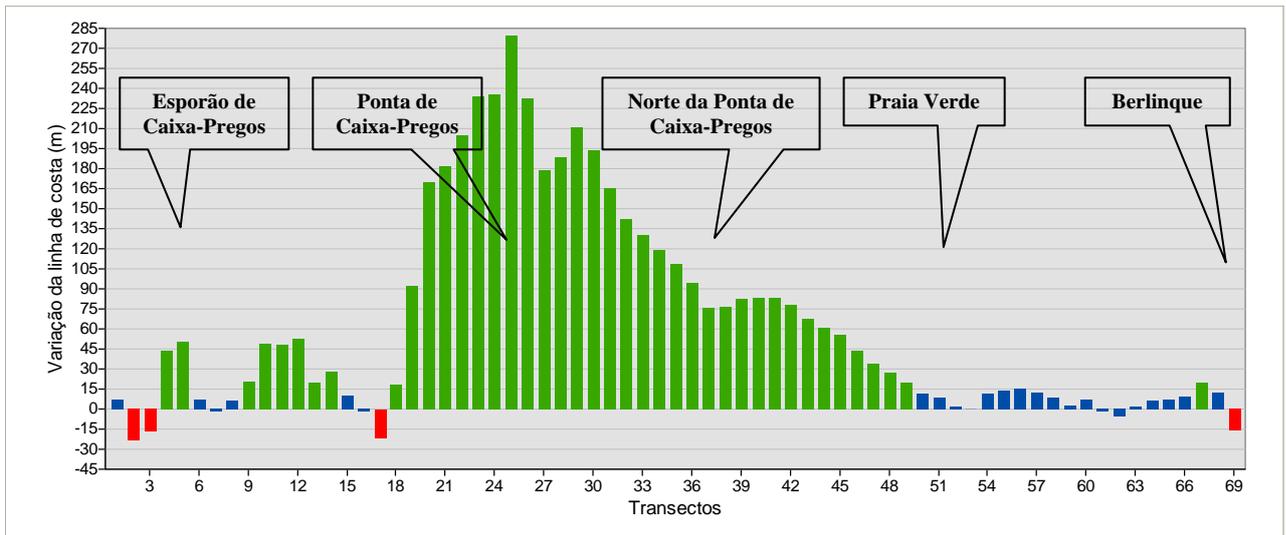


Figura 7: Variação da linha de costa, em metros, para o trecho costeiro entre o esporão de Caixa-Pregos e a localidade de Berlinque. Barras vermelhas representam situação de recuo; azuis, situação de equilíbrio; verdes, situação de avanço da linha de costa.

Tabela 4: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o R^2 , registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre o esporão de Caixa-Pregos e a localidade de Berlinque.

Transecto	NSM (m)	EPR (m/ano)	LRR (m/ano)	R^2
1	7,72	0,3	0,2	0,5
2	-23,18	-0,5	-0,6	0,6
3	-16,80	-0,3	-0,5	0,4
4	44,01	0,9	0,8	0,8
5	50,21	1,0	1,0	0,7
6	7,87	0,2	0,0	0,0
7	-2,19	0,0	-0,2	0,1
8	6,74	0,1	-0,1	0,0
9	20,33	0,4	0,3	0,4
10	48,51	1,0	0,9	0,9
11	47,96	1,0	0,9	0,8
12	52,27	1,1	1,0	0,7
13	19,78	0,4	0,4	0,9
14	28,35	0,6	0,5	0,9
15	10,72	0,2	0,1	0,1
16	-1,99	0,0	-0,2	0,2
17	-21,95	-0,4	-0,4	0,4
18	18,67	0,4	0,6	0,4
19	91,42	1,8	2,4	0,7
20	170,06	3,4	4,3	0,8
21	181,66	3,6	4,4	0,8
22	205,44	4,1	4,7	0,8
23	234,32	4,7	5,4	0,8
24	235,35	4,7	5,3	0,8
25	278,94	5,6	5,4	0,9
26	232,33	4,7	4,3	0,8
27	179,44	3,6	3,4	0,8
28	188,84	3,8	3,7	0,9
29	211,19	4,2	4,2	0,9
30	193,94	3,9	3,9	0,9
31	164,89	3,3	3,3	0,9
32	142,27	2,9	2,9	0,9
33	130,69	2,6	2,6	0,9
34	119,00	2,4	2,4	0,9
35	108,78	2,2	2,2	0,9
36	94,77	1,9	1,9	0,9
37	75,70	1,5	1,6	0,9
38	76,56	1,5	1,6	0,9
39	82,33	1,7	1,8	0,8
40	83,53	1,7	1,8	0,8
41	83,45	1,7	1,8	0,8
42	77,81	1,6	1,7	0,8
43	67,74	1,4	1,5	0,8
44	61,31	1,2	1,5	0,8
45	55,47	1,1	1,3	0,7

46	44,44	0,9	1,1	0,7
47	34,03	0,7	0,9	0,6
48	27,46	0,6	0,8	0,6
49	19,77	0,4	0,6	0,5
50	11,54	0,2	0,5	0,3
51	8,44	0,2	0,4	0,3
52	1,61	0,0	0,3	0,1
53	-0,29	0,0	0,2	0,1
54	11,05	0,2	0,4	0,2
55	13,72	0,3	0,4	0,3
56	14,66	0,3	0,4	0,4
57	11,74	0,2	0,4	0,3
58	8,31	0,2	0,3	0,2
59	2,51	0,1	0,2	0,1
60	7,31	0,2	0,3	0,4
61	-1,45	0,0	0,1	0,0
62	-5,74	-0,1	-0,1	0,0
63	2,19	0,0	0,1	0,1
64	6,69	0,1	0,2	0,2
65	7,43	0,2	0,3	0,2
66	9,56	0,2	0,3	0,3
67	19,95	0,4	0,5	0,6
68	12,42	0,3	0,4	0,4
69	-16,33	-0,3	-0,2	0,1



Figura 8: A – Crescimento de uma saliência na praia Verde; B – Terraço arenoso com vegetação arbóreo-arbustiva na retaguarda na Ponta de Caixa-Pregos; C e D– Vista aérea do terraço vegetado em Ponta de Caixa-Pregos, trecho com maiores taxas de progradação da ilha nos últimos 50 anos; E – Muro de contenção construído para evitar o avanço do processo de erosão na extremidade do esporão de Caixa-Pregos.

5.1.2 Comportamento da linha de costa no trecho entre a localidade de Berlinque e a praia de Vera Cruz

A análise do comportamento da linha de costa, realizada no presente trabalho, identificou uma tendência de erosão da linha de costa nos últimos 50 anos nesse trecho da ilha de Itaparica.

Foram identificados recuos da linha de costa que variaram entre -15,08 e -61,82 metros, no trecho costeiro entre Berlinque e a enseada de Aratuba, transectos 72 a 99 (Figura 9 e 10) e entre -16,51 a -30,23 metros, no trecho da localidade de Aratuba, transectos 100 a 116 (Figura 9 e 10).

No trecho próximo a Berlinque não foram observados, durante as visitas a campo, muitos indícios do processo de erosão apresentado na análise do comportamento da linha de costa. Todavia, existe uma casa parcialmente destruída, atualmente na linha de costa, que estava posicionada a aproximadamente 36 metros de distância em relação à linha de costa de 1959 (Figura 11 A e B).

Em Aratuba é possível observar: destruição de muros de contenção com recuo da linha de costa nas laterais das estruturas; ruínas de uma antiga casa; escarpas no terraço arenoso; raízes de coqueiros expostas e coqueiros tombados na linha de costa (Figura 11 C a G).

Apesar da tendência de erosão da linha de costa nesse setor, foi possível identificar um pequeno trecho costeiro sob progradação da linha de costa na localidade de Tairu. Nesse local a linha de costa variou entre 15,13 e 23,97 metros, entre os transectos 119 e 130 (Figuras 9 e 10). Poucos indícios, dessa progradação, podem ser vistos atualmente por conta da intensa ocupação existente no trecho em questão. Apenas estreitos terraços vegetados aparecem como indicativos de que houve progradação nos últimos 50 anos, próximo a Tairu (Figura 11 H).

Os resultados mostraram que o processo de erosão da linha de costa entre Berlinque e Aratuba ocorreu a taxas que variaram de -0,33 a -1,1 metros por ano. O trecho identificado sob avanço, localizado em Tairu, apresentou taxas entre 0,28 e 0,44 metros por ano (Tabela 5).

Tanto no trecho entre Berlinque e Aratuba (transectos 72 a 116), onde ocorreu erosão da linha de costa, como no trecho sob avanço da linha de costa localizado em Tairu (transectos 119 a 130) foram identificados valores de R^2 maiores que 0,5 que sugerem uma tendência da continuidade de tais processos (Tabela 5).

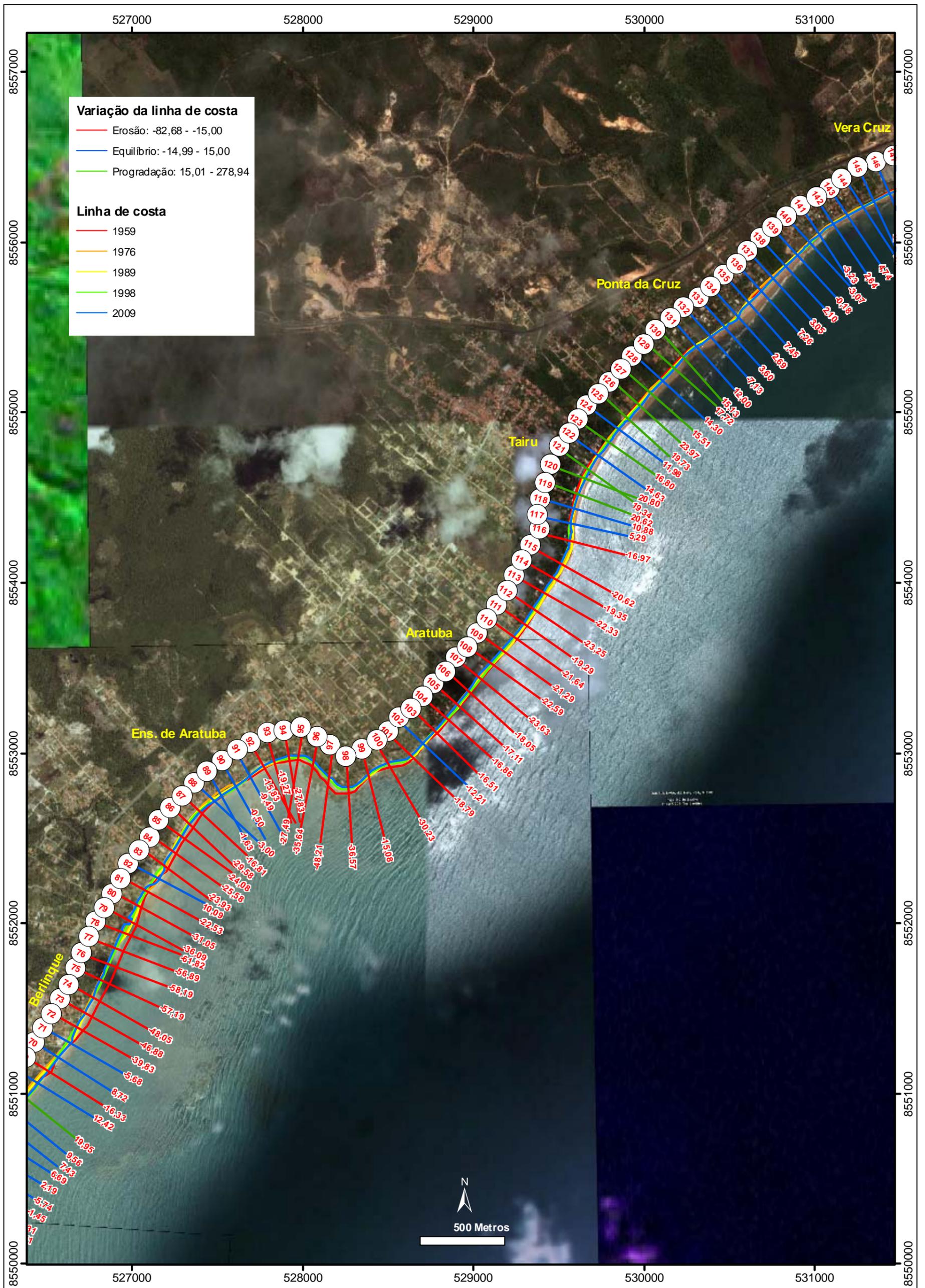


Figura 9: Comportamento de médio prazo para a linha de costa do trecho costeiro entre a localidade de Berlinque e a praia de Vera Cruz.

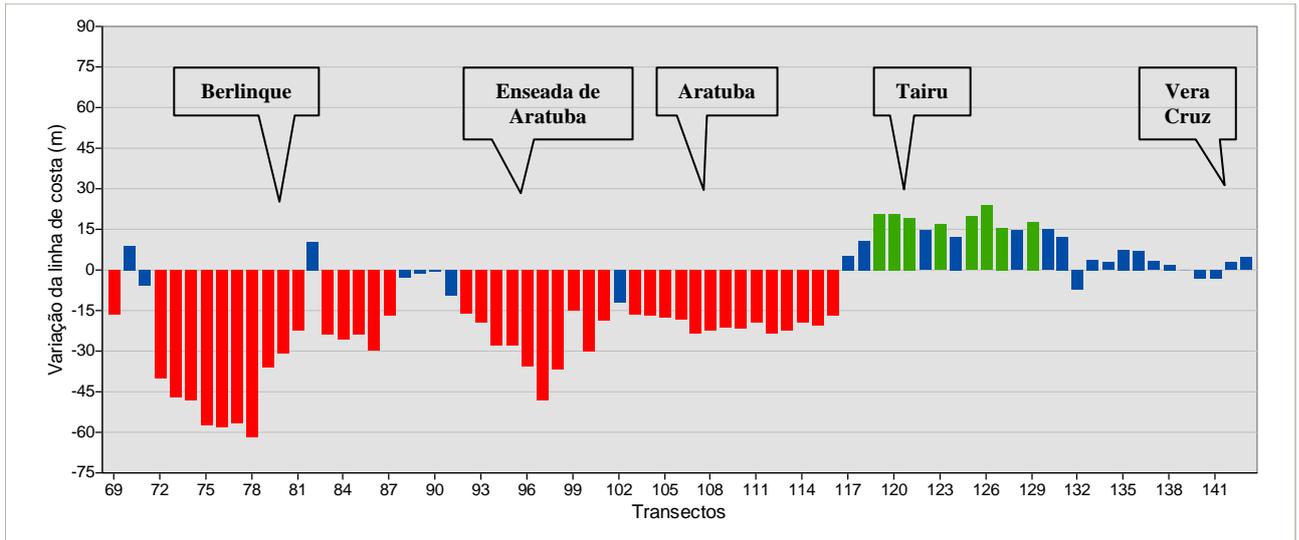


Figura 10: Variação da linha de costa, em metros, para o trecho costeiro entre a localidade de Berlinque e a praia de Vera Cruz. Barras vermelhas representam situação de recuo; azuis, situação de equilíbrio; verdes, situação de avanço da linha de costa (Ver figura 9 para localização dos transectos).

Tabela 5: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o coeficiente de determinação (R^2), registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre a localidade de Berlinque e a praia de Vera Cruz.

Transecto	NSM (m)	EPR (m/ano)	LRR (m/ano)	R^2
70	8,72	0,17	0,17	0,32
71	-5,68	-0,11	-0,17	0,11
72	-39,83	-0,80	-0,72	0,64
73	-46,88	-0,94	-0,80	0,52
74	-48,05	-0,96	-0,80	0,45
75	-57,19	-1,14	-0,91	0,51
76	-58,19	-1,16	-0,96	0,59
77	-56,89	-1,14	-0,99	0,74
78	-61,82	-1,24	-1,10	0,88
79	-36,09	-0,72	-0,65	0,71
80	-31,05	-0,62	-0,58	0,88
81	-22,53	-0,45	-0,43	0,94
82	10,09	0,20	-0,10	0,02
83	-23,93	-0,48	-0,58	0,73
84	-25,58	-0,51	-0,44	0,57
85	-24,08	-0,48	-0,37	0,27
86	-29,58	-0,59	-0,50	0,35
87	-16,81	-0,34	-0,24	0,13
88	-3,00	-0,06	0,09	0,02
89	-1,63	-0,03	0,12	0,04
90	-0,50	-0,01	0,12	0,08
91	-9,49	-0,19	-0,18	0,79
92	-15,83	-0,32	-0,33	0,96
93	-19,27	-0,39	-0,35	0,95
94	-27,83	-0,56	-0,49	0,88
95	-27,49	-0,55	-0,51	0,92
96	-35,64	-0,71	-0,61	0,72
97	-48,21	-0,96	-0,81	0,73
98	-36,57	-0,73	-0,68	0,86
99	-15,08	-0,30	-0,27	0,82
100	-30,23	-0,60	-0,52	0,82
101	-18,79	-0,38	-0,31	0,69
102	-12,21	-0,24	-0,26	0,83
103	-16,51	-0,33	-0,30	0,80
104	-16,86	-0,34	-0,22	0,30
105	-17,11	-0,34	-0,18	0,14
106	-18,05	-0,36	-0,21	0,24
107	-23,63	-0,47	-0,29	0,36
108	-22,59	-0,45	-0,30	0,42
109	-21,29	-0,43	-0,32	0,42
110	-21,64	-0,43	-0,38	0,61
111	-19,29	-0,39	-0,32	0,46

112	-23,25	-0,47	-0,40	0,60
113	-22,33	-0,45	-0,41	0,62
114	-19,35	-0,39	-0,38	0,59
115	-20,62	-0,41	-0,41	0,58
116	-16,97	-0,34	-0,39	0,62
117	5,29	0,11	-0,02	0,00
118	10,88	0,22	0,12	0,11
119	20,62	0,41	0,37	0,74
120	20,80	0,42	0,41	0,97
121	19,34	0,39	0,38	0,98
122	14,63	0,29	0,30	0,95
123	16,80	0,34	0,32	0,96
124	11,98	0,24	0,23	0,96
125	19,73	0,39	0,36	0,83
126	23,97	0,48	0,44	0,90
127	15,51	0,31	0,36	0,90
128	14,30	0,29	0,29	0,97
129	17,72	0,35	0,29	0,70
130	15,13	0,30	0,28	0,96
131	12,00	0,24	0,19	0,74
132	-7,13	-0,14	-0,12	0,47
133	3,60	0,07	0,05	0,16
134	2,69	0,05	0,11	0,17
135	7,45	0,15	0,23	0,42
136	7,26	0,15	0,28	0,33
137	3,05	0,06	0,18	0,23
138	2,10	0,04	0,08	0,15
139	-0,18	0,00	0,03	0,04
140	-3,07	-0,06	0,01	0,00
141	-3,23	-0,06	-0,01	0,01
142	2,64	0,05	0,08	0,21
143	4,74	0,09	0,11	0,31



Figura 11: Trechos costeiros sob erosão no setor 2: A e B – Casa parcialmente destruída no local onde foi posicionado o transecto 79, próximo a Berlinque; C, D e E - Destruição de muros de contenção com recuo da linha de costa em suas extremidades em Aratuba; F – Ruína de uma antiga casa que existia no trecho de Aratuba; G – Raízes de coqueiros expostas e coqueiros tombados em Aratuba;; H- Imagem de satélite mostrando terraço arenoso em meio às construções, próximo a Tairu. Linha vermelha representa a posição da linha de costa em 1959 (Ver figura 9).

5.1.3 Comportamento da linha de costa no trecho entre a praia de Vera Cruz e a praia do Club Med

A análise do comportamento da linha de costa, realizada no presente trabalho, identificou uma tendência de recuo da linha de costa nos últimos 50 anos nesse trecho da ilha de Itaparica.

Foram identificados trechos sob erosão da linha de costa que variaram entre -15,16 e -30,10 metros (Figura 12 e 13). Na praia defronte ao condomínio Ilha Bela a erosão atingiu -22,35 metros, transecto 162; na praia do Meio atingiu -30,10 metros (transecto 170) na localidade de Barra Grande a erosão foi de até -29,38 metros (transecto 197) e na praia do Club Med a erosão atingiu -20,67 metros (transecto 211) (Figura 12 e Tabela 6).

Apesar da tendência de recuo da linha de costa nesse setor da ilha, foi possível identificar um pequeno trecho com avanço da linha de costa, na praia de Vera Cruz, que chegou a atingir 24,01 metros no transecto 152 (Figura 12 e 13).

Os resultados mostraram que a erosão na linha de costa, entre a praia do condomínio Ilha Bela e a do Club Med, apresentou taxas que variaram de -0,32 a -0,65 metros por ano. O trecho identificado sob progradação da linha de costa, localizado na praia de Vera Cruz, apresentou taxas entre 0,33 e 0,43 metros por ano (Tabela 6).

A exceção dos trechos sob erosão da linha de costa identificados na praia dos Corais e na praia do Sol, (transectos 180 a 183 e transectos 195 a 201) que apresentaram valores mais aproximados de 1 para o R^2 sugerindo a continuidade do processo. Nos demais trechos onde ocorre erosão da linha de costa, como na praia do condomínio Ilha Bela, na praia do Meio, na praia do Club Med e no trecho sob progradação da linha de costa, identificado na praia de Vera Cruz, os valores de R^2 foram inferiores a 0,5 sugerindo uma baixa tendência de continuidade desses processos (Tabela 6).

Ao longo desse trecho costeiro foi possível observar diversos indícios do processo de erosão, tais como, a instalação de espigões transversais defronte ao Club Med; restos de construções e proteções de madeira na face da praia no trecho imediatamente a sul do Club Med; destruição de muros de contenção, como na praia do Sol e em Barra Grande; destruição de infra-estrutura e instalação de enrocamentos na frente das casas e ruas na praia dos Corais (Figura 14).

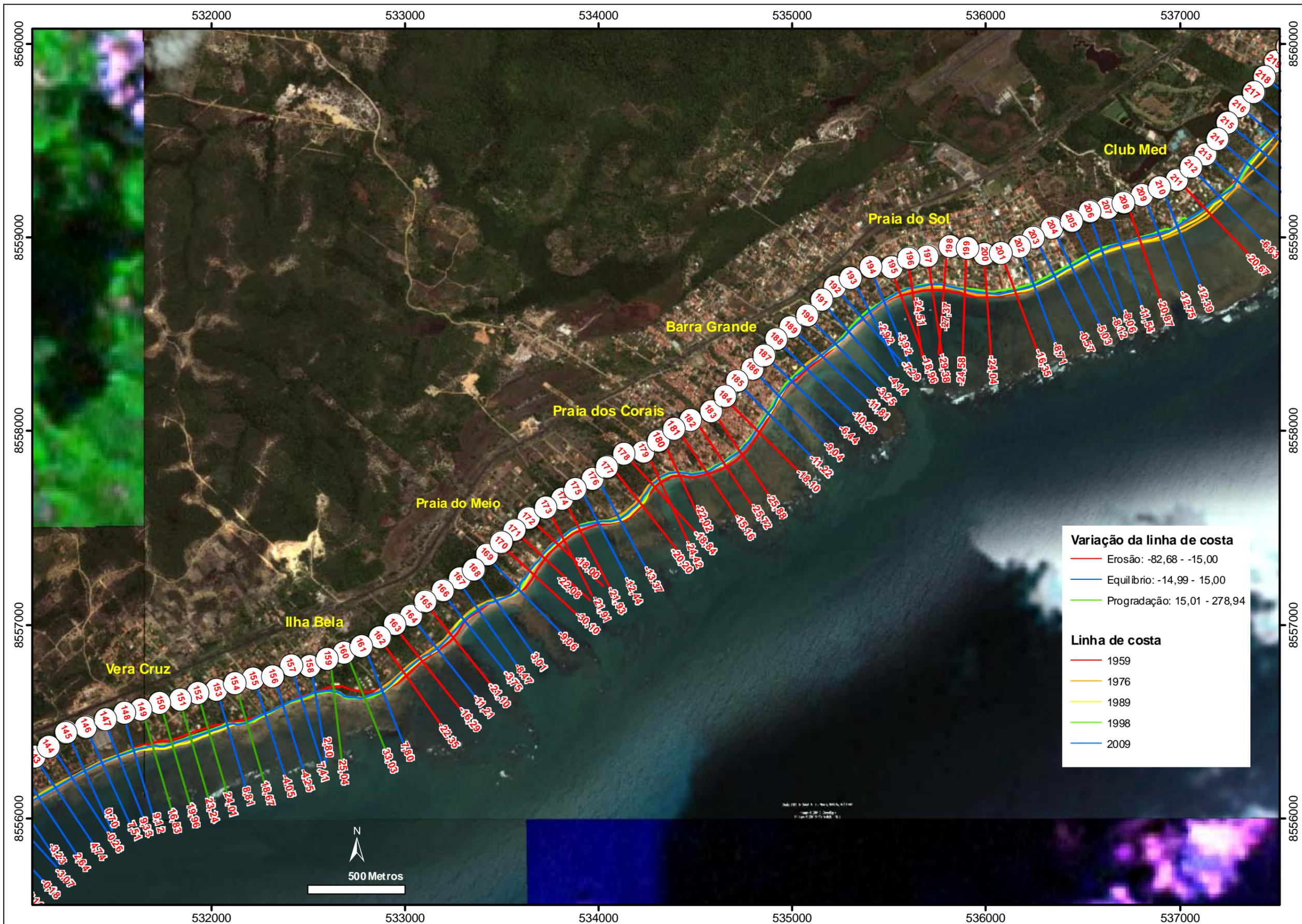


Figura 12: Comportamento de médio prazo para a linha de costa no trecho entre a praia de Vera Cruz e o Club Med.

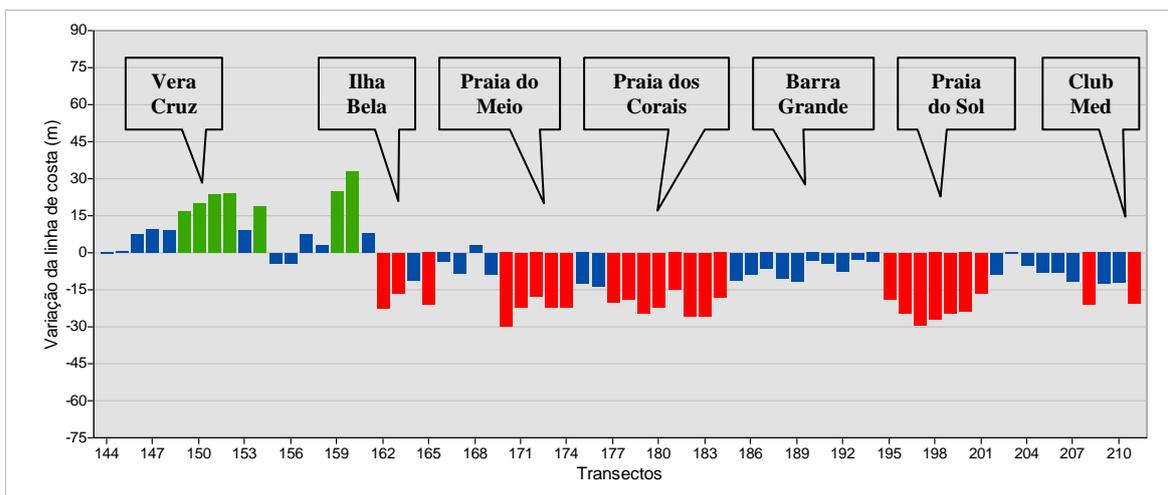


Figura 13: Variação da linha de costa, em metros, para o trecho entre a praia de Vera Cruz e o Club Med. Barras vermelhas representam situação de recuo; azuis, situação de equilíbrio; verdes, situação de avanço da linha de costa (Ver figura 12 para localização dos transectos).

Tabela 6: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o coeficiente de determinação (R^2), registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre a praia de Vera Cruz e a praia do Club Med.

Transecto	NSM (m)	EPR (m/ano)	LRR (m/ano)	R^2
144	-0,26	-0,01	0,01	0,01
145	0,70	0,01	0,03	0,10
146	7,51	0,15	0,17	0,78
147	9,33	0,19	0,16	0,41
148	9,12	0,18	0,15	0,25
149	16,83	0,34	0,33	0,31
150	19,96	0,40	0,38	0,37
151	23,24	0,46	0,41	0,34
152	24,01	0,48	0,43	0,41
153	8,81	0,18	0,15	0,16
154	18,67	0,37	0,34	0,57
155	-4,05	-0,08	-0,07	0,14
156	-4,25	-0,09	-0,09	0,68
157	7,41	0,15	0,12	0,10
158	2,80	0,06	0,06	0,04
159	25,04	0,50	0,48	0,58
160	33,03	0,66	0,64	0,63
161	7,80	0,16	0,26	0,40
162	-22,35	-0,45	-0,32	0,29
163	-16,29	-0,33	-0,21	0,27
164	-11,21	-0,22	-0,11	0,06
165	-21,10	-0,42	-0,31	0,26
166	-3,75	-0,07	-0,03	0,01
167	-8,47	-0,17	-0,10	0,05
168	3,01	0,06	0,09	0,21
169	-9,06	-0,18	-0,06	0,02
170	-30,10	-0,60	-0,51	0,56
171	-22,08	-0,44	-0,34	0,40
172	-18,00	-0,36	-0,31	0,54
173	-21,91	-0,44	-0,41	0,78
174	-21,93	-0,44	-0,42	0,67
175	-12,44	-0,25	-0,23	0,37
176	-13,37	-0,27	-0,18	0,10
177	-20,20	-0,40	-0,21	0,09
178	-18,84	-0,38	-0,22	0,18
179	-24,42	-0,49	-0,32	0,27
180	-22,02	-0,44	-0,41	0,61
181	-15,16	-0,30	-0,32	0,66
182	-25,72	-0,51	-0,51	0,80
183	-25,88	-0,52	-0,47	0,48
184	-18,10	-0,36	-0,30	0,28
185	-11,22	-0,22	-0,16	0,13

186	-9,04	-0,18	-0,19	0,46
187	-6,44	-0,13	-0,14	0,17
188	-10,28	-0,21	-0,13	0,07
189	-11,81	-0,24	-0,16	0,19
190	-3,25	-0,07	-0,05	0,14
191	-4,14	-0,08	-0,13	0,56
192	-7,29	-0,15	-0,21	0,39
193	-2,92	-0,06	-0,12	0,24
194	-3,92	-0,08	-0,12	0,53
195	-18,96	-0,38	-0,43	0,88
196	-24,51	-0,49	-0,53	0,85
197	-29,38	-0,59	-0,65	0,93
198	-27,37	-0,55	-0,58	0,87
199	-24,58	-0,49	-0,56	0,83
200	-24,04	-0,48	-0,58	0,83
201	-16,35	-0,33	-0,46	0,61
202	-8,71	-0,17	-0,29	0,39
203	-0,57	-0,01	-0,16	0,08
204	-5,03	-0,10	-0,24	0,25
205	-8,12	-0,16	-0,31	0,33
206	-8,06	-0,16	-0,28	0,26
207	-11,54	-0,23	-0,30	0,41
208	-20,87	-0,42	-0,48	0,62
209	-12,75	-0,26	-0,48	0,35
210	-12,39	-0,25	-0,46	0,36
211	-20,67	-0,41	-0,58	0,43



Figura 14: Trechos costeiros sob erosão entre a praia do Condomínio Ilha Bela e o Club Med. A e B – Destruição de obras de contenção e o avanço do mar sobre uma rua na praia dos Corais. Note a escarpa a cerca de 2 metros da estrutura eletrificação e das casas; C – Vista aérea da praia dos Corais mostrando muros caídos e um enrocamento instalado na tentativa de conter o avanço do mar sobre a rua D e E – Vista aérea da praia do Sol e de Barra Grande mostrando a destruição de muros de contenção instalados na linha de costa; F e G – Restos de antigas construções expostas na face da praia no trecho imediatamente a sul do Club Med e, H – Espigão transversal defronte ao Club Med construído com objetivo de reter sedimentos, mas que não responde da forma esperada.

5.1.4 Comportamento da linha de costa no trecho entre a Praia do Club Med e a Barra do Gil

A análise do comportamento da linha de costa identificou uma tendência de equilíbrio da linha de costa nos últimos 50 anos nesse trecho costeiro da ilha de Itaparica. Exceto na praia de Conceição, onde ocorreu progradação da linha de costa entre 16,82 e 37,61 metros, transectos 223 a 236 (Figuras 15 e 16)

Os resultados mostraram que o avanço da linha de costa em Conceição apresentou taxas que variaram de 0,28 a 0,8 metros por ano (Tabela 7).

Por encontrar-se atualmente sob intensa ocupação, a linha de costa neste trecho apresenta poucos indícios (por exemplo, terraços arenosos bem desenvolvidos com vegetação arbóreo-arbustiva ou cordões duna) de tal deposição. Na altura do transecto 224, onde a deposição foi da ordem de 38 metros, ainda pode-se notar vestígios de terraço arenoso em meio às construções (Figura 17).

A exceção do trecho sob avanço da linha de costa, identificado na praia de Conceição, que apresentou valores mais aproximados de 1 para o R^2 , sugerindo uma tendência de continuidade desse processo, nos demais trechos, onde ocorre equilíbrio da linha de costa, os valores de R^2 foram mais próximos de 0 (Tabela 7).



Figura 15: Comportamento de médio prazo para a linha de costa do trecho entre o Club Med e a Barra do Gil.

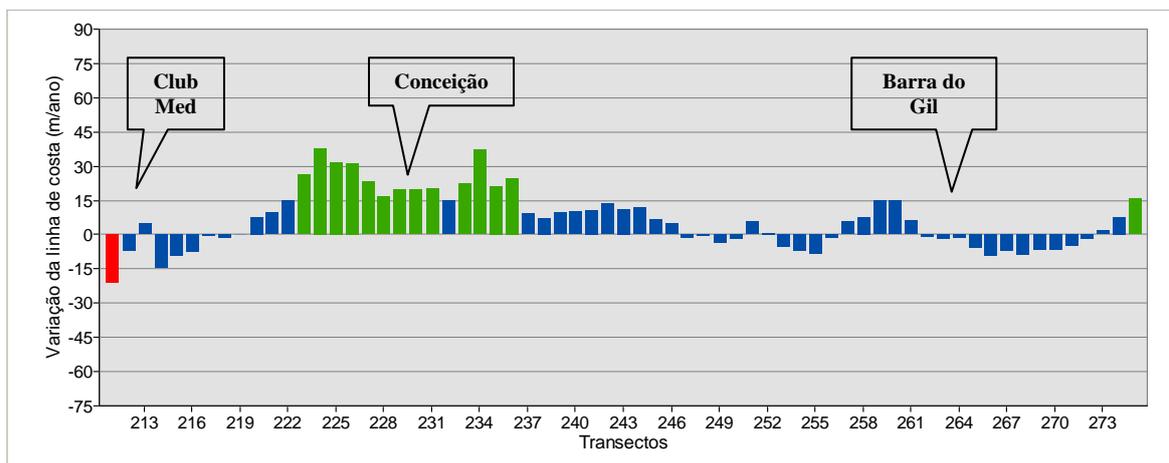


Figura 16: Variação da linha de costa, em metros, para o trecho costeiro entre o Club Med e a Barra do Gil. Barras vermelhas representam situação de recuo; azuis, situação de equilíbrio; verdes, situação de avanço da linha de costa (Ver figura 15 para localização dos transectos)

Tabela 7: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o coeficiente de determinação (R^2), registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre o Club Med e a Barra do Gil.

Transecto	NSM (m)	EPR (m/ano)	LRR (m/ano)	R^2
211	-20,67	-0,41	-0,58	0,43
212	-6,63	-0,13	-0,28	0,18
213	4,60	0,09	0,00	0,00
214	-14,23	-0,28	-0,46	0,27
215	-9,40	-0,19	-0,51	0,19
216	-7,39	-0,15	-0,33	0,20
217	-0,36	-0,01	0,00	0,00
218	-1,08	-0,02	-0,05	0,31
219	-0,01	0,00	-0,11	0,13
220	7,52	0,15	0,18	0,67
221	9,79	0,20	0,24	0,65
222	14,81	0,30	0,32	0,85
223	26,54	0,53	0,54	0,98
224	37,61	0,75	0,70	0,93
225	31,60	0,63	0,49	0,63
226	31,34	0,63	0,51	0,66
227	23,47	0,47	0,35	0,54
228	16,82	0,34	0,28	0,52
229	19,99	0,40	0,34	0,55
230	19,74	0,39	0,30	0,44
231	20,10	0,40	0,30	0,63
232	14,82	0,30	0,26	0,36
233	22,16	0,44	0,45	0,74
234	37,38	0,75	0,80	0,95
235	21,21	0,42	0,44	0,76
236	24,60	0,49	0,40	0,58
237	9,18	0,18	0,13	0,45
238	7,13	0,14	0,13	0,78
239	9,51	0,19	0,10	0,12
240	10,49	0,21	0,08	0,03
241	10,51	0,21	0,10	0,06
242	13,56	0,27	0,18	0,20
243	11,21	0,22	0,14	0,18
244	11,98	0,24	0,16	0,18
245	6,85	0,14	0,04	0,02
246	4,66	0,09	0,00	0,00
247	-1,47	-0,03	-0,10	0,13
248	-0,27	-0,01	-0,07	0,05
249	-3,07	-0,06	-0,17	0,21
250	-1,84	-0,04	-0,11	0,20
251	5,55	0,11	0,02	0,01
252	0,58	0,01	-0,09	0,08
253	-5,08	-0,10	-0,30	0,26
254	-6,64	-0,13	-0,33	0,30
255	-8,29	-0,17	-0,34	0,38
256	-1,07	-0,02	-0,17	0,18
257	5,92	0,12	0,02	0,01
258	7,96	0,16	0,09	0,12
259	14,54	0,29	0,29	0,88
260	14,89	0,30	0,32	0,92
261	6,40	0,13	0,17	0,30
262	-0,70	-0,01	0,00	0,00
263	-1,95	-0,04	-0,04	0,04
264	-1,10	-0,02	-0,02	0,01
265	-5,74	-0,11	-0,13	0,32
266	-9,09	-0,18	-0,20	0,56
267	-6,97	-0,14	-0,21	0,49
268	-8,86	-0,18	-0,23	0,58
269	-6,36	-0,13	-0,17	0,69
270	-6,33	-0,13	-0,22	0,45
271	-4,56	-0,09	-0,26	0,24
272	-1,85	-0,04	-0,22	0,14
273	1,65	0,03	-0,20	0,12
274	7,62	0,15	0,06	0,04
275	15,59	0,31	0,25	0,44



Figura 17: A – Foto de sobrevôo mostrando vestígios de terraço arenoso em meio à ocupação intensa no trecho costeiro da praia de Conceição. B – Na imagem de satélite a linha vermelha mostra a posição da linha de costa em 1959 na praia de Conceição, local onde foram posicionados os transectos 223 a 229 (Ver figura 15 para localização dos transectos) (Fonte: *Google Earth*).

5.1.5 Comportamento da linha de costa no trecho entre a Penha e a localidade de Porto dos Santos

A análise do comportamento da linha de costa identificou uma tendência de equilíbrio da linha de costa nos últimos 50 anos nesse trecho costeiro da ilha de Itaparica. Todavia, foi possível identificar trechos de linha de costa sob erosão, principalmente na ponta da Penha que apresentou recuo de até -82,68 metros (transectos 283 a 289) e ao sul da praia do Buraco do Boi, onde o recuo atingiu -31,61 metros (transecto 324). Nos demais trechos o recuo variou muito próximo da margem de erro do trabalho (+/- 15m) (Figuras 18 e 19).

Além desses, foi possível identificar quatro pequenos trechos com indícios de progradação da linha de costa. A exceção do trecho de Bom Despacho que apresentou avanço da linha de costa variando entre 16,56 e 182,05 metros (transectos 350 a 355), os demais trechos sob progradação variaram muito próximo da margem de erro do trabalho (+/- 15m) (Figura 18 e 19).

Os resultados mostraram que a erosão da linha de costa, apresentou taxas que atingiram -1,86 e -0,8 metros por ano, na ponta da Penha (transectos 283 a 289) e próximo a praia do Buraco do Boi (transecto 324), respectivamente (Tabela 8). Nesses locais podem ser vistas várias obras de contenção do tipo *seawall*, enrocamentos, grandes e extensos muros de contenção, além de resquícios de antigas construções que caracterizam o processo de erosão local (Figura 20 e 21).

No trecho de linha de costa localizado em Bom Despacho as taxas de progradação variaram entre 0,40 e 3,60 metros por ano (Tabela 8). Essa última relacionada com a própria construção da estrutura que avançou mar adentro.

Nesse trecho costeiro, os locais onde ocorre erosão ou progradação da linha de costa apresentaram valores de R^2 aproximados de 1, sugerindo uma tendência de continuidade de tais processos. Nos demais trechos, onde ocorre equilíbrio da linha de costa, os valores de R^2 foram mais aproximados de 0 (Tabela 8).

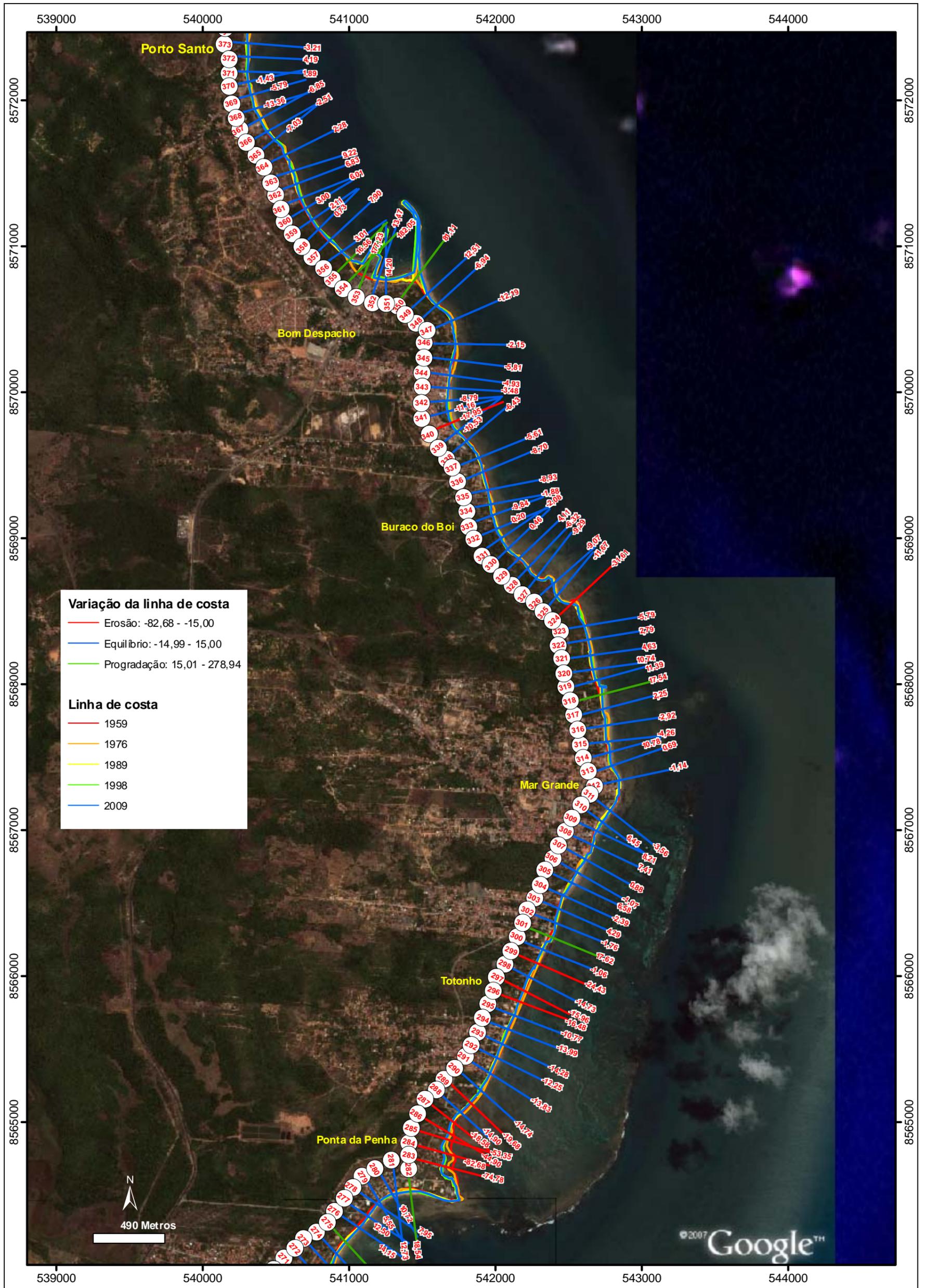


Figura 18: Comportamento de médio prazo para a linha de costa do trecho costeiro entre a Penha e a localidade de Porto Santo.

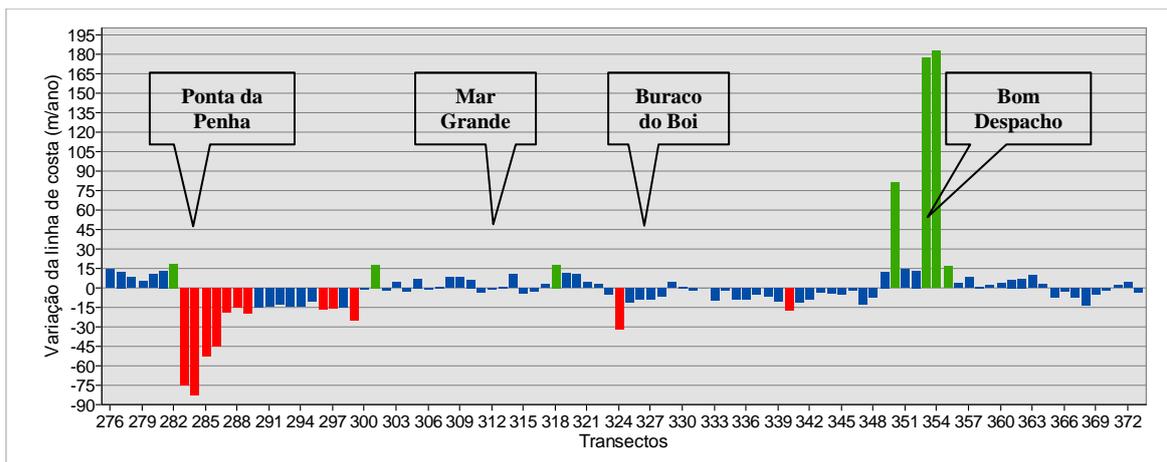


Figura 19: Variação da linha de costa, em metros, para o trecho costeiro entre a Penha e a localidade de Porto Santo. Barras vermelhas representam situação de erosão; azuis, situação de equilíbrio; verdes, situação de avanço da linha de costa (Ver figura 18 para localização dos transectos).

Tabela 8: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o coeficiente de determinação (R^2), registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre a Penha e a localidade de Porto Santo.

Transecto	NSM (m)	EPR (m/ano)	LRR (m/ano)	R^2
276	14,15	0,28	0,26	0,74
277	12,50	0,25	0,19	0,28
278	7,95	0,16	0,13	0,27
279	5,55	0,11	0,09	0,20
280	10,72	0,21	0,29	0,69
281	12,73	0,25	0,34	0,73
282	18,54	0,37	0,46	0,84
283	-74,78	-1,50	-1,56	0,85
284	-82,68	-1,65	-1,86	0,89
285	-53,35	-1,07	-1,06	0,83
286	-44,90	-0,90	-0,89	0,89
287	-18,58	-0,37	-0,32	0,50
288	-14,90	-0,30	-0,37	0,75
289	-19,68	-0,39	-0,53	0,74
290	-14,74	-0,29	-0,51	0,53
291	-13,83	-0,28	-0,33	0,74
292	-12,25	-0,25	-0,28	0,59
293	-14,28	-0,29	-0,37	0,66
294	-13,99	-0,28	-0,44	0,52
295	-10,77	-0,22	-0,34	0,54
296	-16,48	-0,33	-0,43	0,75
297	-15,96	-0,32	-0,43	0,67
298	-14,73	-0,29	-0,43	0,57
299	-24,43	-0,49	-0,57	0,90
300	-1,06	-0,02	-0,06	0,05
301	17,62	0,35	0,37	0,83
302	-1,76	-0,04	-0,05	0,07
303	4,29	0,09	0,04	0,04
304	-2,39	-0,05	-0,02	0,02
305	6,58	0,13	0,17	0,45
306	-1,07	-0,02	0,02	0,01
307	0,88	0,02	0,06	0,02
308	7,41	0,15	0,13	0,34
309	8,21	0,16	0,17	0,99
310	6,45	0,13	0,13	0,29
311	-3,56	-0,07	-0,06	0,04
312	-1,14	-0,02	-0,04	0,33
313	0,69	0,01	0,07	0,06
314	10,78	0,22	0,21	0,99
315	-4,26	-0,09	-0,21	0,21
316	-2,92	-0,06	-0,16	0,12
317	2,25	0,04	0,02	0,02
318	17,54	0,35	0,33	0,56

319	11,39	0,23	0,26	0,50
320	10,74	0,21	0,15	0,15
321	4,63	0,09	-0,01	0,00
322	2,79	0,06	-0,03	0,01
323	-5,79	-0,12	-0,13	0,83
324	-31,61	-0,63	-0,80	0,78
325	-11,67	-0,23	-0,26	0,90
326	-9,07	-0,18	-0,26	0,63
327	-9,29	-0,19	-0,22	0,84
328	-6,32	-0,13	-0,23	0,44
329	4,11	0,08	0,02	0,00
330	0,46	0,01	-0,01	0,01
331	-2,08	-0,04	-0,15	0,13
332	0,20	0,00	-0,04	0,05
333	-9,84	-0,20	-0,29	0,54
334	-1,88	-0,04	-0,14	0,25
335	-8,93	-0,18	-0,17	0,51
336	-8,70	-0,17	-0,23	0,52
337	-5,61	-0,11	-0,14	0,56
338	-6,43	-0,13	-0,13	0,71
339	-10,53	-0,21	-0,20	0,45
340	-17,95	-0,36	-0,34	0,80
341	-11,16	-0,22	-0,25	0,47
342	-8,79	-0,18	-0,22	0,58
343	-3,48	-0,07	-0,08	0,31
344	-4,93	-0,10	-0,21	0,36
345	-5,81	-0,12	-0,34	0,24
346	-2,15	-0,04	-0,12	0,19
347	-12,19	-0,24	-0,32	0,66
348	-6,94	-0,14	-0,11	0,43
349	12,51	0,25	0,26	0,88
350	81,11	1,62	1,79	0,90
351	14,20	0,28	2,91	0,14
352	13,47	0,27	0,45	0,42
353	177,23	3,54	4,11	0,59
354	182,05	3,64	3,60	0,65
355	16,56	0,33	0,40	0,70
356	3,01	0,06	0,06	0,10
357	7,90	0,16	0,15	0,21
358	0,73	0,01	-0,01	0,00
359	2,11	0,04	0,07	0,18
360	3,00	0,06	0,03	0,01
361	6,01	0,12	0,10	0,06
362	6,83	0,14	0,10	0,03
363	9,22	0,18	0,13	0,08
364	2,28	0,05	-0,03	0,01
365	-7,03	-0,14	-0,12	0,31
366	-2,51	-0,05	-0,07	0,06
367	-6,85	-0,14	-0,24	0,36
368	-13,36	-0,27	-0,38	0,63
369	-5,79	-0,12	-0,20	0,54
370	-1,43	-0,03	-0,10	0,27
371	1,89	0,04	-0,04	0,05
372	4,19	0,08	-0,05	0,02
373	-3,21	-0,06	-0,14	0,26



Figura 20: Trecho costeiro sob erosão entre a Ponta da Penha e Mar grande: A- Morfologia da linha de costa mostrando um significativo *offset* em relação ao trecho contíguo imediatamente a norte, causado pelo processo de erosão na Penha; B – Resquícios de uma Caieira sob a face da praia, próximo a Ponta da Penha; C - Estrutura de proteção do tipo *Seawall* construída em frente a uma propriedade próximo a Ponta da Penha; D – Muro de arrimo construído para proteger propriedades da ação das ondas próximo da Ponta da Penha; E e F – Muro de pedra com enrocamento na frente de uma propriedade na praia de Totonho; G– Casa sob a face da praia do Totonho;. H – Ruína de um muro de contenção e de uma antiga igreja que acabou destruída pelo processo de erosão, próximo a praia do Buraco do Boi (transecto324).



Figura 21: A – Muro de arrimo de um Hotel sob a face de praia, próximo a Mar Grande, construído de forma irregular indicando uma falsa situação de progradação da linha de costa no transecto 301; B – acúmulo de sedimento a barlamar de um espigão transversal construído ao norte da Ponta do Jaburu (transecto 318); C – Obras de contenção em Gameleira (transecto 340) e, D – Construções irregulares sob o terraço arenoso acumulado após a construção do terminal marítimo de Bom Despacho (transecto 350).

5.1.6 Comportamento da linha de costa no trecho entre a localidade de Porto Santo até a Ponta de Itaparica

A análise do comportamento da linha de costa identificou uma tendência de equilíbrio da linha de costa nos últimos 50 anos nesse trecho costeiro da ilha de Itaparica. Entretanto, foi possível identificar um trecho de linha de costa sob progradação entre a localidade de Amoreiras e a praia da Costa (Figuras 22 e 23).

Os resultados mostraram que a progradação da linha de costa variou de 23,77 a 130,36 metros neste trecho costeiro da ilha de Itaparica (transectos 402 a 434) nos últimos 50 anos. As taxas de progradação da linha de costa variaram de 0,45 a 3,2 metros por ano entre a localidade de Amoreiras e a praia da Costa (Tabela 9). Essa progradação é bem marcada pelo crescimento de um pontal arenoso que se desenvolve no sentido da Ponta de Itaparica e pode ser o resultado da migração dos sedimentos pela ação de correntes de maré. Nesse caso, os sedimentos carregados ao longo do tempo foram gradativamente aprisionados por este pontal, fazendo-o deslocar-se por cerca de 1.200 metros no sentido SE-NW desde o ano de 1959 (Figura 22). A geometria dos bancos arenosos que migram no mesmo sentido desde a localidade de Ponta de Areia até a praia da Costa (Figuras 22 e 25 A e B), a própria direção de crescimento do pontal arenoso e o aumento gradativo da progradação, mostrados na figura 22, corroboram a existência de um transporte de sedimentos de sentido SE-NW nesse trecho.

A exceção do trecho sob progradação da linha de costa, identificado entre localidade de Amoreiras e a praia da Costa, que apresentou valores mais aproximados de 1 para o R^2 apontando para uma tendência de continuidade do processo, nos demais trechos, onde ocorre equilíbrio da linha de costa, os valores de R^2 foram mais aproximados de 0, (Tabela 9).

Vale ressaltar que, apesar da presença de diversas obras de contenção, muros de arrimo e enrocamentos, não foram identificados evidências de erosão nesse trecho costeiro da ilha de Itaparica.

A análise realizada refere-se apenas às condições de médio prazo para o comportamento da linha de costa, não refletindo, dessa forma, condições de longo e curto prazo que possam ocorrer. Portanto, trechos apresentando equilíbrio para médio prazo podem refletir tanto condições de erosão como progradação da linha de costa, a depender da escala de análise.

Em Amoreiras, por exemplo, a análise de médio prazo apontou progradação da linha de costa (Figuras 22 e 23), mesmo assim, existem naquele local, obras de contenção (Figura 25 A e B) que podem indicar um processo de erosão, para curto prazo, não refletido na escala do presente trabalho. Da mesma forma, entre Manguinhos e Bom Despacho que, para médio prazo, indica tendência de equilíbrio da linha de costa (Figura 25), a presença de falésias ativas e de obras de contenção, naquele trecho, pode indicar um processo de erosão para longo prazo (Figura 25 C e D).

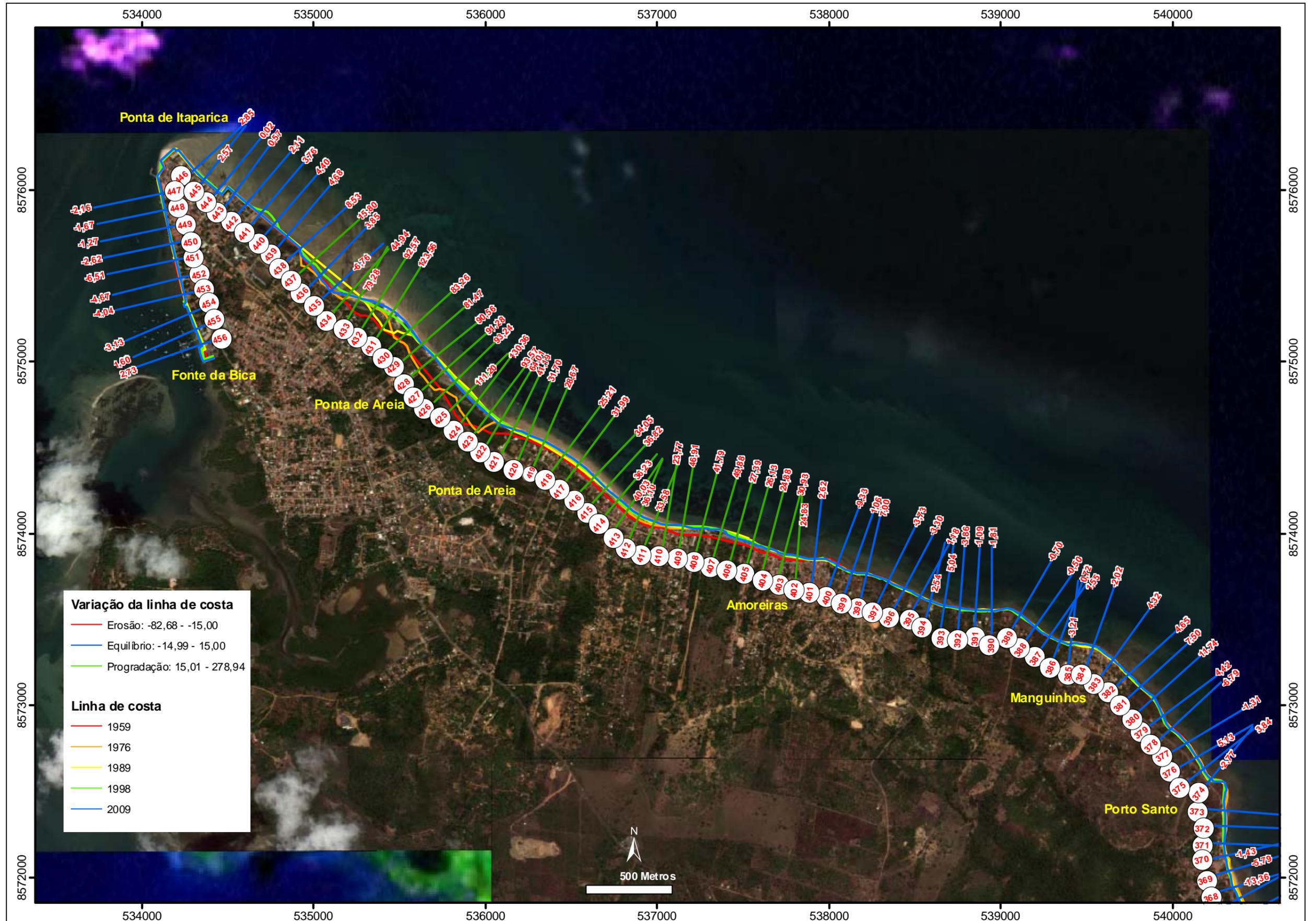


Figura 22: Comportamento morfológico de médio prazo para a linha de costa do trecho costeiro entre a localidade de Porto Santo e a Fonte da Bica.

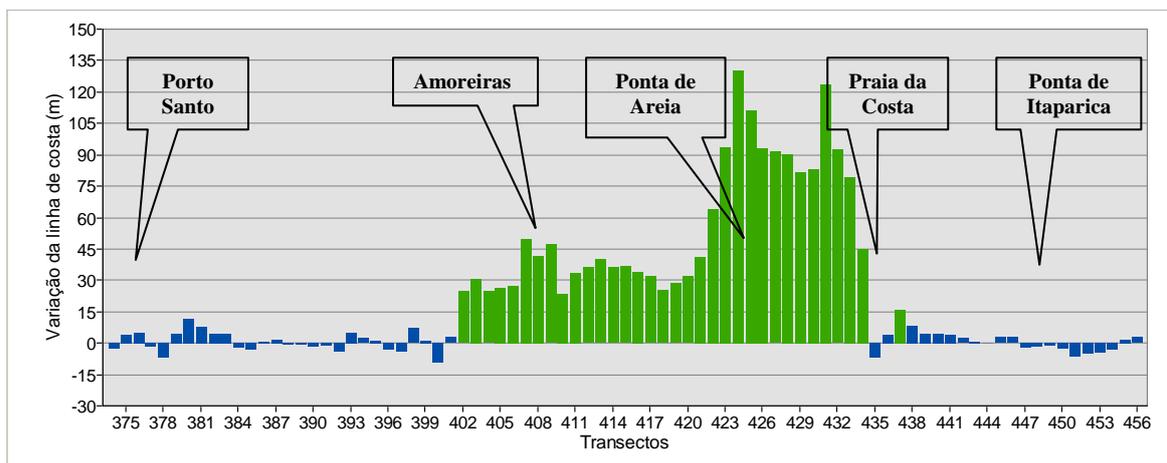


Figura 23: Variação da linha de costa, em metros, para o trecho costeiro entre a localidade de Porto Santo e a Fonte da Bica. Barras vermelhas representam situação de erosão; azuis, situação de equilíbrio; verdes, situação de avanço da linha de costa (Ver figura 22 para localização dos transectos).

Tabela 9: Variação da posição da linha de costa em metros (NSM), taxa de variação de ponto final (EPR), taxa de regressão linear (LRR) e o coeficiente de determinação (R^2), registrados entre 1959-2009 para o trecho costeiro entre a localidade de Porto Santo e a Fonte da Bica.

Transecto	NSM (m)	EPR (m/ano)	LRR (m/ano)	R^2
374	-2,77	-0,06	-0,15	0,33
375	3,84	0,08	-0,02	0,01
376	5,13	0,10	0,02	0,01
377	-1,31	-0,03	-0,11	0,16
378	-6,79	-0,14	-0,20	0,63
379	4,42	0,09	0,02	0,03
380	11,74	0,23	0,18	0,53
381	7,50	0,15	0,10	0,32
382	4,65	0,09	0,04	0,04
383	4,32	0,09	0,05	0,08
384	-2,02	-0,04	-0,05	0,06
385	-3,21	-0,06	-0,15	0,33
386	0,72	0,01	-0,01	0,01
387	1,55	0,03	0,00	0,00
388	-0,50	-0,01	0,02	0,05
389	-0,70	-0,01	-0,06	0,17
390	-1,81	-0,04	-0,02	0,07
391	-1,09	-0,02	-0,04	0,10
392	-3,86	-0,08	-0,13	0,32
393	5,04	0,10	0,05	0,14
394	2,54	0,05	0,03	0,19
395	1,18	0,02	-0,01	0,01
396	-3,30	-0,07	-0,08	0,36
397	-3,73	-0,07	-0,11	0,66
398	7,00	0,14	0,10	0,40
399	1,06	0,02	-0,01	0,02
400	-9,33	-0,19	-0,20	0,38
401	2,62	0,05	0,06	0,29
402	24,83	0,50	0,45	0,76
403	30,93	0,62	0,57	0,69
404	24,88	0,50	0,50	0,64
405	26,13	0,52	0,53	0,43
406	27,39	0,55	0,57	0,32
407	49,88	1,00	0,95	0,65
408	41,79	0,84	0,82	0,51
409	46,91	0,94	0,93	0,83
410	23,77	0,48	0,52	0,87
411	33,58	0,67	0,70	0,95
412	36,10	0,72	0,74	0,91
413	40,03	0,80	0,78	0,93
414	36,23	0,72	0,68	0,89
415	36,82	0,74	0,69	0,78
416	34,05	0,68	0,65	0,86
417	31,99	0,64	0,59	0,86
418	25,21	0,50	0,49	0,75
419	28,67	0,57	0,50	0,79

420	31,70	0,63	0,57	0,90
421	41,19	0,82	0,69	0,54
422	64,01	1,28	1,22	0,50
423	93,57	1,87	2,61	0,65
424	130,36	2,61	3,20	0,74
425	111,20	2,22	2,73	0,70
426	93,24	1,86	2,32	0,72
427	91,28	1,83	2,56	0,60
428	90,56	1,81	2,48	0,65
429	81,47	1,63	2,08	0,74
430	83,26	1,67	1,96	0,83
431	123,56	2,47	2,20	0,63
432	92,57	1,85	1,57	0,72
433	79,28	1,59	1,48	0,63
434	44,94	0,90	1,15	0,46
435	-6,76	-0,14	0,36	0,03
436	3,85	0,08	0,44	0,08
437	15,80	0,32	0,66	0,23
438	8,53	0,17	0,17	0,35
439	4,68	0,09	0,09	0,70
440	4,40	0,09	0,28	0,23
441	3,76	0,08	0,30	0,21
442	2,11	0,04	0,05	0,33
443	0,57	0,01	0,03	0,25
444	0,02	0,00	0,05	0,08
445	2,57	0,05	0,05	0,04
446	2,85	0,06	0,04	0,03
447	-2,16	-0,04	-0,03	0,15
448	-1,67	-0,03	-0,02	0,25
449	-1,27	-0,03	-0,01	0,09
450	-2,62	-0,05	-0,04	0,21
451	-6,51	-0,13	-0,11	0,53
452	-4,67	-0,09	-0,08	0,63
453	-4,04	-0,08	-0,07	0,78
454	-3,13	-0,06	-0,07	0,20
455	1,60	0,03	0,00	0,00
456	2,73	0,05	0,01	0,00

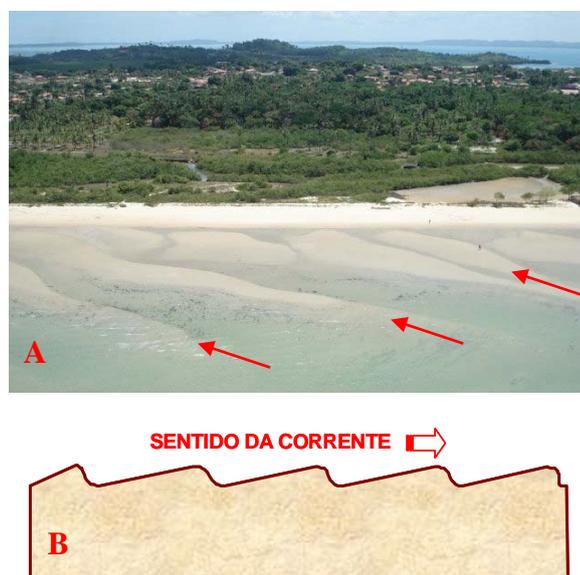


Figura 24: A - Barras arenosas soldando no pontal arenoso que se desenvolve entre a praia de Ponta de Areia e a praia da Costa. B - Esquema mostra a geometria das barras arenosas em relação ao sentido da corrente de maré



Figura 25: A e B- Obras de contenção em Amoreiras, indicando processo de erosão para escala de curto prazo (anos); C e D- Obras de contenção e falésias ativas no trecho entre Manguinhos e Bom Despacho indicando processo de erosão para escala de longo prazo (séculos).

5.2 Síntese do comportamento da linha de costa nos últimos 50 anos

As figuras 26 e 27 mostram a variação da linha de costa nos últimos 50 anos para toda a linha de costa oceânica da ilha de Itaparica e a síntese dos resultados das tendências do comportamento da mesma em termos de erosão, equilíbrio ou progradação.

Levando em consideração a margem de erro assumida no presente trabalho (+/-15 metros), podemos inferir que 17% da linha de costa oceânica da ilha de Itaparica apresentam tendência de erosão: (1) na extremidade do esporão de Caixa-Pregos; (2) entre a localidade de Berlinque e Aratuba; (3) entre Barra Grande e a praia do Club Med; (4) entre a Ponta da Penha e a localidade de Mar Grande e (5) próximo a praia do Buraco do Boi. Outros 24%, apresentam tendência de progradação da linha de costa: (1) entre a Ponta de Caixa-Pregos e a localidade de Berlinque; (2) entre Tairu e a praia dos Corais; (3) em Conceição; (4) no Terminal Marítimo de Bom Despacho e, (5) entre a localidade de Amoreiras e a praia da Costa. Os restantes 59% da linha de costa apresentam-se em equilíbrio para a escala de médio prazo utilizada.

Estes valores mostram uma boa correlação com a análise realizada por Dominguez *et al.* (2006), relativa à toda extensão da costa do Estado da Bahia, na qual os resultados se aproximam da realidade encontrada para a costa oceânica da ilha de Itaparica. Segundo os autores:

“...são alarmistas e inadequados para o Brasil, os diagnósticos publicados na literatura segundo os quais 70% das linhas de costa do mundo encontram-se atualmente em erosão (Bird, 1985). Para a costa do Bahia os valores são significativamente menores (26%).”

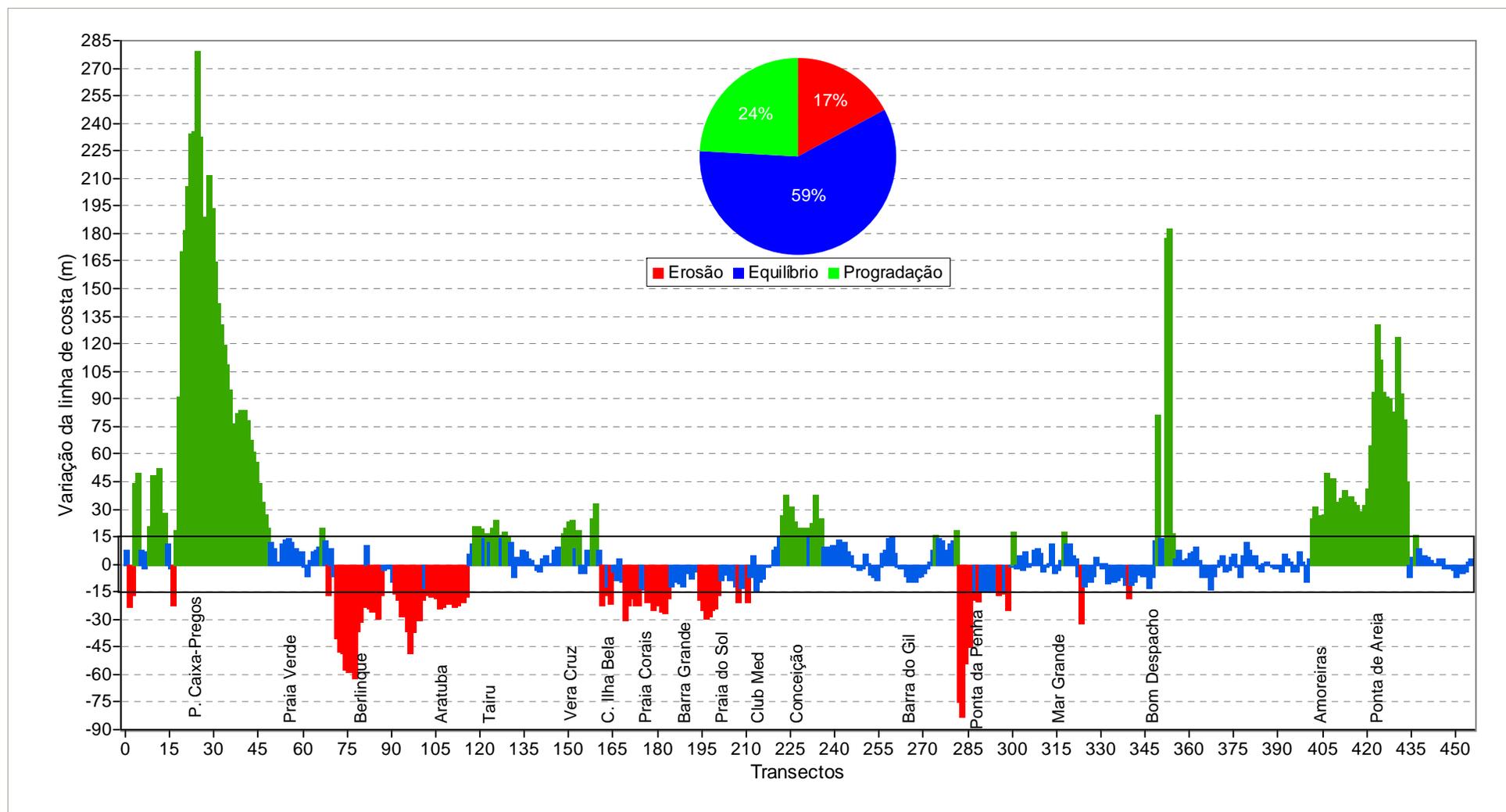


Figura 26: Variação da linha de costa nos últimos 50 anos e o percentual dos trechos de linha de costa sob erosão, equilíbrio ou progradação. O retângulo preto representa a margem de erro (15 m) admitida para o trabalho.



Figura 27: Comportamento para os últimos 50 anos da linha de costa oceânica da ilha de Itaparica.

6- MODELAGEM DE ONDA E SUA INFLUÊNCIA NO COMPORTAMENTO DA LINHA DE COSTA OCEÂNICA DA ILHA DE ITAPARICA

A refração das ondas é o principal mecanismo controlador das mudanças na altura e energia das mesmas ao longo da costa (Munk e Traylor, 1947). Por essa razão, modelos de clima de ondas têm se tornado uma importante ferramenta para auxiliar na compreensão dos processos costeiros (Zenkovitch, 1967; Goldsmith, 1976).

Os modelos de clima de ondas, obtidos através da confecção de diagramas de refração, tem fundamental importância para a definição dos padrões de dispersão de sedimentos ao longo de um trecho costeiro (Bittencourt *et al.*, 2000, 2001, 2002, 2003, 2005).

O estudo da dinâmica costeira envolve, entre outros, a avaliação da distribuição da energia das ondas que exercem grande influência no balanço de sedimentos ao longo da costa (Silva *et al.*, 2008).

A determinação de locais com maior ou menor concentração da energia das ondas é de grande utilidade para estudos de localização de obras de engenharia, do comportamento da linha de costa e de avaliação geológico-ambiental na região costeira. Diante disso, assumindo as incertezas relacionadas a predições determinísticas inerentes a sistemas dinâmicos como o costeiro (Terwind e Battjes, 1991; Crowell e Thom, 1994; Young *et al.*, 1997), estes padrões são utilizados para, tentativamente, realizar predições de tendência evolutiva com o objetivo de orientar, por exemplo, a ocupação do espaço costeiro (Nascimento *et al.*, 2007; Silva *et al.*, 2008; Santos, 2010). Nesse sentido, esse tipo de estudo apresenta-se de grande importância, já que fenômenos como o da erosão costeira tem se mostrado comum em vários trechos do litoral leste-nordeste do Brasil. (Bittencourt *et al.*, 2000, 2001, 2002, 2003, 2005; Nascimento *et al.*, 2007; Santos, 2010).

6.1 Diagramas de refração de onda

Os ventos incidentes (E, SE e SSE) que atingem essa faixa costeira com frequências anuais médias de 57%, 37% e 6% (DHN, 1993), respectivamente, são os principais agentes promotores das condições de onda que, vindas do mar, incidem na costa oceânica da ilha de Itaparica (Bittencourt *et al.*, 1990).

Embora não se disponham de medidas sistemáticas diretas do regime de ondas para a costa oceânica da ilha de Itaparica, diagramas de refração das ondas podem ser construídos a

partir do conhecimento dos períodos das diferentes direções de frentes-de-ondas que atingem a região, medidos em alto-mar (US Navy, 1978).

Os diagramas foram confeccionados manualmente, segundo procedimentos constantes em CERC (1984), resultando em um modelo de clima de ondas genérico, a partir dos dados batimétricos da carta náutica da Marinha do Brasil nº 1110 (DHN), na escala de 1:65.000. Devido à ausência de dados batimétricos para a isóbata de 5m, as ondas não foram propagadas a uma profundidade inferior a 10 m.

Para a construção desses diagramas consideram-se os períodos e alturas das mais significativas frentes-de-ondas que atingem a costa oceânica da ilha, que são as provindas principalmente de E (90°), SE (135°) e SSE ($157,5^\circ$), sendo 5s e 1 m, para as vindas de E e, 6,5 s e 1,5 m, para as oriundas de SE e SSE (US Navy, 1978). Para tais períodos, baseando-se em King (1972), as frentes-de-onda de E começam a interferir com o fundo na profundidade de 20 metros, enquanto que as de SE e SSE em torno de 35 metros de profundidade. As frentes-de-ondas de E ocorrem principalmente durante a primavera e o verão, enquanto que as de SE e SSE ocorrem principalmente durante o outono e o inverno.

Vale ressaltar que não foram confeccionados diagramas de refração para as frentes-de-ondas vindas de NE (45°), pois elas não alcançam a costa oceânica da ilha de Itaparica, de forma significativa, devido ao seu posicionamento geográfico em relação à cidade de Salvador. Por razões semelhantes, não foi possível estender as diagramas para as demais frentes-de-onda à porção nordeste da ilha, pois as mesmas não alcançam a costa por conta da proteção natural relativa ao seu posicionamento geográfico.

Os diagramas de refração, construídos para a área de estudo, mostram que as ondas vindas de SE e SSE, ao se aproximarem da costa, refratam mais significativamente em comparação com as vindas de E (Figuras 28, 29 e 30).

As ondas de SE refratam mais significativamente, concentrando raios de onda, na Ponta de Caixa-Pregos, entre Berlinque e a enseada de Aratuba, entre a praia de Vera Cruz e Barra Grande e no trecho entre a Barra do Gil e a praia do Totonho. Ainda as de SE refratam, divergindo raios de onda, na praia Verde, entre Aratuba e Vera Cruz e entre a Barra do Pote e a Praia da Coroa (Figura 28).

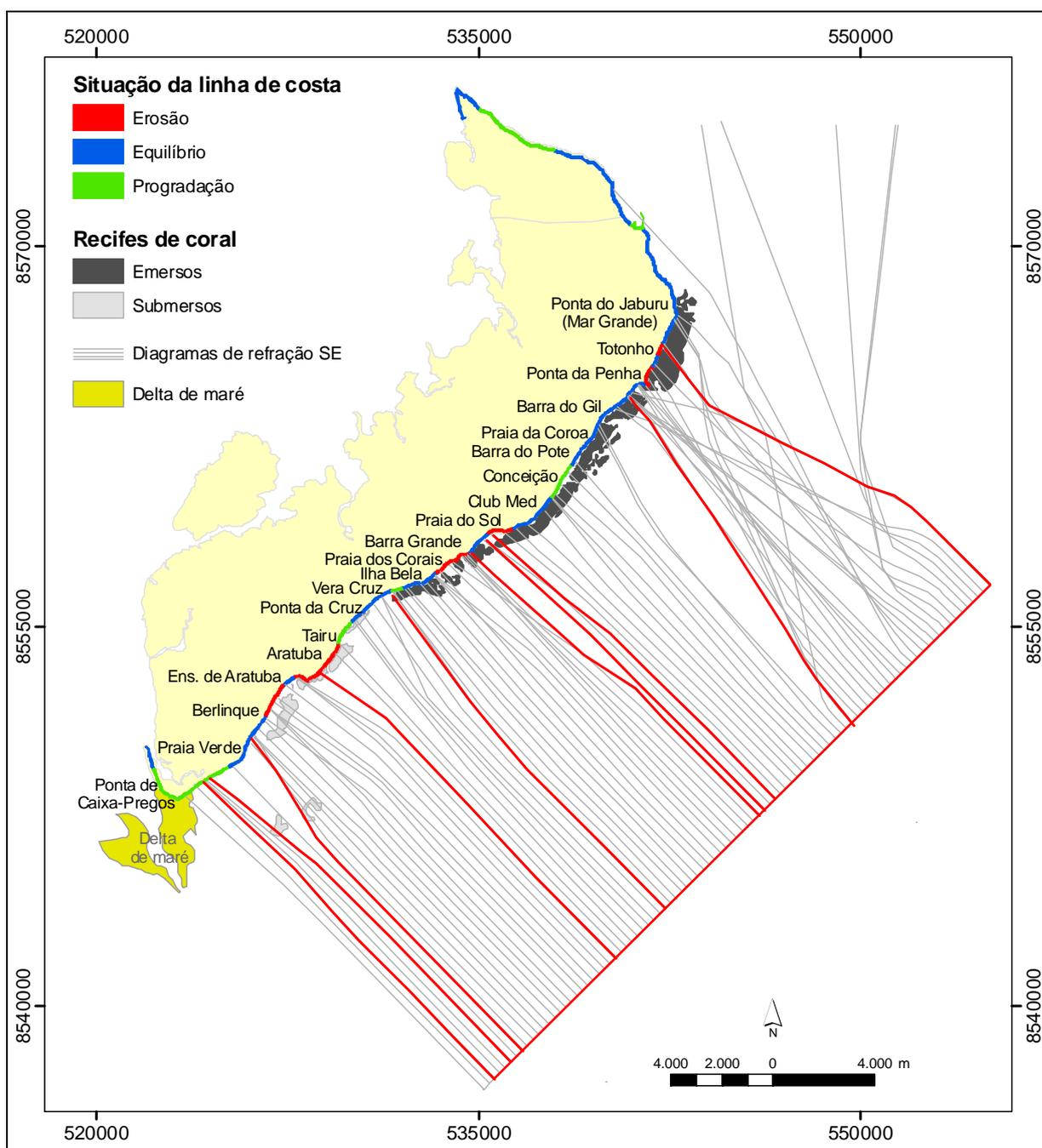


Figura 28: Diagramas de refração para ondas provenientes de SE. As linhas vermelhas destacam os focos de convergência de dos raios-de-onda.

As ondas de SSE refratam, convergindo os raios de onda, na Ponta de Caixa-Pregos, entre Berlinque e enseada de Aratuba, no trecho entre a praia do condomínio Ilha Bela e o Club Med e, na Barra do Gil. Ainda as de SSE refratam, divergindo os raios de onda, entre a praia Verde e Berlinque, entre Tairu e a praia de Vera Cruz, entre o Club Med e a praia da Coroa e, no trecho entre a Ponta da Penha e Mar Grande (Figura 29).

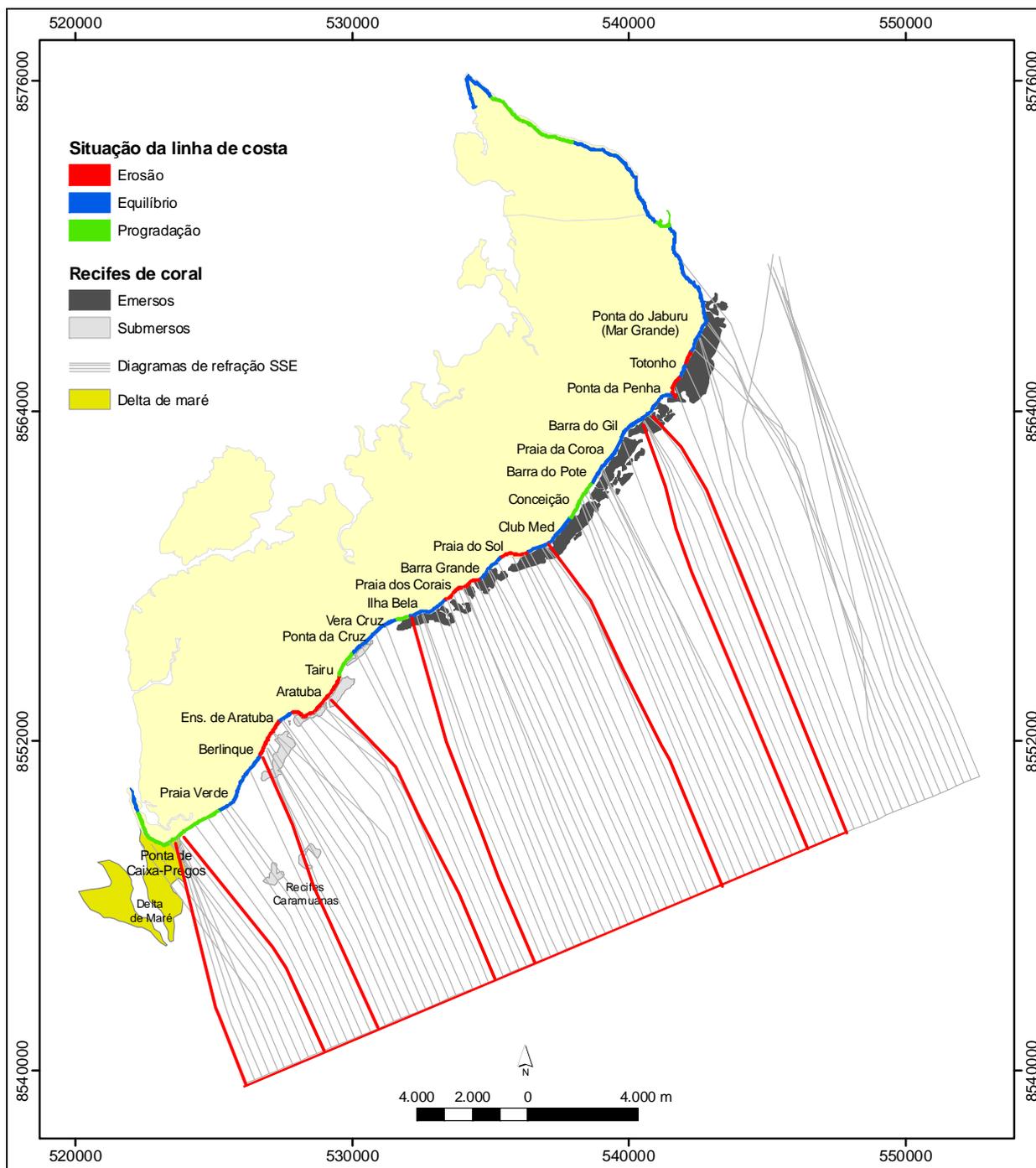


Figura 29: Diagramas de refração para ondas provenientes de SSE. As linhas vermelhas mostram os focos de convergência dos raios-de-onda.

As ondas de E, que só atingem a costa oceânica da ilha a partir do Club Med em direção a extremidade sul da ilha, refratam de forma significativa, convergindo os raios de onda, na Ponta de Caixa-Pregos, entre Aratuba e Tairu e, entre a praia de Vera Cruz e a praia do Sol. Ainda as de E refratam, divergindo os raios de onda, no trecho de Aratuba e, no trecho de Ponta da Cruz (Figura 30).

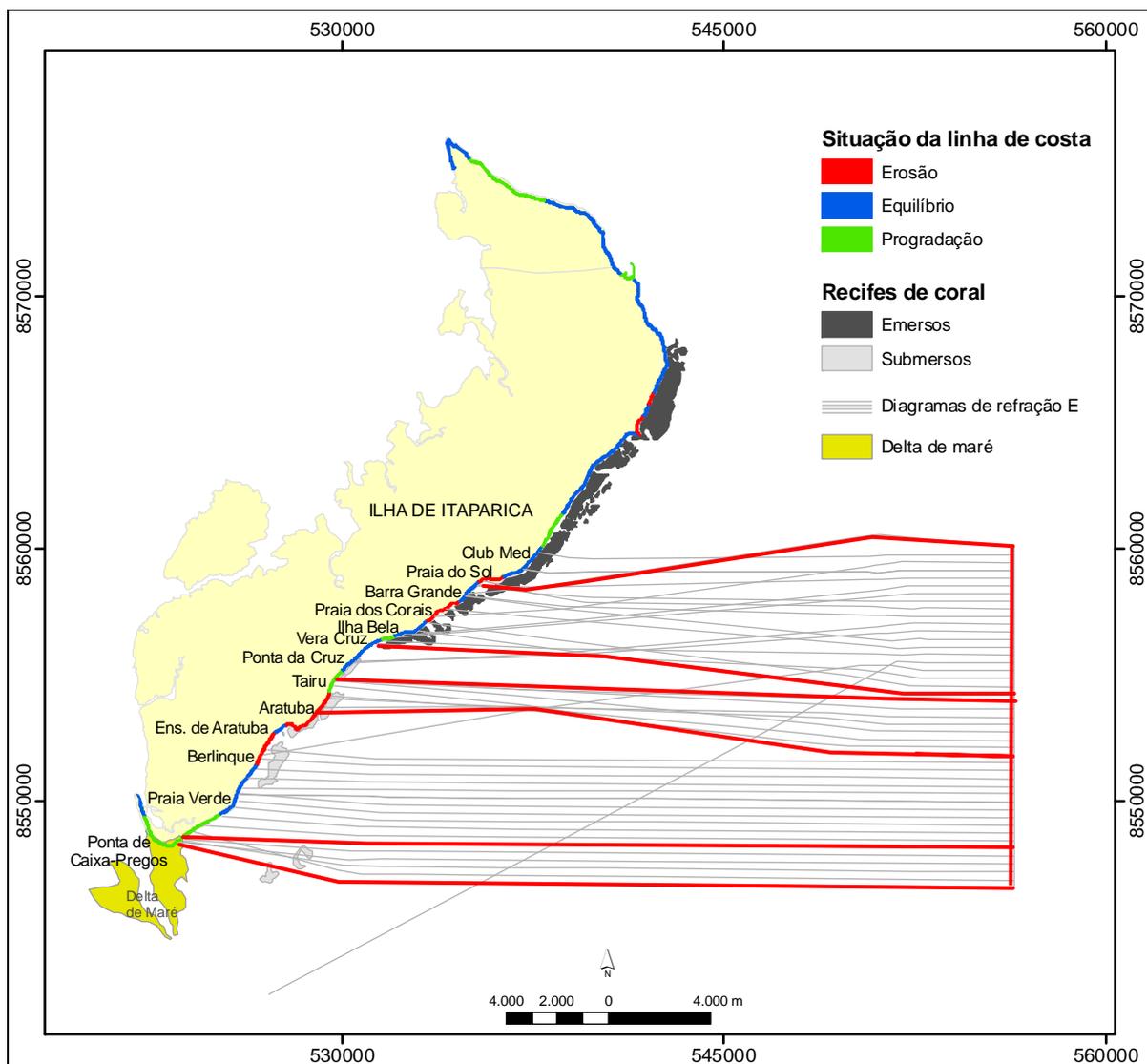


Figura 30: Diagramas de refração para ondas provenientes de E. As linhas vermelhas destacam os focos de convergência dos raios-de-onda.

6.2 Convergência e divergências nos raios-de-onda

A concentração dos raios-de-onda gera focos de convergência que podem representar importante papel na distribuição da energia das ondas, isso porque essa concentração produz uma sobrelevação na altura das ondas, criando gradientes de energia que vão gerar correntes longitudinais ao longo da costa, contribuindo, assim, para a retirada dos sedimentos dos locais de maior concentração de energia. Nesse sentido, dependendo do balanço de sedimentos local, pode ser desencadeado processo de erosão. Quando ocorre o contrário, divergência dos raios-de-onda, elas perdem parte da sua energia, diminuindo a sua capacidade de transporte e seu poder de erosão sob a linha de costa.

Na costa oceânica da ilha de Itaparica foi possível identificar focos de convergência dos raios-de-onda – pelo menos para uma das direções de frentes-de-onda analisadas – na Ponta de Caixa-Pregos, entre Berlinque e a enseada de Aratuba, entre a praia de Vera Cruz e o Club Med e, no trecho entre a Barra do Gil e a praia do Totonho (Figuras 28, 29 e 30). A exceção da Ponta de Caixa-Pregos que apresenta progradação, a análise do comportamento da linha de costa, realizada no presente trabalho, demonstrou que existe uma tendência de erosão da linha de costa nos últimos cinquenta anos para os trechos costeiros citados acima (Figura 27).

Apesar da existência de focos de convergência dos raios-de-onda para as frentes-de-onda de SE, SSE e de E na Ponta de Caixa-Pregos, a análise do comportamento da linha de costa para os últimos cinquenta anos demonstrou uma tendência de progradação para esse trecho costeiro (Figura 27). Nesse caso, essa tendência pode estar relacionada com a presença e a própria dinâmica do delta de maré vazante na desembocadura do canal de Itaparica. Esse delta modifica localmente as transformações experimentadas pelas ondas (refração e difração), podendo desta forma contribuir para a acumulação de sedimentos neste trecho (Bittencourt *et al.*, 1990).

Em outros trechos costeiros da ilha de Itaparica foi possível identificar divergência dos raios-de-onda – pelo menos para uma das direções de frentes-de-onda analisadas – como, por exemplo, entre a Ponta de Caixa-Pregos e Berlinque, entre Tairu e Vera Cruz, em Conceição, entre a Barra do Pote e a Praia da Coroa (Figuras 28, 29 e 30). A análise do comportamento morfológico, realizada no presente trabalho, mostrou que nesses trechos existe uma tendência de equilíbrio ou progradação da linha de costa nos últimos cinquenta anos (Figura 27). A diminuição da altura das ondas ao longo desses trechos costeiros por conta da divergência dos

raios-de-onda, associado a proteção natural exercida pelos recifes em franja pode estar contribuindo com a tendência de equilíbrio ou progradação da linha de costa encontrados nesses locais.

7- A INFLUÊNCIA DOS RECIFES DE CORAL NA MORFOLOGIA DA LINHA DE COSTA

As linhas de costa localizadas na retaguarda de recifes de coral geralmente constituem-se em ambientes com baixa energia de ondas, situação que pode perdurar durante a maior parte do tempo. Dessa forma, essas áreas são consideradas quase que inertes, onde o transporte de sedimentos é raramente ativado pela energia gerada por eventos excepcionais (Kench e Brander, 2006), como aqueles causados por tempestades, quando a geração de ondas com maiores alturas podem produzir consideráveis modificações na linha de costa (Sanderson, 1997). Dessa forma, modificações observadas nesses ambientes podem ser o resultado de eventos extremos que atuam de forma esporádica ao longo de um determinado tempo (Woodroffe, 2008). Sendo assim, as condições modais de ondas que prevalecem nestes ambientes normalmente são insuficientes para recuperar totalmente uma praia após um período de elevada energia, restando morfologias herdadas que refletem condições hidrodinâmicas extremas (Sanderson *et al.*, 2000).

Segundo Kench e Brander (2006), recifes largos têm um período de tempo limitado em que a energia das ondas pode ativar os processos geomorfológicos sobre a superfície do recife, sendo estes considerados geomorfológicamente menos ativos. Recifes estreitos permitem a propagação da energia da onda sobre o recife durante grande parte do tempo. Esses são considerados geomorfológicamente mais ativos. Esse fato tem significantes implicações geomorfológicas para a linha de costa associada, pois sugerem que recifes estreitos, apresentam menores condições de proteção para a linha de costa que recifes largos.

Segundo Black e Andrews (2001a) e Ranasinghe e Turner (2006), feições do tipo saliências e tómbolos são feições esperadas na retaguarda de recifes naturais localizados próximo da costa e que o comprimento dos recifes e a sua distância da linha de costa, são parâmetros determinantes na distinção entre a formação de tais feições.

Sanderson (1997) considera o recife uma excelente barreira de proteção à ação de ondas, resultando em formas deposicionais na sua retaguarda. Segundo este autor, a refração das ondas oceânicas na crista do recife, combinado com os efeitos da maré e do fluxo de água em função da ação do vento são responsáveis pela manutenção de saliências na retaguarda do

recife. Entretanto, este autor aponta que as mudanças na posição da linha de costa observada nestas saliências são aparentemente atribuídas às condições raras de alta energia de onda.

Mimura (1999), Nunn (2000) e Nicholls e Mimura (1998) consideram que os recifes de coral desempenham um importante papel nos processos costeiros, atenuando os efeitos de grandes ondas oceânicas, apesar disso, problemas relacionados à erosão costeira que ocorrem em áreas protegidas por recifes de coral, podem ser causados pelo baixo suprimento de sedimentos, representado pela baixa produtividade dos recifes e pelo aumento da pressão humana sob a linha de costa. Xue (2001) afirma que intervenções humanas, através de obras de engenharia e de estruturas de proteção rígidas na linha de costa, resultam na redução do suprimento de sedimentos em praias protegidas por recifes de coral.

Dickinson (1999) considera que o aumento do nível do mar em locais com presença de recifes de coral pode ser um fator importante de desestabilização, tornando as linhas de costa na retaguarda desses recifes menos protegidas da ação das ondas, fator que pode resultar em perdas econômicas e ambientais consideráveis com a erosão costeira.

Eversole e Fletcher (2003) afirmam que a presença do recife em franja controla a energia da onda incidente e a capacidade de transporte de sedimentos em uma praia quando comparados a áreas onde não existem os recifes. A redução na energia da onda incidente, segundo estes autores, parece resultar na diminuição das taxas de transporte de sedimentos. Dessa forma, o recife impõe um papel significativo na estabilidade da linha de costa em sua retaguarda, criando um perfil mais estável do que aquele onde os recifes estão ausentes.

Rooney e Fletcher (2003) identificaram processos de erosão atuando em uma área protegida por recifes em franja na praia de Kihei, em Maui, ilhas havaianas. Estes autores consideram as oscilações climáticas, que resultam em aumento na energia das ondas, importantes fatores causadores de erosão nessa praia.

Um estudo desenvolvido em três diferentes trechos costeiros da ilha de Maui (praia de Kihei, no oeste de Maui e no *North Shore*), realizado por Fletcher *et al.* (2003), buscou quantificar os processos erosivos atuantes em escalas de décadas nesses locais. Estes autores consideraram que a presença de recifes em franja ao longo dessas praias é importante para a dissipação da energia das ondas, que por vez é controlada pela variabilidade topográfica destes recifes, que exercem controle localizado sobre os processos ao longo da linha de costa, causando convergência e divergência das ondas nas praias adjacentes, o que resulta em episódios de erosão associados a fenômenos sazonais ou de curto período, sobrepostos a fenômenos de médio e longo período, responsáveis pela estabilidade da linha de costa.

Frihy *et al.* (2004) avaliaram a importância dos recifes de coral em franja na proteção da linha de costa contra a ação de ondas e correntes em Hurghada no Egito, através da aplicação de modelos matemáticos. Segundo estes autores, a diferença substancial entre as mudanças na linha de costa para os diferentes modelos confirmam que a variedade topográfica do sistema de recife e principalmente a sua crista, atuam como um sistema de proteção costeira natural.

7.1 Os recifes em franja da ilha de Itaparica

Na Bahia, assim como em diversos estados do nordeste brasileiro, as comunidades recifais se instalaram, em grande parte, sobre bancos de arenito. Em geral são estreitos, alongados e localizados adjacentes à praia (Leão 1996).

Os recifes de Itaparica, descritos por Araújo (1984), apresentam-se em forma de uma franja descontínua que contorna parte da costa leste e sudeste da Ilha. (Figura 31). Esses recifes estão implantados sobre terraços de abrasão esculpido em rochas cretáceas.

O corpo principal dos recifes é cortado por vários canais, os quais separam a estrutura recifal em construções isoladas de formas e dimensões variadas. Na parte mais ao sul do recife, estas construções isoladas são menores e mais numerosas (Figura 31).

O recife é relativamente estreito e as distâncias da praia até a borda externa não ultrapassam um quilômetro, não considerando aí as formações recifais da área das *Caramuanas* (Figura 31). As lagunas recifais, quando presentes, são estreitas e extremamente rasas. O topo do recife apresenta-se truncado ocorrendo de ficar emerso durante a baixa-mar. A superfície do topo é rochosa e extremamente irregular, entretanto, em direção à borda externa do recife ela é bastante acidentada devido à presença de elevações que atingem até 50 centímetros. A frente do recife mostra um mergulho relativamente acentuado. De acordo com a classificação apresentada por Cloud Jr. (1952) os recifes de Itaparica são característicos de costas que estão emergindo vagarosamente, em consequência da descida lenta do nível do mar.

7.2 O papel dos recifes de coral no comportamento da linha de costa da ilha de Itaparica

Os recifes de coral exercem grande influência sobre a linha de costa em sua retaguarda, pois atuam, na maior parte do tempo, como agente redutor da energia das ondas incidentes, tornando-a menos vulnerável em condições modais de ondas. Porém, na Ilha de Itaparica a morfologia desses recifes mostra discontinuidades que podem refletir no comportamento da sua linha de costa ao longo do tempo.

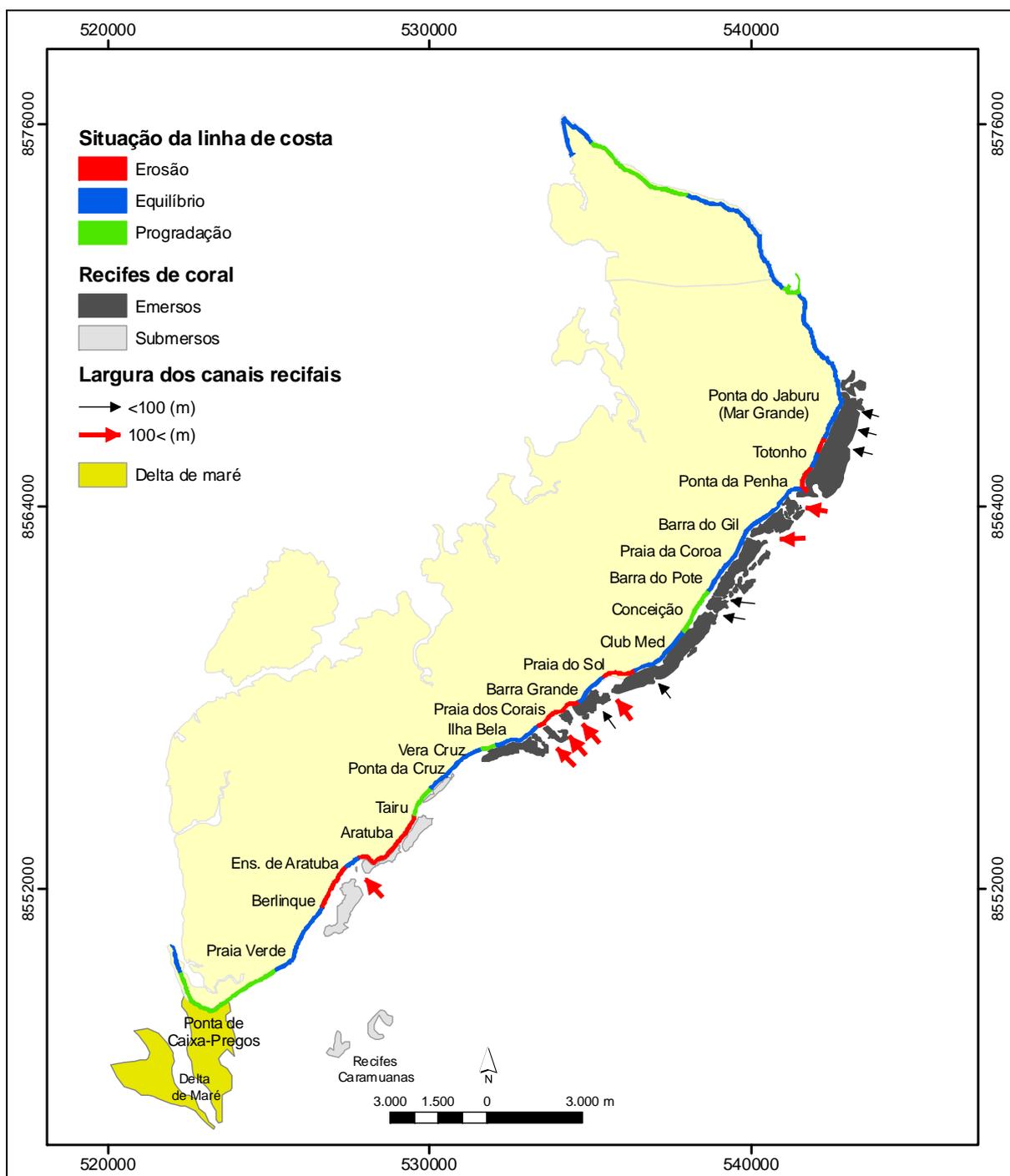


Figura 31: Comportamento da linha de costa para os últimos 50 anos, localização, morfologia e distribuição dos recifes de coral ao longo da costa da ilha de Itaparica.

A figura 31 mostra o comportamento da linha de costa da ilha de Itaparica durante os últimos 50 anos, a localização dos recifes de coral, assim como a sua morfologia e distribuição ao longo da costa.

No trecho costeiro entre Berlinque e a Ponta de Caixa-Pregos existe uma formação recifal, distante cerca de 4 quilômetros da linha de costa denominada “*Caramuanas*” que fica completamente submersa mesmo com a maré baixa (Araujo, 1984). Esses recifes aparecem como agente modelador importante para a linha de costa correspondente, pois as ondas vindas de costa afora ao cruzarem a crista dos recifes refratam atingindo a linha de costa com menores alturas em relação a trechos adjacentes. Em resposta a esse processo, a linha de costa em sua retaguarda toma forma de uma grande saliência, como pode ser visto na figura 32. Nesse caso, a acumulação de sedimentos que ocorre na retaguarda dessas estruturas recifais parece ser o resultado do transporte de sedimentos por correntes costeiras em função do processo de refração das ondas incidentes (Sanderson e Eliot, 1996) sobre a crista dos recifes *Caramuanas*.

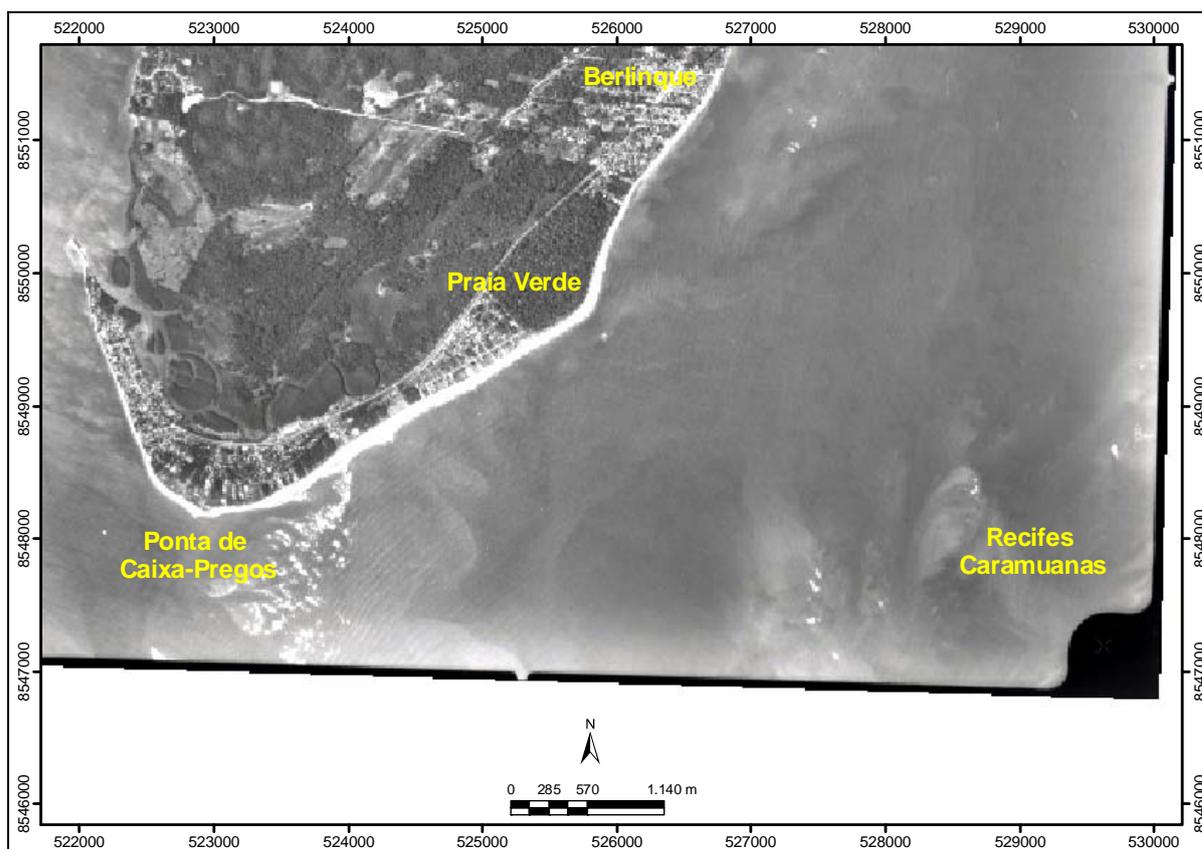


Figura 32: Saliência na Praia Verde, possivelmente formada por correntes costeiras em função da refração das ondas causada pelos recifes *Caramuanas* (Fonte: CONDER 1998).

Entre Berlinque e Aratuba, a existência de recifes submersos e terraços de abrasão próximos à costa (Figura 33) é outro exemplo de como essas estruturas influenciam a morfologia da linha de costa em sua retaguarda. Ela apresenta-se mais recuada na enseada de Aratuba, onde existe uma abertura nos recifes, em comparação ao trecho onde os recifes são contínuos. A análise do comportamento da linha de costa mostrou que, nos últimos 50 anos, existe uma tendência à erosão naquele local. Observando a morfologia da linha de costa, em Aratuba, pode-se dizer que o processo de erosão foi menos acelerado do que na enseada de Aratuba, em função da presença de uma formação recifal submersa e contínua localizada na zona de arrebitação.

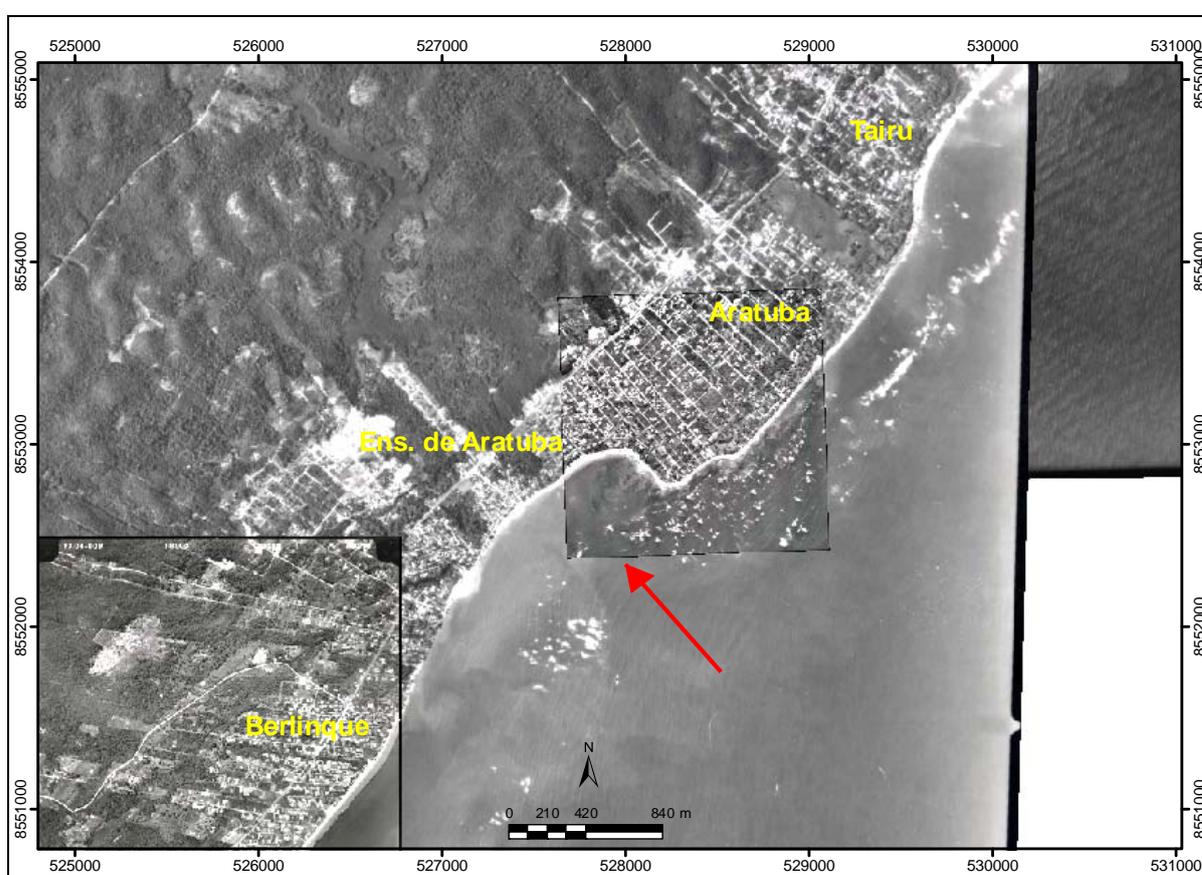


Figura 33: Seta vermelha indica o canal no corpo recifal defronte a enseada de Aratuba (Fonte: CONDER 1998).

Entre a praia do condomínio Ilha Bela e o Club Med os recifes são formados por corpos isolados, separados entre si por canais relativamente largos (300 m), ocorrendo também algumas construções recifais submersas (Araújo, 1984) (Figura 34). Essa morfologia permite a refração e a penetração das ondas incidentes mesmo em períodos de maré baixa, o que pode determinar tanto a morfologia em arco encontrada nas praias onde não existe a

proteção dos recifes, como as saliências e tómbolos formados onde há presença dos recifes (Figura 34). Nesse trecho costeiro foi identificada para os últimos cinquenta anos, uma tendência à erosão (Figura 27). Nesse caso, o processo de erosão pode estar relacionado: (i) às aberturas entre os corpos recifais, mais largas nesse trecho costeiro da ilha, que permitem tanto a penetração de focos de convergência dos raios-de-onda, principalmente as de SE e SSE (Figuras 28 e 29), aumentando o poder de erosão sobre a linha de costa em sua retaguarda, quanto funcionando como via de escape para sedimentos de sua retaguarda (Figura 37 C); (ii) ao baixo suprimento de sedimentos para a costa – seja pela falta de aporte fluvial ou pela baixa produtividade dos recifes de coral – e (iii) relacionado à interferência humana através da instalação de obras de engenharia de forma indiscriminada, como por exemplo, os molhes localizados defronte ao Club Med (Figura 14 H) que contribuem para a escassez de sedimentos no trecho imediatamente a sul das estruturas.

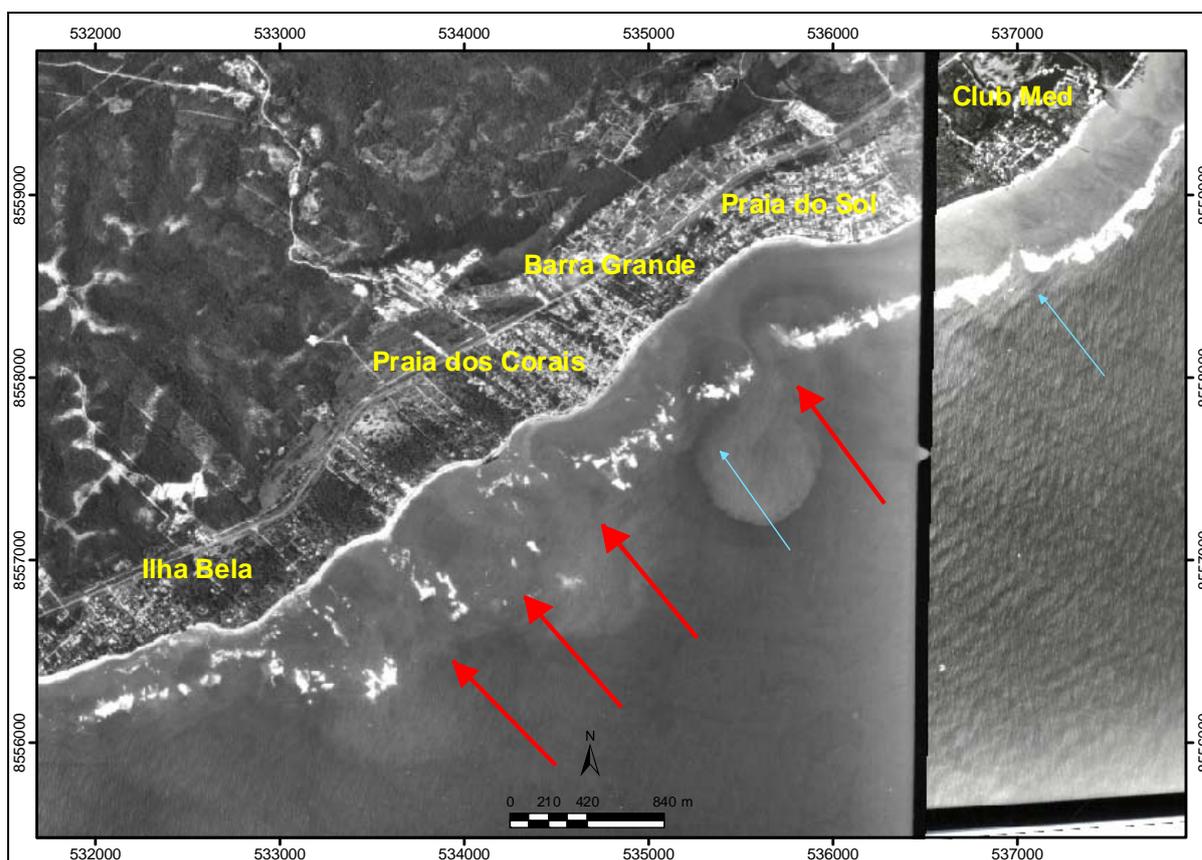


Figura 34: Setas vermelhas e azuis indicam canais largos e estreitos, respectivamente, nos corpos recifais localizados entre a praia do condomínio Ilha Bela e o Club Med (Fonte: CONDER 1998).

Entre a localidade de Conceição e a Penha os recifes apresentam-se de forma descontínua, intercalados por canais com direção E-W em relação à linha de costa (Figura 35) e os corpos recifais permanecem emersos na maior parte do tempo. Nesse trecho é possível notar que a largura desses canais exerce grande influência na morfologia da linha de costa em sua retaguarda. Nos locais onde os canais são mais largos, como por exemplo, imediatamente ao sul da Penha, a praia apresenta-se em forma de arco. Já em Conceição, onde os canais são mais estreitos, a morfologia da linha de costa apresenta-se quase que linear. Esse comportamento sugere uma relação diretamente proporcional entre a morfologia da linha de costa e a largura dos canais recifais. Ou seja, quanto maior a largura desses canais, maior a capacidade das ondas incidentes em modelar a linha de costa (Kench e Brander, 2006). Além disso, as aberturas desse trecho funcionam também como rota de escape para os sedimentos de sua retaguarda (Figura 37 B).

Apesar de existir aberturas largas nos corpos recifais, como citado acima, a análise do comportamento da linha de costa para os últimos cinquenta anos identificou uma tendência de estabilidade da linha de costa (Figura 27). Isso pode ser o resultado da proteção exercida pelos recifes de coral, em grande parte do trecho costeiro, associado a divergências dos raios-de-onda (Figuras 28 e 29), que diminuem a sua altura e energia ao longo da costa.

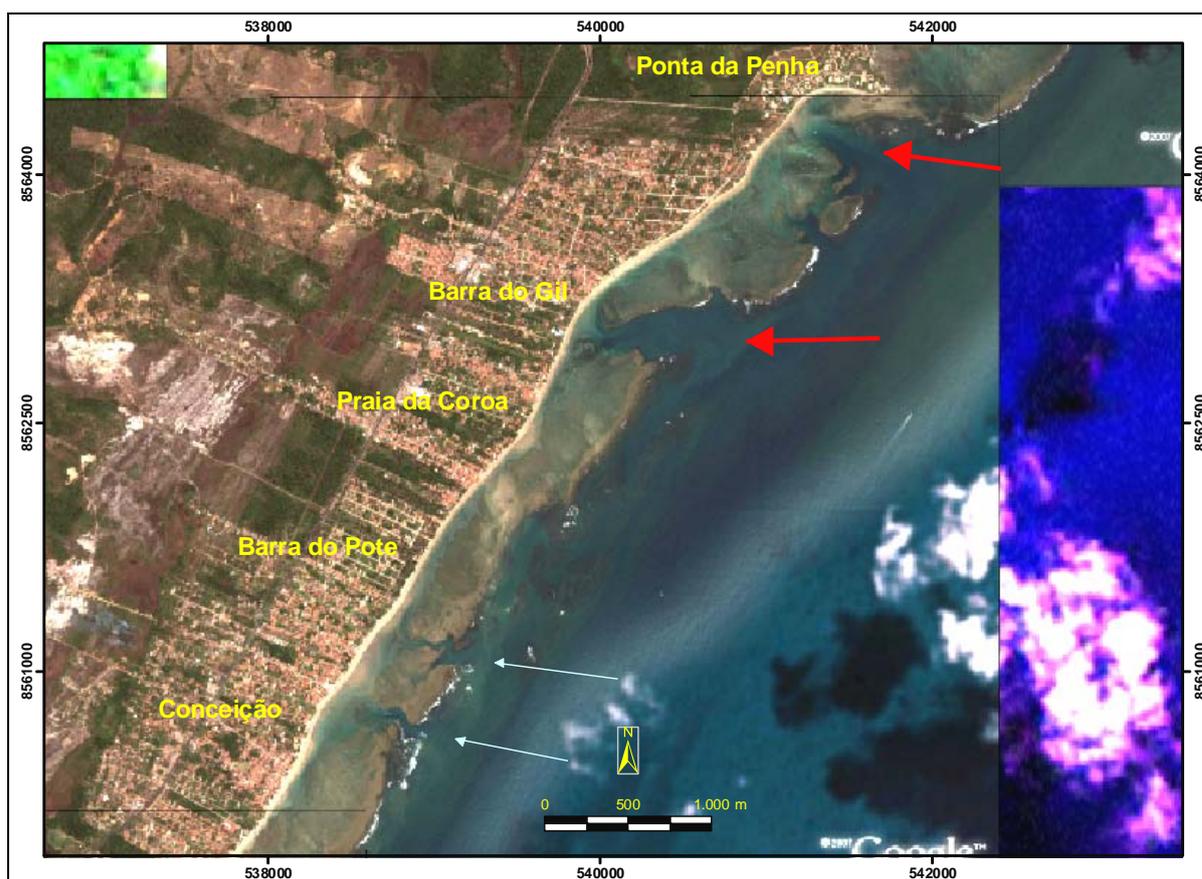


Figura 35: Setas vermelhas e azuis indicam canais largos e estreitos, respectivamente, nos corpos recifais localizados entre Ponta da Penha e Conceição (Fonte: *Google Earth*).

No trecho costeiro entre a Ponta da Penha e Mar Grande (Figura 36) os recifes são contínuos e exercem proteção para a linha de costa. Apenas pequenos canais no corpo recifal podem ser vistos próximo a Mar Grande e, por serem estreitos, não possibilitam a penetração das ondas incidentes de forma significativa para modificar a linha de costa em condições modais de onda. Apesar disso, a análise do comportamento da linha de costa demonstrou uma tendência de erosão nesse trecho costeiro (Figura 27). Nesse caso, o processo de erosão pode estar relacionado: (i) a focos de convergência dos raios-de-onda, que podem ultrapassar a barreira de proteção exercida pelos recifes em eventos de tempestade com atuação de ondas vindas de SE (Figura 28) ou (ii) a falta de suprimento para a costa – seja pela falta de aporte fluvial ou pela baixa produção de sedimentos dos recifes de coral. Além disso, a presença desses estreitos canais pode representar uma rota de escape, através de correntes de maré vazante, para os sedimentos depositados na retaguarda dos recifes (Figura 37 A), contribuindo para o processo de erosão identificado nesse trecho da costa.

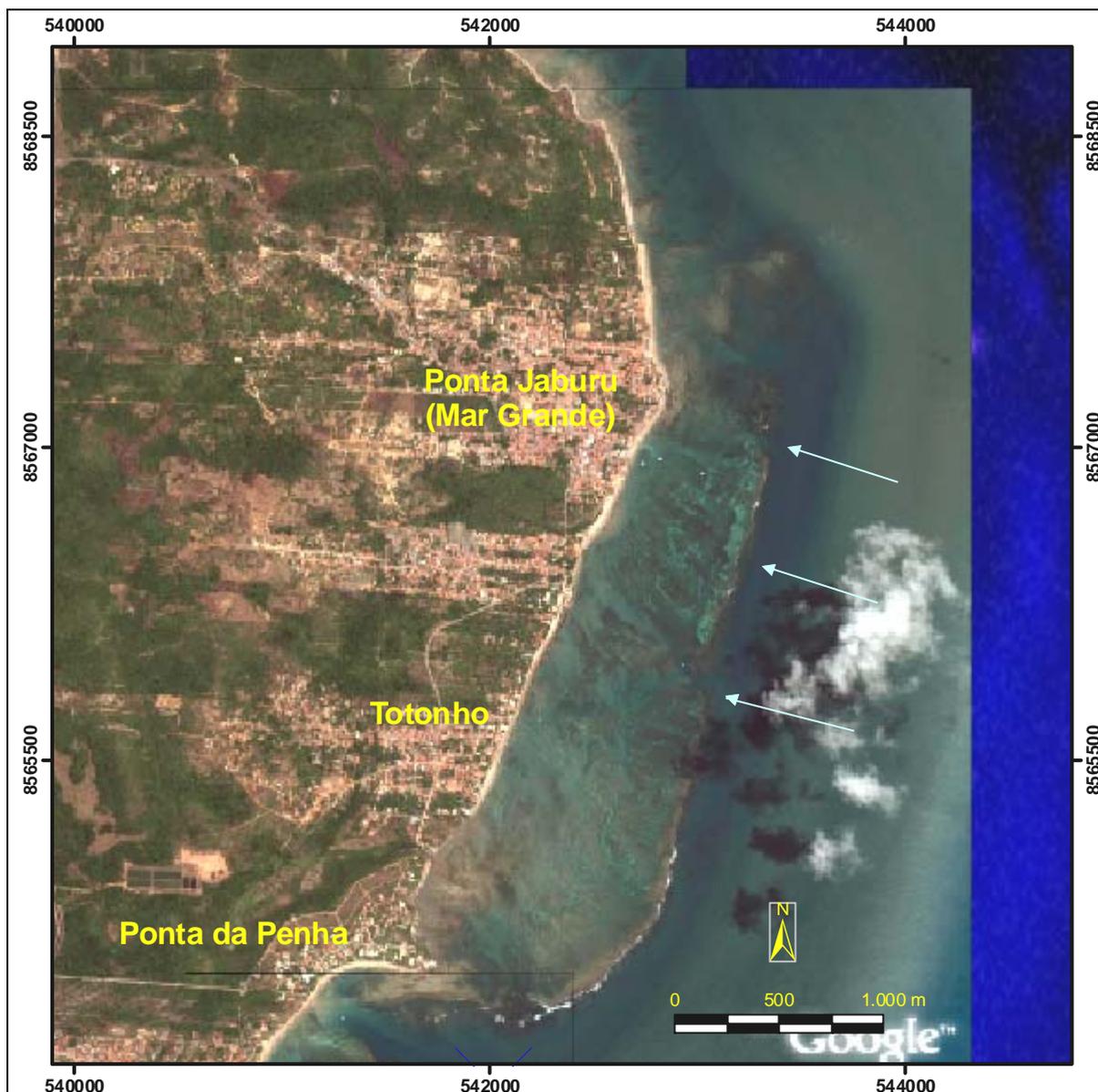


Figura 36: Setas azuis indicam canais estreitos no corpo recifal em franja entre Mar Grande e Ponta da Penha. (Fonte: Google Earth).

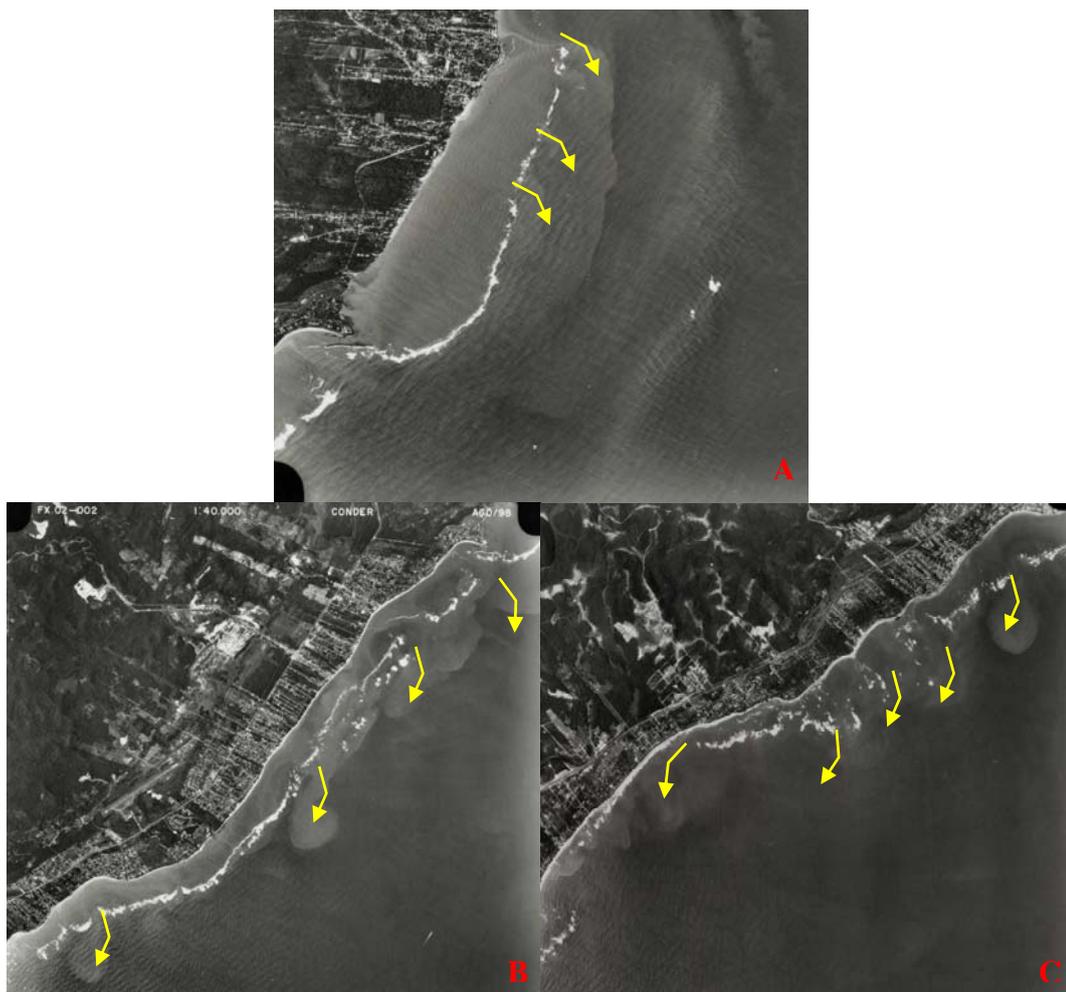


Figura 37: Aberturas nos recifes de coral em franja funcionando como rota de escape para os sedimentos da sua retaguarda durante a maré vazante A- Entre Ponta da Penha e Mar Grande; B – Entre Ponta da Penha e Barra Grande e, C – Entre Barra Grande e Ilha Bela (Ver figura 34 para localização). (Fonte: CONDER 1998).

8- RISCO DE PREJUÍZOS ECONÔMICOS EM FUNÇÃO DA OCUPAÇÃO SOBRE A LINHA DE COSTA E DA SENSIBILIDADE À EROÇÃO COSTEIRA

Em todo o globo, o litoral tende a apresentar índice de densidade demográfica mais elevado do que os espaços interiores, tendência que é reforçada em países de formação colonial, como o Brasil, onde a ocupação do território ocorreu no sentido da costa para o interior (MMA/UFRJ/FUJB/LAGET, 1996).

Seguindo o padrão internacional, o território brasileiro apresenta significativa concentração populacional e de atividades produtivas na zona costeira, com uma densa rede de cidades espalhada ao longo do seu litoral, onde cerca de um terço da população habita a beira-mar e quase metade reside a menos de 200 km da costa. Contudo, esse padrão de ocupação tornou-se problemático a partir da década de 1950 com a intensificação das atividades ligadas ao processo de industrialização, acentuado com a chegada das multinacionais. Nesse período, a urbanização atinge plena expansão, dando origem ao processo de metropolização.

Nesse sentido, as grandes migrações humanas para as regiões costeiras nos séculos XX e XXI (Charlier e Bologna, 2003; Small e Nicholls, 2003) têm submetido os ecossistemas costeiros a pressões cada vez maiores, através de atividades turísticas e recreacionais (Orams, 2003; Santana, 2003). As praias passaram então a ter uma importância econômica fundamental, por serem vistas principalmente como áreas de lazer (Breton *et al.*, 1996). Dessa forma, aumentou a pressão econômica para se construir massivamente ao longo da linha de costa. Os efeitos de tal pressão podem ser observados em praias superlotadas, na disseminação de hotéis, pousadas e de condomínios litorâneos e no aumento do uso de obras de engenharia costeira, como observado por Silva (2004), Nascimento e Lavenère-Wanderley (2004), Nascimento (2006), Nascimento *et al.* (2007) e Santos *et al.* (2007), no litoral sul e extremo sul do Estado da Bahia.

As áreas costeiras são vulneráveis a grande variedade de riscos, dentre os quais o de erosão costeira (Bryant, 1991; Dal Cin e Simeoni, 1994; Appendini e Fischer, 1998; Griggs, 2005). Este fenômeno causa sérios problemas em áreas urbanizadas, pois coloca em risco a infra-estrutura costeira, reduz a capacidade recreacional das praias (Lizárraga-Arciniega *et al.*, 2001; Silva *et al.*, 2003) e, muitas vezes, causa prejuízos econômicos ao homem. Estes prejuízos são causados pelo próprio homem quando faz intervenções ao longo da linha de costa sem conhecimento prévio dos processos costeiros (Terich, 1987; Williams *et al.*, 1997;

Hall, 2001). Pilkey (1991) afirma que apesar do processo de erosão ser responsável apenas pelo recuo da linha de costa, em costas muito ocupadas, onde as construções são feitas próximo à linha de costa ou sob a mesma, este recuo gera risco a destruição de propriedades.

Esse é também o cenário atual da costa oceânica da ilha de Itaparica, onde 53% dos primeiros cem metros de faixa costeira encontram-se ocupados por construções fixas (Figuras 38 e 39 A).



Figura 38: Exemplos de ocupação intensa sob a linha de costa: A – Em Barra Grande; B – Em Conceição; C – Em Barra do Pote e; D – Em Barra do Gil. (Ver figura 39 A para localização)

A ocupação na linha de costa da ilha de Itaparica, a partir da década de 1970, se deu de forma acelerada e sem planejamento, culminando em prejuízos econômicos para as comunidades que vivem e sobrevivem do seu atrativo principal, a paisagem. Isso porque, a intensa ocupação da linha de costa colocou em evidência o processo de erosão costeira. O resultado desse processo é que atualmente 28% de toda a sua extensão apresentam algum tipo de obra de engenharia – muitas delas construídas sem observar os devidos critérios técnicos –, seja para a proteção contra erosão, seja para atividades portuárias ou simplesmente para fechamento de propriedades particulares (Figura 39 B).

O retrato atual dessa falta de planejamento pode ser visto em diversos trechos da linha de costa com evidências de prejuízos econômicos por conta do processo de erosão, como por exemplo:

- Em Aratuba, onde é possível notar a destruição de muros defronte as casas (Figura 40 A);
- No trecho da praia dos Corais, em Barra Grande, é possível notar a destruição das obras de contenção e o avanço do mar sobre uma rua (Figura 40 B, C, D e E);
- No trecho da praia do Club Med a construção de enrocamentos e a instalação de molhes transversais visando a contenção do processo de erosão eliminaram a qualidade estética e parte da capacidade recreacional da praia (Figura 40 F). Nesse caso, além de não resolver por completo o processo de erosão, intensificou o problema no setor imediatamente a sul, onde é possível notar a presença de restos de antigas construções na face da praia (Figura 40 G e H);
- No trecho entre a Ponta da Penha e Mar Grande é possível notar restos de antigas construções localizadas atualmente na face da praia e grandes muros de contenção defronte as propriedades (Figura 41 A, B e C);
- No trecho ao sul da praia do Buraco do Boi, onde existe uma igreja em ruínas e restos do muro de contenção que a protegia (Figura 41 D e E);
- Em Gameleira existe destruição de muros defronte a propriedades construídas sobre a linha de costa (Figura 41 F) e;
- Em Amoreiras, onde existe um enrocamento protegendo tanto as barracas de praia instaladas sobre a linha de costa como a estrada de acesso a localidade que está em eminência de destruição (Figura 41 G e H).

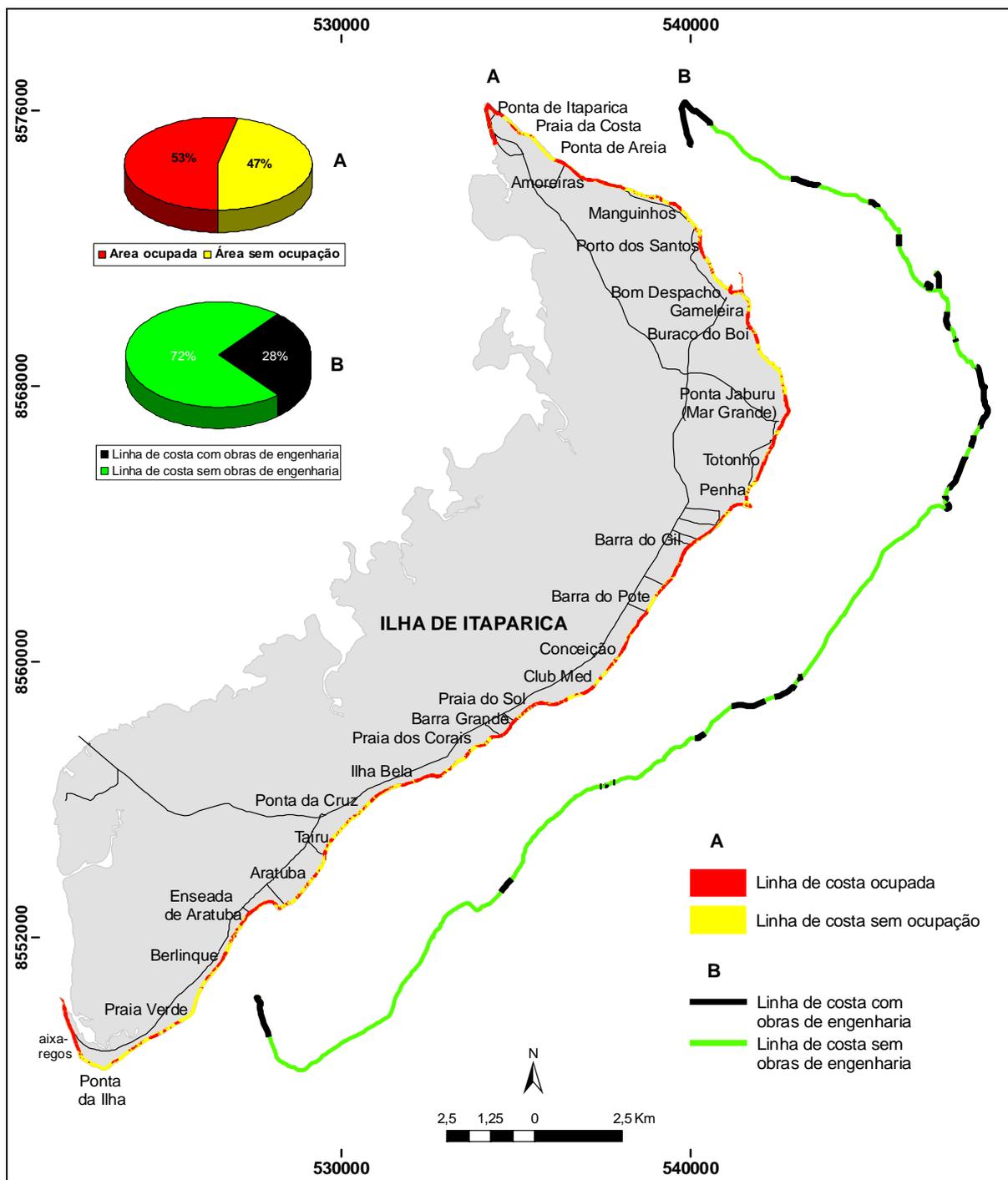


Figura 39: A – Percentual de área ocupada por construções fixas na costa oceânica da ilha de Itaparica; B – Percentual de linha de costa com presença de obras de engenharia e sua disposição ao longo da linha de costa.



Figura 40: A - Destruição de muros de contenção defronte as casas em Aratuba; B – Vista aérea da praia dos Corais, em Barra Grande, mostrando enrocamento instalado na tentativa de conter a erosão; C e D – Destruição de obras de contenção e o avanço do mar sobre uma rua na praia dos Corais, em Barra Grande; E – Destruição de obras de contenção e muros defronte as casas em Barra Grande; F – Molhes transversais construídos para conter o avanço do processo de erosão no Club Med; G e H – Restos de antigas construções na face da praia no trecho imediatamente a sul do Club Med.



Figura 41: A – Resto de antiga construção na face da praia na Penha; B e C – Grandes muros de contenção protegendo as casas da destruição e restos de construção na face da praia entre a Penha e Mar Grande; D e E – Restos de uma antiga igreja e do muro de contenção que a protegia, próximo a praia do Buraco Boi; Escombros de muro defronte aos bares na praia de Gameleira e; G e H – Enrocamento protegendo a via de acesso e as barracas de praia da destruição em Amoreiras.

Para avaliar o risco de prejuízos econômicos sobre a linha de costa é imprescindível identificar e quantificar os elementos que possam contribuir para que os prejuízos aconteçam. Esses elementos podem ser de ordem natural ou induzida pelo homem (Kasperson e Kasperson, 1996; Tobin e Montz, 1997). A combinação de tais fatores fornece uma medida de risco local (Cutter, 1996; Cutter *et al.*, 2000) que poderá nortear decisões quando se fizer necessário a implementação de algum tipo de equipamento urbano próximo à linha de costa como, por exemplo, loteamentos litorâneos, hotéis, pousadas, indústrias, obras portuárias, entre outros.

Dentre muitos fatores, as variações de curto, médio ou longo prazo na tendência do comportamento da linha de costa, a densidade de ocupação, e o grau de exposição do litoral à ação das ondas podem representar importante papel no incremento ou redução dos riscos associados às regiões costeiras (Bush *et al.*, 1999), por essa razão, devem ser levados em consideração em uma análise de risco de prejuízos econômicos.

A avaliação do risco a prejuízos econômicos ao longo da linha de costa oceânica da ilha de Itaparica, proposta deste trabalho, levou em consideração os seguintes fatores: (1) a densidade de ocupação; (2) sensibilidade à erosão para médio prazo e (3) grau de exposição do litoral à ação das ondas.

Para classificar a densidade de ocupação atual a faixa de 100 metros a partir da linha de costa foi dividida em segmentos de 500 metros de comprimento, totalizando 93 segmentos de área. Para cada segmento foi calculada a porcentagem de área ocupada por construções fixas (Tabela 10) e aos resultados foram atribuídos índices arbitrários para as diferentes densidades de ocupação encontradas: **a)** baixa ocupação (Índice 1) – até 34%; **b)** média ocupação (Índice 2) – de 35 a 67%; e **c)** alta ocupação (Índice 3) – de 68 a 99% (Tabelas 10 e 11).

Tabela 10: Porcentagem de linha de costa ocupada por construções fixas em cada um dos 93 segmentos discriminados.

Segmento	Area total (m ²)	Area ocupada (m ²)	Percentual de área ocupada	Densidade de Ocupação
1	25.349	22.831	90,07	Alta (3)
2	50.340	49.823	98,97	Alta (3)
3	51.838	48.526	93,61	Alta (3)
4	50.221	29.268	58,28	Média (2)
5	50.479	999	1,98	Baixa (1)
6	52.008	4.935	9,49	Baixa (1)
7	51.141	6.474	12,66	Baixa (1)
8	51.124	18.818	36,81	Média (2)
9	51.083	25.622	50,16	Média (2)
10	50.820	12.519	24,63	Baixa (1)
11	51.002	11.053	21,67	Baixa (1)
12	52.310	0	0,00	Baixa (1)
13	51.403	2.006	3,90	Baixa (1)
14	50.035	14.349	28,68	Baixa (1)
15	49.196	34.753	70,64	Alta (3)
16	50.591	17.353	34,30	Baixa (1)
17	52.035	26323	50,59	Média (2)
18	51.915	34.593	66,63	Média (2)
19	52.113	40.533	77,78	Alta (3)
20	52.899	38.343	72,48	Alta (3)
21	50.365	10.411	20,67	Baixa (1)
22	50.127	16.020	31,96	Baixa (1)
23	50.459	21.188	41,99	Média (2)
24	50.295	4.297	8,54	Baixa (1)
25	51.804	25.996	50,18	Média (2)
26	52.046	17.005	32,67	Baixa (1)
27	51.303	10.619	20,70	Baixa (1)
28	52.308	15.847	30,30	Baixa (1)
29	50.648	28.684	56,63	Média (2)
30	48.235	23.561	48,85	Média (2)
31	50.877	32.994	64,85	Média (2)
32	50.572	44.374	87,74	Alta (3)
33	50.979	43.083	84,51	Alta (3)
34	48.392	8.604	17,78	Baixa (1)
35	50.891	20.024	39,35	Média (2)
36	49.289	19.956	40,49	Média (2)
37	56.408	40.493	71,79	Alta (3)
38	55.646	54.736	98,36	Alta (3)
39	53.991	34.438	63,78	Média (2)
40	51.261	46.819	91,33	Alta (3)
41	51.974	45.920	88,35	Alta (3)
42	50.143	14.328	28,57	Baixa (1)
43	51.671	42.918	83,06	Alta (3)
44	51.863	10.116	19,51	Baixa (1)
45	50.323	26.828	53,31	Média (2)
46	51.723	38.667	74,76	Alta (3)
47	51.243	36.771	71,76	Alta (3)
48	49.970	47.349	94,75	Alta (3)

49	50.419	13.318	26,41	Baixa (1)
50	50.260	29.565	58,82	Média (2)
51	51.304	37.635	73,36	Alta (3)
52	49.637	46.024	92,72	Alta (3)
53	52.714	50.603	96,00	Alta (3)
54	49.844	36.356	72,94	Alta (3)
55	51.428	29.214	56,81	Média (2)
56	52.402	29.723	56,72	Média (2)
57	48.336	36.492	75,50	Alta (3)
58	43.183	23.350	54,07	Média (2)
59	49.914	10.999	22,04	Baixa (1)
60	51.834	44.285	85,44	Alta (3)
61	51.433	36.277	70,53	Alta (3)
62	55.458	44.087	79,50	Alta (3)
63	53.650	44.720	83,36	Alta (3)
64	53.879	52.335	97,13	Alta (3)
65	54.326	23.632	43,50	Média (2)
66	50.459	4.304	8,53	Baixa (1)
67	53.738	266,81	0,50	Baixa (1)
68	51.591	13.407	25,99	Baixa (1)
69	50.397	38.823	77,03	Alta (3)
70	51.712	40.752	78,81	Alta (3)
71	50.758	6.794	13,39	Baixa (1)
72	87.171	58.931	67,60	Média (2)
73	49.317	0	0,00	Baixa (1)
74	51.858	13.482	26,00	Baixa (1)
75	52.923	47.572	89,89	Alta (3)
76	52.945	17.344	32,76	Baixa (1)
77	51.323	1.321	2,57	Baixa (1)
78	54.164	40.003	73,86	Alta (3)
79	50.134	17.928	35,76	Média (2)
80	51.592	11.875	23,02	Baixa (1)
81	51.879	12.860	24,79	Baixa (1)
82	50.231	45.586	90,75	Alta (3)
83	53.367	48.366	90,63	Alta (3)
84	50.457	45.163	89,51	Alta (3)
85	52.178	50.306	96,41	Alta (3)
86	50.271	5.411	10,76	Baixa (1)
87	49.386	1.069	2,16	Baixa (1)
88	52.367	13.047	24,91	Baixa (1)
89	49.073	15.001	30,57	Baixa (1)
90	53.518	48.324	90,29	Alta (3)
91	33.467	33056	98,77	Alta (3)
92	48.409	46880	96,84	Alta (3)
93	53.104	51368	96,73	Alta (3)
Área total	4.760.518			
Área ocupada		2.539.022	53,33	
Área sem ocupação	2.221.496		46,67	

Seguindo essa classificação trechos costeiros com baixa densidade de ocupação foram encontrados em 37% da linha de costa oceânica da ilha, sendo os mais significativos localizados na Ponta de Caixa-Pregos, na Praia Verde, entre Tairu e Ponta da Cruz, entre a Ponta do Jaburu e a praia do Buraco do Boi, no trecho imediatamente a norte do Terminal de Bom Despacho, em Porto dos Santos e, entre Ponta de Areia e a praia da Costa (Figura 42 A).

Trechos com densidade média de ocupação foram encontrados em 23% da linha de costa oceânica da ilha, sendo os mais significativos localizados ao norte da Ponta de Caixa-Pregos, na enseada de Aratuba, entre a praia da Ponta da Cruz e o condomínio Ilha Bela, na praia dos Corais e, entre a Barra do Gil e a Ponta da Penha (Figura 42 A).

Trechos com alta densidade de ocupação foram encontrados em 40% da linha de costa oceânica da ilha, sendo os mais significativos localizados no esporão de Caixa-Pregos, na enseada de Aratuba, na praia do condomínio Ilha Bela, em Barra Grande, na praia do Sol, em Conceição, na Barra do Gil, entre a praia do Totonho e Mar Grande, em Gameleira, em Porto dos Santos, em Manguinhos, em Amoreiras e, e em Itaparica. (Figura 42 A)

A sensibilidade à erosão foi estabelecida a partir das tendências do comportamento da linha de costa em termos de erosão, equilíbrio e progradação para médio prazo, descritas no Capítulo 5. Dessa forma, foram classificados com sensibilidade baixa à erosão os trechos que apresentaram uma tendência à progradação, trechos com sensibilidade média aqueles em equilíbrio e com sensibilidade alta os trechos que apresentaram uma tendência à erosão da linha de costa para médio prazo. Para o cálculo da estimativa do risco de prejuízos econômicos foram atribuídos às sensibilidades baixa, média e alta índices arbitrários 1, 3 e 6, respectivamente (Tabela 11).

Seguindo essa classificação, trechos costeiros com baixa sensibilidade à erosão foram encontrados entre o esporão de Caixa-Pregos e a praia Verde, em Conceição, entre Tairu e a Ponta da Cruz, no trecho ao sul do condomínio Ilha Bela, em Conceição, no Terminal Marítimo de Bom Despacho e, entre a localidade de Amoreiras e a praia da Costa. Esses trechos somados representam 24% da linha de costa oceânica da ilha (Figura 42 B).

Trechos costeiros com média sensibilidade à erosão foram encontrados na extremidade do esporão de Caixa-Pregos, entre a praia Verde e Berlinque, na enseada de Aratuba, em Ponta da Cruz, na praia do condomínio Ilha Bela, em Barra Grande, entre o Club med e Conceição, entre Barra do Pote e a Ponta da Penha, entre a praia do Totonho e a extremidade

sul do Terminal Marítimo de Bom Despacho, entre a extremidade norte do Terminal Marítimo de Bom Despacho e a localidade de Amoreiras e no trecho da Ponta de Itaparica. Esses trechos somados representam 59% da linha de costa oceânica da ilha (Figura 42 B).

Trechos costeiros com sensibilidade alta à erosão foram encontrados entre Berlinque e Aratuba, em Barra Grande, no trecho da praia do Sol e, entre a Ponta da Penha e a praia do Totonho. Esses trechos somados representam 17% da linha de costa oceânica da ilha (Figura 42 B).

Com o propósito de refinar os resultados dessa análise foi incluído um índice referente ao grau de exposição do litoral à ação das ondas (Figura 42 C). Dessa forma, aos trechos costeiros protegidos da ação das ondas, como no esporão de Caixa-Pregos e entre o Terminal Marítimo de Bom Despacho e a cidade de Itaparica, foi atribuído o índice 1, que representa um grau baixo de exposição. No trecho considerado como semi-protegido, caracterizado principalmente pela presença dos recifes de coral em franja, localizado entre o Terminal Marítimo de Bom Despacho e a localidade de Ponta da Cruz, foi atribuído o índice 2, que corresponde a um grau médio de exposição e, no trecho exposto a ação das ondas, localizado entre Ponta da Cruz e Ponta de Caixa-Pregos, foi atribuído o índice 3, que corresponde a um grau alto de exposição a ação das ondas (Tabela 11).

O risco de prejuízos econômicos (Figura 42 D) foi estimado através do produto dos índices atribuídos as três variáveis utilizadas na análise. Dessa maneira foi possível discriminar 57 segmentos com diferentes combinações de índices que foram agrupados de acordo com a seguinte escala: risco baixo (0 a 12), risco médio (12,01 a 27) e risco alto (27,01 a 54) (Tabela 11).

O baixo risco de prejuízos econômicos refere-se aos trechos de linha de costa onde verifica-se:

- Baixa densidade de ocupação associada à situação de erosão, equilíbrio ou progradação da linha de costa, protegidos da ação das ondas (segmentos 22, 28, 30, 33, 39, 44, 46, 48, 50, 53, 55, 56);
- Baixa densidade de ocupação associada à situação de equilíbrio ou progradação da linha de costa, expostos à ação das ondas (segmentos 4, 6, 7, 17, 18);

- Média densidade de ocupação associada à situação de erosão, equilíbrio ou progradação da linha de costa, protegidos da ação das ondas (segmentos 3, 47, 52);
- Média densidade de ocupação associada à situação equilíbrio ou progradação da linha de costa, semi-protegidos da ação das ondas (segmentos 20, 26, 31, 34, 36, 43);
- Média densidade de ocupação associada à situação de progradação da linha de costa, expostos a ação das ondas (segmentos 5 e 16);
- Alta densidade de ocupação associada à situação de equilíbrio ou progradação da linha de costa, protegidos da ação das ondas (segmentos 1, 2, 49, 51, 54, 57) e,
- Alta densidade de ocupação associada à situação de progradação da linha de costa, semi-protegidos da ação das ondas (segmento 32);

O risco médio de prejuízos econômicos refere-se aos trechos de linha de costa onde verifica-se:

- Baixa densidade de ocupação associada à situação de erosão da linha de costa, expostos a ação das ondas (segmentos 9, 13, 15);
- Média densidade de ocupação associada à situação de equilíbrio da linha de costa, expostos a ação das ondas (segmento 19);
- Média densidade de ocupação associada à situação de erosão da linha de costa, semi-protegidos da ação das ondas (segmentos 23 e 38);
- Alta densidade de ocupação associada à situação de equilíbrio da linha de costa, expostos ou semi-expostos a ação das ondas (segmentos 8, 11, 21, 25, 29, 35, 37, 40, 42, 45) e;

O risco alto de prejuízos econômicos refere-se aos trechos de linha de costa onde verifica-se:

- Média densidade de ocupação associada à situação de erosão da linha de costa, expostos a ação das ondas (segmentos 10, 14) e;
- Alta densidade de ocupação associada à situação de erosão da linha de costa, semi-expostos a ação das ondas (segmentos 12, 24, 27, 41).

Os resultados da análise de risco de prejuízos econômicos em função da ocupação sobre a linha de costa e da sensibilidade à erosão mostraram que os trechos com risco baixo de prejuízos econômicos estão distribuídos ao longo de toda a linha de costa, sendo os mais significativos localizados entre o esporão de Caixa-Pregos e Berlinque, entre Tairu e Ponta da Cruz, entre Conceição e a Barra do Gil, ao sul da Ponta da Penha, na Ponta do Jaburu e entre Bom Despacho e Itaparica e representam 65% da linha de costa analisada (Figura 42 D). Trechos com risco médio de prejuízos econômicos foram identificados em Berlinque, em Aratuba, em Tairu, entre Ponta da Cruz e o condomínio Ilha Bela, ao sul da praia dos Corais, em Barra Grande, ao sul do Club Med, em Barra do Gil, na Ponta da Penha, em Mar Grande e em Gameleira e representam 26% da linha de costa analisada (Figura 42 D). Trechos com alto risco de prejuízos econômicos foram identificados em Aratuba e sua enseada, na praia dos Corais, na praia do Sol e na praia do Totonho (Figura 42 D) e representam apenas 9% da linha de costa analisada (Figura 42 D).

Tabela 11: Estimativa do risco de prejuízos econômicos para a costa oceânica da Ilha de Itaparica através do produto dos índices associados à ocupação na linha de costa, a sensibilidade a erosão e ao grau de exposição do litoral a ação das ondas.

Segmento mapeado	Densidade de ocupação	Sensibilidade Erosão	Grau de exposição	Risco de prejuízos econômicos	Segmentos discriminados
1	Alta (3)	Média (3)	Baixo (1)	Baixo (9)	1
2	Alta (3)	Média (3)	Baixo (1)	Baixo (9)	
3	Alta (3)	Baixa (1)	Baixo (1)	Baixo (3)	2
4	Média (2)	Baixa (1)	Baixo (1)	Baixo (2)	3
5	Baixa (1)	Baixa (1)	Alto (3)	Baixo (3)	4
6	Baixa (1)	Baixa (1)	Alto (3)	Baixo (3)	
7	Baixa (1)	Baixa (1)	Alto (3)	Baixo (3)	
8	Média (2)	Baixa (1)	Alto (3)	Baixo (6)	5
9	Média (2)	Baixa (1)	Alto (3)	Baixo (6)	
10	Baixa (1)	Baixa (1)	Alto (3)	Baixo (3)	6
11	Baixa (1)	Média (3)	Alto (3)	Baixo (9)	7
12	Baixa (1)	Média (3)	Alto (3)	Baixo (9)	
13	Baixa (1)	Média (3)	Alto (3)	Baixo (9)	
14	Baixa (1)	Média (3)	Alto (3)	Baixo (9)	
15	Alta (3)	Média (3)	Alto (3)	Médio (27)	8
16	Baixa (1)	Alta (6)	Alto (3)	Médio (18)	9
17	Média (2)	Alta (6)	Alto (3)	Alto (36)	10
18	Média (2)	Alta (6)	Alto (3)	Alto (36)	
19	Alta (3)	Média (3)	Alto (3)	Médio (27)	11
20	Alta (3)	Alta (6)	Alto (3)	Alto (54)	12
21	Baixa (1)	Alta (6)	Alto (3)	Médio (18)	13
22	Baixa (1)	Alta (6)	Alto (3)	Médio (18)	
23	Média (2)	Alta (6)	Alto (3)	Alto (36)	14
24	Baixa (1)	Alta (6)	Alto (3)	Médio (18)	15
25	Média (2)	Baixa (1)	Alto (3)	Baixo (6)	16
26	Baixa (1)	Baixa (1)	Alto (3)	Baixo (3)	17

27	Baixa (1)	Média (3)	Alto (3)	Baixo (9)	18
28	Baixa (1)	Média (3)	Alto (3)	Baixo (9)	
29	Média (2)	Média (3)	Alto (3)	Médio (18)	19
30	Média (2)	Média (3)	Alto (3)	Médio (18)	
31	Média (2)	Baixa (1)	Médio (2)	Baixo (4)	20
32	Alta (3)	Média (3)	Médio (2)	Médio (18)	21
33	Alta (3)	Média (3)	Médio (2)	Médio (18)	
34	Baixa (1)	Média (3)	Médio (2)	Baixo (6)	22
35	Média (2)	Alta (6)	Médio (2)	Médio (24)	23
36	Média (2)	Alta (6)	Médio (2)	Médio (24)	
37	Alta (3)	Alta (6)	Médio (2)	Alto (36)	24
38	Alta (3)	Média (3)	Médio (2)	Médio (18)	25
39	Média (2)	Média (3)	Médio (2)	Baixo (12)	26
40	Alta (3)	Alta (6)	Médio (2)	Alto (36)	27
41	Alta (3)	Alta (6)	Médio (2)	Alto (36)	
42	Baixa (1)	Média (3)	Médio (2)	Baixo (6)	28
43	Alta (3)	Média (3)	Médio (2)	Médio (18)	29
44	Baixa (1)	Média (3)	Médio (2)	Baixo (6)	30
45	Média (2)	Média (3)	Médio (2)	Baixo (12)	31
46	Alta (3)	Baixa (1)	Médio (2)	Baixo (6)	32
47	Alta (3)	Baixa (1)	Médio (2)	Baixo (6)	
48	Alta (3)	Baixa (1)	Médio (2)	Baixo (6)	
49	Baixa (1)	Média (3)	Médio (2)	Baixo (6)	33
50	Média (2)	Média (3)	Médio (2)	Baixo (12)	34
51	Alta (3)	Média (3)	Médio (2)	Médio (18)	35
52	Alta (3)	Média (3)	Médio (2)	Médio (18)	
53	Alta (3)	Média (3)	Médio (2)	Médio (18)	
54	Alta (3)	Média (3)	Médio (2)	Médio (18)	
55	Média (2)	Média (3)	Médio (2)	Baixo (12)	36
56	Média (2)	Média (3)	Médio (2)	Baixo (12)	
57	Alta (3)	Média (3)	Médio (2)	Médio (18)	37
58	Média (2)	Alta (6)	Médio (2)	Médio (24)	38
59	Baixa (1)	Alta (6)	Médio (2)	Baixo (12)	39
60	Alta (3)	Média (3)	Médio (2)	Médio (18)	40
61	Alta (3)	Alta (6)	Médio (2)	Alto (36)	41
62	Alta (3)	Média (3)	Médio (2)	Médio (18)	42
63	Alta (3)	Média (3)	Médio (2)	Médio (18)	
64	Alta (3)	Média (3)	Médio (2)	Médio (18)	
65	Média (2)	Média (3)	Médio (2)	Baixo (12)	43
66	Baixa (1)	Média (3)	Médio (2)	Baixo (6)	44
67	Baixa (1)	Média (3)	Médio (2)	Baixo (6)	
68	Baixa (1)	Média (3)	Médio (2)	Baixo (6)	
69	Alta (3)	Média (3)	Médio (2)	Médio (18)	45
70	Alta (3)	Média (3)	Médio (2)	Médio (18)	
71	Baixa (1)	Média (3)	Médio (2)	Baixo (6)	46
72	Média (2)	Baixa (1)	Baixo (1)	Baixo (2)	47
73	Baixa (1)	Média (3)	Baixo (1)	Baixo (3)	48
74	Baixa (1)	Média (3)	Baixo (1)	Baixo (3)	
75	Alta (3)	Média (3)	Baixo (1)	Baixo (9)	49
76	Baixa (1)	Média (3)	Baixo (1)	Baixo (3)	50
77	Baixa (1)	Média (3)	Baixo (1)	Baixo (3)	
78	Alta (3)	Média (3)	Baixo (1)	Baixo (9)	51

79	Média (2)	Média (3)	Baixo (1)	Baixo (6)	52
80	Baixa (1)	Média (3)	Baixo (1)	Baixo (3)	53
81	Baixa (1)	Média (3)	Baixo (1)	Baixo (3)	
82	Alta (3)	Baixa (1)	Baixo (1)	Baixo (3)	54
83	Alta (3)	Baixa (1)	Baixo (1)	Baixo (3)	
84	Alta (3)	Baixa (1)	Baixo (1)	Baixo (3)	
85	Alta (3)	Baixa (1)	Baixo (1)	Baixo (3)	
86	Baixa (1)	Baixa (1)	Baixo (1)	Baixo (1)	55
87	Baixa (1)	Baixa (1)	Baixo (1)	Baixo (1)	
88	Baixa (1)	Baixa (1)	Baixo (1)	Baixo (1)	
89	Baixa (1)	Média (3)	Baixo (1)	Baixo (3)	56
90	Alta (3)	Média (3)	Baixo (1)	Baixo (9)	57
91	Alta (3)	Média (3)	Baixo (1)	Baixo (9)	
92	Alta (3)	Média (3)	Baixo (1)	Baixo (9)	
93	Alta (3)	Média (3)	Baixo (1)	Baixo (9)	

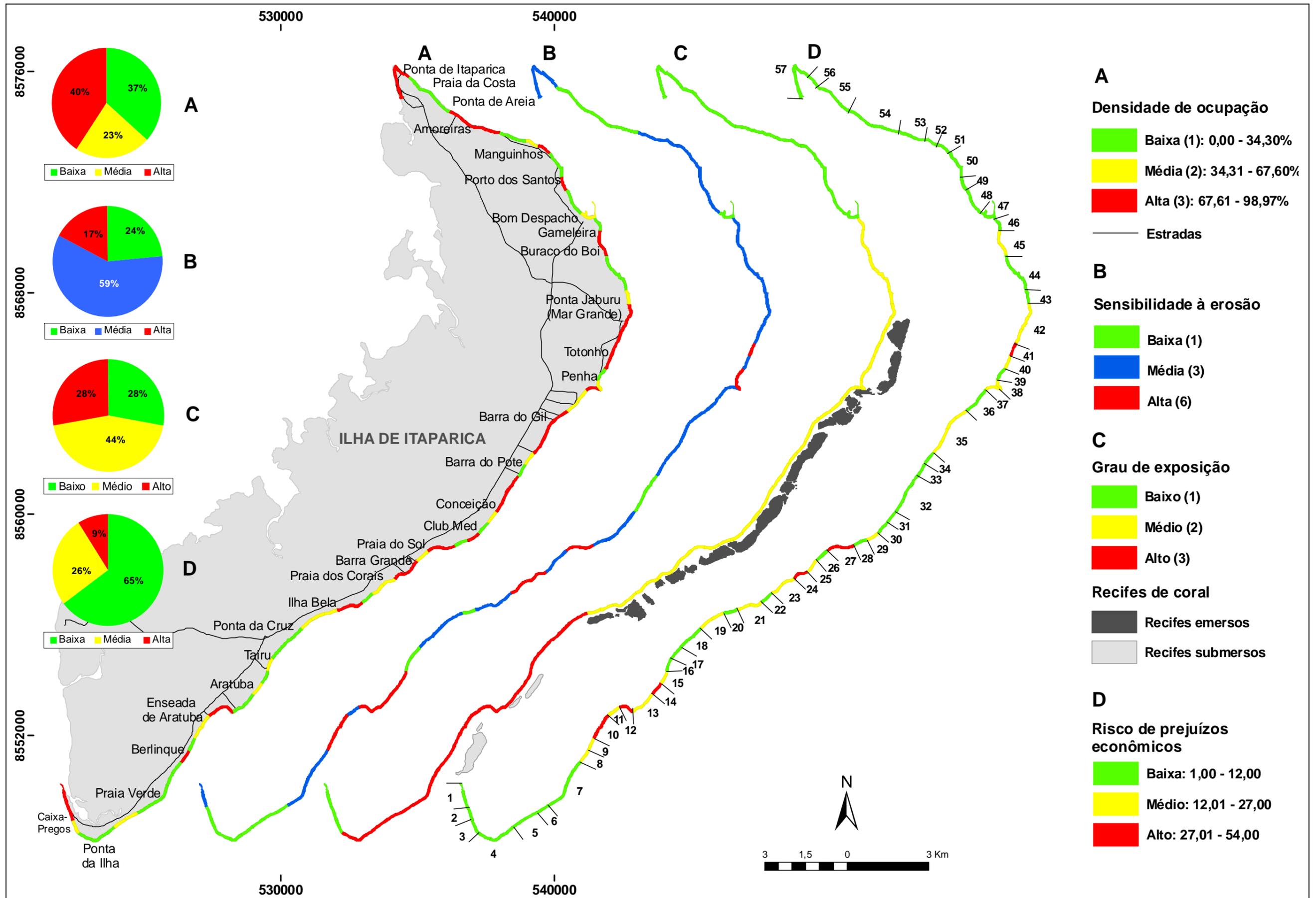


Figura 42: A – Nível de ocupação sob a linha de costa; B – Sensibilidade à erosão costeira; C – Grau de exposição do litoral e D – Risco a prejuízos econômicos da linha de costa oceânica da ilha de Itaparica.

9- DISCUSSÕES E CONCLUSÕES

O método utilizado para a análise do comportamento da linha de costa oceânica da ilha de Itaparica, para os últimos 50 anos, se mostrou eficiente na obtenção dos resultados, identificando assim, trechos com tendência à erosão, equilíbrio ou progradação da linha de costa. Trechos sob erosão foram identificados em 17% da linha de costa, 59% apresentaram situação de equilíbrio e 24% apresentaram progradação da linha de costa. As taxas de recuo e de avanço da linha de costa, apresentadas no presente trabalho, sugerem, principalmente para os trechos sob erosão ou progradação, uma tendência à continuidade desses processos pelo menos para escala de médio prazo. Dessa forma, é preciso levá-las em consideração quando da execução de qualquer plano de urbanização ou implantação de empreendimentos imobiliários próximo da linha de costa da ilha.

Os resultados encontrados neste trabalho, se aproximam da realidade encontrada por Dominguez *et al* (2006), referindo-se à toda a costa da Bahia, confirmando a sua idéia de que são alarmistas e inadequados para o Brasil, os diagnósticos publicados na literatura segundo os quais 70% das linhas de costa do mundo encontram-se atualmente em erosão (Bird, 1985). Segundo Dominguez *et al* (2006), no Estado da Bahia apenas 26% de suas linhas de costa apresentam processo de erosão.

A modelagem de onda realizada para a costa oceânica da ilha de Itaparica deixou evidente que o modo com que as ondas atingem a linha de costa e a distribuição de sua energia ao longo dos diferentes trechos costeiros representa um importante fator modelador da linha de costa ao longo do tempo, visto que, os padrões de convergência ou divergência podem contribuir tanto para processos de erosão como de deposição de sedimentos ao longo da costa.

Os diagramas de refração construídos para a área de estudo mostraram a existência de focos de convergência dos raios-de-onda em locais onde foi identificada tendência de erosão para os últimos cinquenta anos. Esses focos de convergência sobrelevam a altura das ondas concentrando a energia em determinados trechos costeiros gerando gradientes laterais na altura das ondas formando, assim, correntes longitudinais divergentes que contribuem para a retirada de sedimentos onde existem aberturas mais significativas entre os corpos recifais (Speranski e Calliari, 2000). Esse pode ser também um fator determinante para o processo de erosão encontrado em alguns trechos ao longo da linha de costa da ilha.

A variabilidade das características morfológicas dos recifes em franja da ilha de Itaparica exerce um importante papel na morfologia da linha de costa em sua retaguarda, principalmente em condições modais de onda. Nos locais onde os corpos recifais aparecem contínuos ou com aberturas pouco expressivas, exercem uma proteção para as ondas incidentes, tornando a linha de costa mais estável. Quando os corpos recifais aparecem descontínuos, intercalados por canais mais largos, são esperadas modificações mais significativas na linha de costa em sua retaguarda, incluindo processo de erosão. Isso porque, as aberturas nos corpos recifais permitem tanto a ação direta das ondas incidentes, que podem erodir a linha de costa, como promoverem a retirada de sedimentos por correntes de maré vazante. Nesse sentido, essas aberturas funcionam como rota de escape para os sedimentos depositados na retaguarda dos recifes. Uma vez retirados de sua retaguarda, os sedimentos não conseguem fazer o caminho inverso, em período de maré enchente, por conta da declividade acentuada apresentada pela frente dos recifes. Esse movimento pode contribuir ainda mais para a diminuição do estoque de sedimentos em uma costa já faminta como a da ilha de Itaparica.

Apesar da proteção exercida pelos recifes de coral é possível que, durante eventos de tempestade, as ondas vindas de SE e SSE possam transpor os recifes e atingir a linha de costa em sua retaguarda provocando erosão. Aliado a isto, cabe ressaltar que ao final de um evento de tempestade, período de tempo bom, com ondas menores, o perfil de equilíbrio não pode ser recuperado porque essas últimas não ultrapassam a proteção exercida pelos recifes em franja, restando então, morfologias herdadas que refletem condições hidrodinâmicas extremas (Sanderson *et al.*, 2000). Nesse caso, as modificações observadas na linha de costa protegida pelos recifes da ilha de Itaparica podem ser também o resultado de eventos extremos que atuam de forma esporádica ao longo de um determinado tempo (Woodroffe, 2008).

A ocupação na linha de costa oceânica da ilha de Itaparica se deu de forma mais acelerada entre as décadas de 1970 e 1990, com e a implantação de equipamentos de transporte como a ponte do Funil, as rodovias que cortam a ilha e, sobretudo, o Terminal Marítimo de Bom Despacho.

A falta de planejamento e a desordem no processo de ocupação resultaram na saturação do seu espaço costeiro – atualmente 53% dos primeiros cem metros de faixa costeira encontram-se ocupados por construções fixas – e no aumento significativo das pressões sobre este espaço, restando como principais consequências a proliferação de obras de

engenharia – atualmente 28% de toda a sua extensão apresentam algum tipo de obras de engenharia –, a perda da qualidade estética da paisagem e a diminuição da capacidade recreacional de algumas praias.

Os resultados obtidos no presente trabalho nos levam a concluir que as variações na morfologia da linha de costa oceânica da ilha de Itaparica, parecem estar condicionadas a um somatório de fatores que, agindo em conjunto, determinam a sua forma. Nesse sentido, podemos citar: (1) os padrões de incidência de onda, através de focos de convergência ou divergências dos raios-de-onda que atingem a costa gerando zonas de acumulação ou de erosão em diferentes trechos costeiros; (2) diferenças apresentadas na morfologia dos recifes de coral em franja; (3) a atuação de correntes de maré; (4) a dinâmica de delta de maré vazante; (5) a falta de suprimento para a costa, tanto pela ausência de grandes rios como pela baixa produtividade sedimentar dos recifes de coral e (6) a ação antrópica promovendo ocupação intensa e desordenada da linha de costa.

Os resultados da análise de risco de prejuízos econômicos em função da ocupação da linha de costa e da sensibilidade à erosão, realizada no presente trabalho, mostraram que os trechos com risco baixo de prejuízos representam 65% da linha de costa, trechos com risco médio de prejuízos econômicos representam 26% da linha de costa e os trechos com alto risco de prejuízos econômicos representam apenas 9% da linha de costa.

Apesar da simplicidade do método adotado na avaliação do risco de prejuízos econômicos, os resultados alcançados podem ser vistos como um instrumento importante, na tomada de decisões relativas ao planejamento e ordenamento do uso do solo, por exemplo, dentro do Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano (PDDU) municipal.

A constituição do Estado da Bahia proíbe a construção fixa em uma faixa de 60 metros a partir da preamar máxima de sizígia, porém, essa regra não vem sendo seguida ao longo dos anos em muitos trechos costeiros, inclusive na ilha de Itaparica. A falta de controle por parte do Estado levou a situação atual, onde muitos trechos costeiros apresentam prejuízos econômicos em função da falta do devido planejamento.

Pensando no futuro, os trechos aqui considerados de médio e alto risco de prejuízos econômicos devem aparecer no âmbito das discussões de qualquer plano diretor, como áreas onde novos licenciamentos para construções fixas devem ser evitados ou devidamente planejados levando em conta as taxas de erosão local e se essa tendência persiste pelo menos

em médio prazo. De acordo com Muehe (2004), nas áreas já urbanizadas um bom planejamento parte da admissão de um limite mínimo de cinquenta metros à retaguarda da praia, somando-se a uma faixa que respeite as taxas históricas de recuo da linha de costa local

Aos trechos costeiros aqui considerados como de baixo risco de prejuízos econômicos devem ser admitidos faixas de recuo para construções fixas para que se tenha a segurança de que, caso mudanças no comportamento da linha de costa aconteçam, novos prejuízos possam ser evitados no futuro. Nesse caso, é importante que essas faixas de recuo sejam adotadas com uma maior largura a fim de resguardar não só a segurança da faixa costeira, mais também garantir que a qualidade estética e recreacional das praias sejam mantidas ao longo do tempo. Para essas áreas, Muehe (2004) preconiza um limite mínimo em torno de cem metros, acrescido de largura necessária para a absorção de uma taxa de recuo em um horizonte de tempo definido.

Aos trechos onde já é possível notar prejuízos econômicos, restam apenas a desocupação local ou a aplicação de estratégias de proteção baseadas em estruturas rígidas, as quais muitas vezes acabam prejudicando a qualidade estética e recreacional da praia, além de afetar diretamente o balanço de sedimentos ao longo do sistema costeiro (Masselink e Hughes, 2003).

A admissão de estratégias restritivas para a proteção da faixa costeira torna-se ainda mais necessária diante das expectativas da construção da ponte ligando Salvador a ilha de Itaparica. Isso porque, a especulação imobiliária pode levar a uma exacerbada proliferação de novos empreendimentos nos espaços costeiros ainda desocupados, ampliando ainda mais os riscos face às intempéries naturais. Por essa razão, os resultados aqui apresentados fornecem importantes indicações para administração pública, tanto do Estado, como dos dois municípios da ilha de Itaparica no que se refere ao ordenamento do espaço costeiro. Além disso, planejar o espaço costeiro da ilha de Itaparica garante que a sustentabilidade do seu maior patrimônio, a paisagem, seja mantida ao longo do tempo.

10- REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ANDERS F.J., BYRNES M.R. 1991. Accuracy of shoreline change rates as determined from maps and aerial photographs. *Shore and Beach*, 59(1): 17-26.

ANDRADE, A.C.S. e DOMINGUEZ, J.M.L. 2002. Informações Geológico-Geomorfológicas como subsídios à análise ambiental: O exemplo da Planície Costeira de Caravelas – Bahia. *Boletim Paranaense de Geociências*. Ed. UFPR, n 51, p 9-17.

APOLUCENO, D.M., 1998. A Influência do Porto de Ilhéus-BA nos Processos de Acresção/Erosão Desenvolvidos Após sua Instalação. Salvador-BA. Dissertação de Mestrado, UFBA. 132p.

APPENDINI, C.M. e FISCHER, D. W. 1998. Hazard Manegement Planning for Severe Storm Erosion. *Shore and Beach* , 66 (4): 5-8.

APPENDINI, C.M. e LIZARRAGA-ARCINIEGA, R., 1998. Development of a shoreline preservation strategy. *Proceedings of the California and the World Oceans '97*, March 1997, pp. 1494-1498.

ARAÚJO, T.M.F. 1984. Morfologia, composição, sedimentologia e história evolutiva dos recifes de coral da ilha de Itaparica, Bahia. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia. 92 p.

BASCOM, W. 1954. The Control of stream outlets by wave refraction. *The Journal of Geology*, 62 (6): 600-605. 217p.

BIGARELLA, JJ. 1972. Eolian Environments - their characteristics, recognition, and importance. In: J.K. RIGBY and W.L.HAMBLIN eds. *Recognition of Ancient Sedimentary Environments*, 16:12-64. (Sepm. Special Publ.)

BIRD, E. C. F.1985. *Coastline Changes. A Global Review*. London, Chichester J. Wiley, 219 p.

BITTENCOURT A.C.S.P.; DOMINGUEZ J.M.L.; FONTES, L.C.S.; SOUSA, D.L.; SILVA I.R.; SILVA, F.R., 2007. Wave refraction, river damming, and episodes of severe shoreline erosion: the São Francisco river mouth, northeastern Brazil. *Journal Coastal Research*, 23 (4): 930-938.

BITTENCOURT, A.C.S.P.; DOMINGUEZ, J.M.L.; MARTIN, L.; SILVA, I.R. 2005. Longshore transport on the northeastern Brazilian coast and implications to the location of large scale accumulative and erosive zones: An overview. *Marine Geology*, 219: 219-234.

BITTENCOURT, A.C.S.P., DOMINGUEZ, J.M.L., MARTIN, L SILVA, I.R, 2003. Uma aproximação de primeira ordem entre o clima de ondas e a localização, de longa duração, de regiões de acumulação flúvio-marinha e de erosão na costa norte do brasil. *Revista Brasileira. Geociências*, 33, 159–166.

BITTENCOURT, A.C.S.P., MARTIN, L., DOMINGUEZ, J.M.L., SILVA, I.R., SOUSA, D.L., 2002. A significant longshore transport divergence zone at the northeastern brazilian coast: implications on coastal quaternary evolution. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 74, 505–518.

BITTENCOURT, A.C.S.P.; LESSA, G.C.; DOMINGUEZ, J.M.L.; MARTIN, L.; VILAS BÔAS, G.S. e FARIAS, F.F., 2001. High and low frequency erosive and constructive cycles in estuarine beaches: na example from Garcêz Point, Bahia/Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 73 (4): 599-610.

BITTENCOURT, A.C.S.P., DOMINGUEZ J.M.L, MARTIN L., SILVA I.R. 2000. Patterns of Sediment Dispersion Coastwise the State of Bahia – Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 72 (2): 271-287.

BITTENCOURT, A.C.S.P.; FARIAS, F.F.; VILAS BÔAS, G.S., 1990. Influência da deriva litorânea no desenvolvimento do esporão de Caixa-Pregos (Baía de Todos os Santos/Ba). *Revista Brasileira de Geociências*, (20): 197-200.

BLACK K. e ANDREWS C. 2001a. Sandy shoreline response to offshore obstacles: Part 1. Salient and tombolo geometry and shape. *Journal of Coastal Research*, Special Issue 29: Natural and Artificial Reefs for Surfing and Coastal Protection, 82-93.

BOAK E.H., TURNER I.L. 2005. Shoreline definition and detection: a review. *Journal of Coastal Research*, 21(4): 688-703.

BRETON F.; CLAPÉS, J.; MARQUÈS, A.; PRIESTLEY, G.K. 1996. The recreational use of beaches and consequences for the development of new trends in management: the case of the beaches of the Metropolitan Region of Barcelona (Catalonia, Spain). *Ocean e Coastal Management*, 32 (3): 153-180.

- BRYANT, E. 1991. Natural hazards. Cambridge University Press, 294 p.
- BUSH, D.M.; NEAL, W.J.; YOUNG, R.S.; PILKEY, O.H. 1999. Utilization of geoindicators for rapid Assesment of coastal-hazard risk and mitigation. *Ocean e Coasta management*. 42: 647-670.
- BYRNES M.R., CROWELL M., FOWLER C. (eds.) 2003. Shoreline Mapping and Change Analysis: Technical Considerations and Management Implications. *Journal of Coastal Research*, SI 38, 215p.
- CALLIARI L.J., SPEREANSKI N., BOUKAREVA I. 1998. Stable focus of wave rays as a reason of local erosion at the Southern Brazilian coast. *Journal of Coastal Research*, 26: 19-23.
- CAMFIELD, F. E. e MORANG, A. 1996. Defining and Interpreting Shoreline Change. *Ocean e Coastal Management*, 32(3): 129-151.
- CARTER, C. H. e GUY Jr., D. E., 1988. Coastal erosion: processes, timing and magnitudes at the Bluff Toe. *Marine Geology*, (84): 1-17.
- CASTRO, C.B. e PIRES, D.O., 2001. Brazilian Coral Reef: What we already know and what is still missing. *Bulletin of marine Science*, 69 (2): 357-371.
- CERC (Coastal Engineering Research Center), 1984. Shore Protetion Manual. U.S. Army Corps of Engineers. Washington, D.C. V. I, 597 p. C. II, 603 p.
- CERQUEIRA NETO, J.X., 1976. Estudos geofísicos de placers ilminíticos e monazíticos na ilha de Itaparica, Bahia. Dissertação de Mestrado em Geofísica, PPPG/UFBA, 105 p.
- CHARLIER, R.H. e BOLOGA, A.S. 2003. Coastal zone under siege – is there realistic relief available? *Journal of Coastal Research*, 19 : 884-889.
- CLOUD JR.P.E., 1952. Fácies relationships of organic reefs. *Bull. Amer. Assoc. Petroleum Geol.*, 36 (11):2125-2149.
- COWELL, P.J. e THOM, B.G. 1994. Morphodynamics of coastal evolution. In: *Coastal Evolution – Late Quaternary shoreline morphodynamics*. R.W.G. Carter e C.D. Woodroffe (eds.). Cambridge University Press. Cambridge, Great Britain, 33-85.

CROWELL M., LEATHERMAN S.P., BUCKLEY M.K. 1991. Historical shoreline change: error analysis and mapping accuracy. *Journal of Coastal Research*, 7(3): 839-852.

CUNHA, E.M.S. (2005). Evolução actual del litoral de Natal-RN (Brasil) y sus aplicaciones a la gestión integrada. Tese de doutorado. Universidade de Barcelona.

CUTTER, S. L., J. T. MITCHELL, AND M. S. SCOTT. 2000. "Revealing the Vulnerability of People and Places: A Case Study of Georgetown County, South Carolina." *Annals of the Association of American Geographers*, 90 (4):713-737.

CUTTER, S.L. 1996. "Vulnerability to Environmental Hazards." *Progress in Human Geography*, 20 (4):529-539.

DAL CIN R., SIMEONI U. 1994. A Model for Determining the Classification Vulnerability and Risk in the Souther Coastal Zone of the Marvhe (Italy). *Journal of Coastal Research, Florida*, 10(1): 18-29.

DAVIS, R.A. e HAYES, M.O., 1984. What is a wave-dominated coast? *Marine Geology*, 60: 313 – 329.

DEAN, R. G.; EDGE, B. L.; MAGOON, O. T.; SAVILLE Jr, T.; WIEGEL, R. L. 1991. Coastal engineering research need. *Shore e Beach*, 59 (4): 4-7.

DHN. 1993. Atlas de Cartas Piloto. Rio de Janeiro, 2ª edição, 24p.

DIAS G.P. 2005. Tecnologias digitais de geoprocessamento no suporte à análise espaço-temporal em ambiente costeiro. Tese de Doutorado. Universidade Estadual Fluminense. 224p.

DICKINSON W.R. 1999. Holocene sea level record on Funafuti and potential impact of global warming on central pacific atolls. *Quaternary Research*, 51: 124-132.

DINIZ, R. F. 2002. Erosão costeira ao longo do litoral oriental do Rio Grande do Norte: causas, consequências e influência nos processos de uso e ocupação da região costeira. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 180p.

DIRETORIA DE HIDROGRAFIA E NAVEGAÇÃO-DHN. 1988. Tábuas das marés para o ano de 1988 - costa do Brasil e portos estrangeiros. Ministério da Marinha. 22p.

- DOLAN R., FENSTER M.S., HOLME S.T. 1991. Temporal analysis of shoreline recession and accretion. *Journal of Coastal Research*, 7(3): 723-744.
- DOLAN R., HAYDEN B.P., MAY P., MAY S. 1980. The reliability of shoreline change measurements from aerial photographs. *Shore and Beach*, 48(4): 22-29.
- DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; SANTOS, A.N.; ANDRADE, A.C.S.; LAVENERE-WANDERLEY, A.A.O.; SILVA, I.R.; QUEIROZ, I.G.; FREITAS, L.M.B.; NASCIMENTO, L.; SILVA, R.P. 2006. Bahia. In: Dieter Muehe (org). *Erosão e progradação do litoral brasileiro*. Ministério do Meio Ambiente, p. 219-221.
- DOMINGUEZ, J. M. L. e BITTENCOURT, A. C. S. P., 1996. Regional assessment of long-term trends of coastal erosion in northeastern Brazil. *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 68 (3): 355-371.
- DOMINGUEZ, J.M.L., BITTENCOURT, A.C.S.P., MARTIN, L., 1992. Controls on Quaternary coastal evolution of the east-northeastern coast of Brazil: roles of sea-level history, trade winds and climate. *Sedimentary Geology*, 80, 213- 232.
- DOMINGUEZ, JML. 1995. Shoreline erosion in NE Brazil: a coastal evolution approach to assess short and long term causes. In: 1st SEPM Congress on Sedimentary Geology. Florida, Congress Program and Abstracts: 47.
- DOUGLAS, B. C. e PELTIER, W. R. 2002. The puzzle of global sea-level rise. *Physics Today* (March): 35-40.
- DOUGLAS B.C., CROWELL M. 2000. Long-term shoreline position prediction and error propagation. *Journal of Coastal Research*, 16(1): 145-152.
- DOYLE, L. J.; SHAWMA, D. C.; HIM, A. C.; PILKEY Jr., O. H.; NEA, W. J.; PILKEY, O. H.; MARTIN, D., BELKNAP, D. F. 1984. Living with the West Florida shore. In: O. H. PILKEY Jr. and W. I. Neal (eds) *Living with the shore*. Duke University Press, Durham, North Carolina, U.S.A., 255p.
- EL-ASHRY, MOHAMED T., AND HAROLD R. WANLESS. 1967. Shoreline features and their changes. *Photogrammetric Engineering*, 33 (2): 184-189.

ESTEVEES L.S., WILLIAMS J.J., NOCK A., LYMBERY G. 2009. Quantifying shoreline changes along the Sefton coast (UK) and the implications for research-informed coastal management. *Journal of Coastal Research*, SI 56(I): 602-606.

EVERSOLE, D. e FLETCHER, C.H. 2003. Longshore sediment transport rates on a reef-fronted beach: field data and empirical models Kaanapali Beach, Hawaii. *Journal of Coastal Research*, 19: 649-663.

FARIAS, E.G.G. 2008. Aplicação de técnicas de geoprocessamento para a análise da evolução da linha de costa em ambientes litorâneos do Estado do Ceará. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais, Instituto de Ciências do Mar. Universidade Federal do Ceará, 109 p.

FENSTER, M.S.; DOLAN, R.; MORTON, R.A. 2001. Coastal storms and shoreline change: signal or noise? *Journal of Coastal Research*, 17(3): 714-720.

FLETCHER, C.; ROONEY, J.; BARBEE, M.; LIM, S.C.; RICHMOND, B. 2003. Mapping shoreline changes using digital orthophotogrammetry on Maui, Hawaii. *Journal of Coastal Research*, Special Issue 38: 106-124.

FRENCH, J.R.; SPENCER, T.; REED, D. J. 1995. Editorial-geomorphic response to sea-level rise: existing evidence and future impacts. *Earth Surface and Landforms*, 20: 1-6.

FRIHY, O.E.; EL GANAINI, M.A.; EL SAYED, W.R.; ISKANDER, M.M. 2004. The role of fringing coral reef in beach protection of Hurghada, Gulf of Suez, Red Sea of Egypt. *Ecological Engineering*, 22: 17-25.

FRIHY, O. E. 2001. The necessity of environmental impact assessment (EIA) in implementing coastal projects: lessons learned from the Egyptian Mediterranean Coast. *Ocean e Coastal Management*, 44: 489-516.

GARES, P. A.; SHERMAN, D. J.; NORDSTROM, K. F. 1994. Geomorphology and natural hazards. *Geomorphology*, 10: 1-18.

GELFENBAUMT, G.; KAMINSKYT, G.M.; RUGGIEROT, P. 2003. Linking Proxy-Based and Datum-Based Shorelines on a High-Energy Coastline: Implications for Shoreline Change Analyses. *Journal of Coastal Research*, 38: 57-82.

GOLDSMITH, V. 1976. Wave climate for models for the continental shelf: Critical links between shelf hydraulics and shoreline processes. In: DAVIS, R. A., Jr. (Eds.), *Beach and Nearshore Sedimentation*. SEPM, Spec. Publ., 24: 39-69.

GRIGGS, G.B. 2005. The impacts of coastal hardening. *Shore e Beach*, 73 (1): 13-22.

HALL, C. M. 2001. Trends in ocean and coastal tourism: the end of the last frontier? *Ocean e Coastal Management*, 44: 601-618.

HOGBEN, N. e LUMB, F.E. 1967. *Ocean wave statistics*. London, National Physical Lab., Ministry of Technology, 263 p.

HONEYCUTT, M.G.; CROWELL, M.; DOUGLAS, B.C. 2001. Shoreline-position forecasting: impact of storms, rate-calculation methodologies, and temporal scales. *Journal of Coastal Research*, 17(3): 721-730.

HOOKE, J. M.; BRAY, M. J.; CARTER, D. J. 1996. Sediment transport analysis as a component of coastal management – a UK example. *Environmental Geology*, 27: 347-357.

IBGE - INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA, 2007. *Cidades*. Disponível em <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/default.php>. Acessado em 15 de Dezembro de 2007.

KASPERSON, R.E. e KASPERSON, J.X. 1996. The Social Amplification and Attenuation of Risk. : *Annals of the American Academy of Political and Social Science*, Vol. 545, *Challenges in Risk Assessment and Risk Management*, pp. 95-105.

KENCH, P.S.; e BRANDER, R.W. 2006. Wave processes on coral reefs flats: implications for reef geomorphology using Australian case studies. *Journal of Coastal Research*, 2: 1181-1186.

KING, C.A.M. 1972. *Beaches and coasts*. Edward Arnold, London, 570p.

KOMAR, P. D. 2000. Coastal Erosion – Underlying Factors and Human Impacts. *Shore e Beach*, 68 (1): 3-16.

KOMAR, P.D. 1998. *Beach processes and sedimentation*. Prentice Hall, Inc, Upper Saddle River, New Jersey, 429 p.

- KULLENBERG, G. 2001. Contributions of marine and coastal area research and observations towards sustainable development of large coastal cities. *Ocean e Coastal Management*, 44: 283-291.
- LASKSHMI, A. e RAJAGOPALAN, R. 2000. Socio-economic implications of coastal zone degradation and their mitigation: a case study from coastal villages in India. *Ocean e Coastal Management*, 44: 749-762.
- LEÃO, Z.M.A.N., KIKUCHI, R.K.P., 2005. A relict coral fauna threatened by global changes and human activities, Eastern Brazil. *Marine Pollution*, 51: 599-611.
- LEÃO, Z.M.A.N., KIKUCHI, R.K.P. e TESTA, V., 2003. Corals and coral reefs of Brazil. In: CORTÊS, J. (eds.) *Latin American Coral Reefs*. p. 9-53.
- LEÃO, Z.M.A.N., 1996. The coral reefs of Bahia: morphology, distribution and the major environmental impacts. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 68: 439-452.
- LEÃO, Z.M.A.N.; ARAÚJO, T.M.F. e NOLASCO, M.C., 1982. Recifes de corais no estado da Bahia. *Atas do IV Simpósio do Quaternário no Brasil*: 225-258.
- LIZÁRRAGA-ARCINIEGA, R.; APPENDINI-ALBRETCHSEN, C. M.; FISCHER, D. W. 2001. Planning for Beach Erosion: A Case Study, Playas de Rosarito, B. C. Mexico. *Journal of Coastal Research*. 17 (3): 636-644.
- MAIDA, M. e FERREIRA, B.P., 1997. Coral reefs of Brazil: An overview. *Proc. 8* Int. Coral Reef Symp.*, Panamá 1: 263-274.
- MARTIN, L.; DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P., 1998. Climatic control of erosion during a sea-level fall episode. *An. Acad. Bras. Ciênc.* 70: 249-266.
- MARTIN, L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; VILAS BOAS, G.S.; FLEXOR, J.M., 1980. Mapa Geológico do Quaternário Costeiro do Estado da Bahia - Esc. 1:250.000. Salvador-BA, SME/CPM. (Texto explicativo e mapa), 60p.
- MASSELINK, G. e HUGHES, M. G. 2003. *Introduction to Coastal Processes and Geomorphology*. Hodder Arnold, London, G. B., 354p.
- MASSELINK, G. e PATTIARATCH, I. 2001a. Seasonal changes in beach morphology along the sheltered coastline of Perth, Western Australia. *Marine Geology*, 172: 243-263.

MIMURA, N. 1999. Vulnerability of island countries in the South Pacific to sea level rise and climate change. *Climatic Research*, 12: 137-143.

MMA, 2006. Erosão e progradação do litoral brasileiro. Dieter Muhe (org). 476p.

MMA/UFRJ/FUJB/LAGET, 1996. Macrodiagnóstico da Zona Costeira do Brasil na Escala da União. PNMA - Programa Nacional do Meio Ambiente. Brasília, 280p.

MOORE, L.J. 2000. Shoreline mapping techniques. *Journal of Coastal Research*, 16(1): 116-124.

MORTON, R.A.; PILKEY JR., O.H.; PILKEY SR., O.H.; NEAL, W.J., 1989. Living with the Texas shore. In: O. H. Pilkey Jr. and W. I. Neal (eds) *Living with the shore*. Duke University Press, Durham, North Carolina, U.S.A., 185p.

MUEHE, D. 2006. Erosão e progradação do litoral brasileiro. Brasília: MMA. 476p.

MUEHE, D. 2004. Definição de limites e tipologias da orla sob os aspectos morfodinâmico e evolutivo. In: Freire, o.d. da S. (Coord.), *Porjeto Orla: subsídios para um projeto de gestão*. Brasília: Ministério do Meio Ambiente e Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão, p. 11-30.

MUEHE, D. e NEVES, C. F. 1995. The implications of sea-level rise on the Brazilian coast: a preliminary assessment. *Journal of Coastal Research*, SI (14): 54-78.

MUNK, W. H. e TRAYLOR, M. A 1947. Refraction of ocean waves: a process linking underwater topography to beach erosion. *The Journal of Geology*, LV (1): 1-34.

NASCIMENTO; BITTENCOURT, A.C.S.P.; SANTOS, A.N.; DOMINGUEZ, J.M.L., 2007. Deriva litorânea ao longo da Costa do Cacau, Bahia: Repercussões na geomorfologia costeira. *Pesquisa em Geociências*, 34 (2): 45-56.

NASCIMENTO, 2006. Caracterização geoambiental da linha de costa da costa do cacau - litoral sul da Bahia. Dissertação de Mestrado. Curso de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 138p.

NASCIMENTO, L. e LAVENÈRE-WANDERLEY, A.A.O., 2004. Effect of Shore Protection Structures (Groins) on São Miguel Beach - Ilhéus - Bahia - Brazil. *Journal of Coastal Research*, SI 39 , ISSN 0749-0208.

- NICHOLLS, R.J. e MIMURA, N. 1998. Regional issues raised by sea-level rise and their policy implications. *Climate Research*, 11: 5-18.
- NUNN, P.D. 2000. Coastal change over the past 2000 years around Ovalau and Moturiki Island, Fiji: implications for coastal zone management. *Australian Geographer*, 1:21-39.
- ORAMS, M.B., 2003. Sandy beaches as a tourism attraction: an management challenge for 21st century. *Journal of Coastal Research*, SI (35): 74-84.
- PAJAK, M.J. e LEATHERMAN, S., 2002. The high water line as shoreline indicator. *Journal of Coastal Research*. 18(2), 329–337.
- PILKEY, O. H., 1991. Coastal Erosion. Episodes: *International Geoscience News Magazine*, 14(1): 45-51.
- RANASINGHE, R., TURNER, I.L. 2006. Shoreline response to submerged structures: A review. *Coastal Engineering*, 53: 65-79.
- RODRIGUES, T.K. 2008. Análise das Mudanças da Linha de Costa das Principais Desembocaduras do Estado de Sergipe, com Ênfase no Rio Sergipe. Dissertação de Mestrado, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 80p.
- ROONEY, J.J.B. e FLETCHER, C.H. 2005. Shoreline change and Pacific Climatic Oscillations in Kihei, Maui, Hawaii. *Journal of Coastal Research*, 21: 535-547.
- SANDERSON, P.G., ELIOT, I., HEGGE, B., MAXWELL, S. 2000. Regional variation of coastal morphology in southwestern Australia: a synthesis. *Geomorphology*, 34: 73-88.
- SANDERSON, P.G. 1997. The interaction of process and landform in the Ningaloo reef lagoon, West Australia. *Proc 8th Int Coral Reef Sym*, 833-838.
- SANDERSON, P.G. e ELIOT, I. 1996. Shoreline salients, cusped forelands and tombolos on the Coast of Western Australia. *Journal of Coastal Research*, 12: 761-773.
- SANTANA, G. 2003. Tourism development in coastal areas – Brazil: Economic, demand and environmental issues. *Journal of Coastal Research*. (SI) 35: 85-93.
- SANTOS, A.N. 2010. A dinâmica costeira e seus efeitos sobre a ocupação urbana na orla marítima do Estado de Alagoas. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Geologia,

Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 203p.

SANTOS, A.N.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; NASCIMENTO, L.; DOMINGUEZ, J.M.L. 2007. A ocupação urbana na orla da Costa das Baleias, Estado da Bahia: suscetibilidade a danos econômicos em função da dinâmica costeira. *Revista Geociências*, 26 (2): 173-180.

SCOR (Scientific Committee on Ocean Research Working Group, 89). 1991. The Response of beaches to sea-level changes: a review of predictive models. *Journal of Coastal Research*, 7: 895-921.

SILVA, I.R.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; DOMINGUEZ, J.M.L.; SOUZA FILHO, J.R., 2008. Nível de antropização X Nível de uso das praias de Porto Seguro, BA: Subsídios para uma avaliação da capacidade de suporte. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 8(1):81-92

SILVA, I. R., 2004. Praias da Costa do Descobrimento: Uma Contribuição Para a Gestão Ambiental. Salvador. Tese de Doutorado. Curso de Pós-Graduação em Geologia, Instituto de Geociências, Universidade Federal da Bahia, 232p.

SILVA, I. R., Bittencourt A.C.S.P., Dominguez J.M.L, Silva, S. B. M. 2003. Uma Contribuição à Gestão Ambiental da Costa do Descobrimento (Litoral Sul do Estado da Bahia): Avaliação da Qualidade Recreacional das Praias. *Geografia*, 28(3): 397 – 414.

SMALL, C. e NICHOLLS, L.J. 2003. A global analysis of human settlement in coastal zones. *Journal of Coastal Research*, 19 : 584-599.

SMITH, A. W. S. e PIGGOT, T. L. 1989. An Estimate of the Value of a Beach in Terms of Beach-Users. *Shore e Beach*, 57 (2): 32-37.

SMITH, A.W.S. 1997. Storm-water discharge and its effects on beaches. *Shore e Beach*, 65(3): 1-24.

SMITH, A.W.S. e JACKSON, L. A. A. 1990. An application of coastal management tactics gold coast, queensland, australia. *Shore e Beach*, 58(3): 3-8.

SMITH, J.J. e LEATHERMAN, S.P. 2000. Erosion anomaly on eastern Jones Beach Island, New York:Genesis and Management Implications. *Shore e Beach*, 68(3): 29-32.

SOARES, C.M.P., 2003. Dinâmica do turismo na Baía de Todos os Santos: o caso de Itaparica. Dissertação de mestrado. Curso de pós-graduação em Análise Regional. UNIFACS. 170p.

SOUZA, C. R. G; LUNA, G. C., 2009. Taxas de retrogradação e balanço sedimentar em praias sob risco muito alto de erosão no município de Ubatuba (Litoral Norte de São Paulo). *Quaternary and Environmental Geosciences*, 01(1):25-41

SOUZA, C.R. DE G. 2009a. A Erosão nas Praias do Estado São Paulo: Causas, Conseqüências, Indicadores de Monitoramento e Risco. Memórias do Conselho Científico da Secretaria do Meio Ambiente: A Síntese de Um Ano de Conhecimento Acumulado. Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Instituto de Botânica-SMA, São Paulo (SP). p. 48-69.

SOUZA, C.R. de G. 2008. Erosão na Praia do Gonzaguinha- Milionários (São Vicente, SP): Causas e Projeções. In: VII Simpósio Nacional de Geomorfologia e II Encontro Latino-Americano de Geomorfologia, Belo Horizonte (MG). Anais, CD-Rom.

SOUZA, C.R. DE G., BARBOSA, F.O. 2007. Taxas de recuo da Praia do Gonzaguinha (São Vicente-SP) no período de 1962 a 2001, baseadas em fotografias aéreas. In: XI Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA, Belém (PA). Anais, CD-Rom.

SOUZA, C.R. de G. 2007. Atualização do mapa de risco à erosão costeira para o Estado de São Paulo. In: XI Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário – ABEQUA, Belém (PA). Anais, CD-Rom.

SOUZA, C.R. DE G., SOUZA FILHO, P.W.M., ESTEVES, S.L., VITAL, H., DILLENBURG, S.R., PATCHINEELAM, S.M., ADDAD, J.E. 2005. Praias Arenosas e Erosão Costeira. In: SOUZA, C.R. DE G., SUGUIO, K., OLIVEIRA, A.M. DOS S., OLIVEIRA, P.E. DE. (eds.) Quaternário do Brasil. Holos Editora, Ribeirão Preto (SP), p. 130-152.

SOUZA, C.R. de G. (coord.) 2005. Sistema Integrador de Informações Geoambientais para o Litoral do Estado de São Paulo, Aplicado ao Gerenciamento Costeiro - SIIGAL Fase II. 4º Relatório Científico, (Fapesp no 1998/14277-2), 199p. (inédito).

SOUZA, C.R. DE G. e SUGUIO, K. 2003. The coastal erosion risk zoning and the São Paulo state plan coastal management. *Journal of Coastal Research*, SI 35: 530-547.

SOUZA, C.R. DE G. 2001. Coastal erosion risk assessment, shoreline retreat rates and causes of coastal erosion along the State of São Paulo coast, Brazil. *Revista Pesquisas em Geociências*, 28(2): 459-474.

SOUZA, C.R. DE G., ALFREDINE, P. 2000. Excursion Route along the State of São Paulo (SP). In: SOUZA, C.R. DE G., SILVA, C.G., DIAS, G.T., ALFREDINE, P., ÂNGULO, R.J., SOARES, C.R., SOUZA, M.C. (eds.) Coastal Ecosystems of the Rio de Janeiro, São Paulo and Paraná States and some Environmental Impacts due to their Use and Occupation. 31st Geological International Congress, Sociedade Brasileira de Geologia, Rio de Janeiro. Field Trip Guide, Part II, p. 13-57.

SOUZA, C.R. de G. 1997. As Células de Deriva Litorânea e a Erosão nas Praias do Estado de São Paulo. Tese de Doutorado. Instituto de Geociências-USP. Volume I (Texto), 184p.; Volume II (Anexos), 174p.

SOUZA, C.R. DE G., SUGUIO, K. 1996. Coastal erosion and beach morphodynamics along the state of São Paulo (SE Brazil). *Anais da Academia Brasileira de Ciências*, 68: 405-424.

SUDENE, 1977. Cartas Plani-Altimétricas, folhas Jaguaripe (SD. 24-J-I/SD.24X-C) e Baía de Todos os Santos (SD.24-X-A-N) na escala 1:100,000. Em meio digital por SEI, 2003.

SUGUIO, K., 1999. Geologia do Quaternário e Mudanças Ambientais. Paulo's Comunicação e Artes Gráficas.. 365p.

SUMAN, D. 2001. Case studies of coastal conflicts: comparative US/European experiences. *Ocean e Coastal Management*, 44: 1-13.

TERICH, T. A. 1987. Living with the shore of Puget Sound and the Georgia Strait. In: O. H. pilkey Jr. and W. I. Neal (eds) *Living with the shore*. North Carolina, Duke University Press, p. 250-255.

TERWINDT, J.H.J. e BATTJES, J.A. 1991. Research on large-scale coastal behavior. Proc. 22^a Cong. Coastal Eng. AM. Soc. Civ. Eng., pp1975-1983.

TESSLER, M.G. e MAHIQUES, M.M. 1993. Utilization of coastal geomorphic features as indicators of longshore transport: examples of the southern coastal region of the state of São Paulo, Brasil. *Journal of Coastal Research*, 9 (3): 823-830.

THIELER, ER, HIMMELSTOSS, EA, ZICHICHI, JL, e MILLER, TL, 2005. Digital Shoreline Analysis System (DSAS) versão 3.0; Um ArcGIS © extensão para o cálculo alteração na linha costeira: Serviço Geológico dos EUA Abrir-Arquivo de Relatório -1304.

THIELER, E.R. e DANFORTH, W.W.,1994. Historical shoreline mapping (II): application of the digital shoreline mapping and analysis systems (DSMS/DSAS) to shoreline change mapping in Puerto Rico. *Journal of Coastal Research*, Vol. 10, Nº 3, pp. 600-620.

TOBIN, G. A e MONTZ, B.E. 1997. *Natural hazards: explanation and integration*. New York: The Guilford Press, 388 p.

U. S. NAVY, 1978. *Marine Climatic Atlas of the World*. Vol. IV. South Atlantic Ocean. Washington D. C., 325p.

WILLIAMS, A. T. e NELSON, C. 1997. The Public Perception of Beach Debris. *Shore and Beach*, 62 (2): 17-20.

WONG, P.P. 2003. Where have all the beach gone? Coastal erosion in the tropics. *Singapore Journal of the Tropical Geography*, 24: 111-132.

WOODROFFE, C.D. 2008. Reef-island topography and the vulnerability of atolls to sea-level rise. *Global and Planetary Change*, 62: 77-96.

YOUNG, R.S.; BUSH, D.H.; PILKEY, O.H.; THIELER, E.R. 1997. Reply to: BODGE, K.R. 1997. Discussion of: YOUNG, R.S.; BUSH, D.H.; PILKEY, O.H. and THIELER, E.R. 1995. A discussion of the generalized model for simulating shoreline change (Genesis). *Journal of Coastal Research*, 13: 954-955.

ZENKOVITCH, V. P., 1967. *Processes of Coastal Development*. London, Oliver e Boyd, 738 p.