



**UNIVERSIDADE FEDERAL DO CEARÁ
INSTITUTO DE CIÊNCIAS DO MAR
CURSO DE OCEANOGRAFIA**

GIULLIAN NÍCOLA LIMA DOS REIS

**VARIAÇÃO VERTICAL DA FAIXA DE PRAIA DA CAPONGA E ÁGUAS BELAS E
RISCOS ASSOCIADOS**

FORTALEZA

2013

GIULLIAN NÍCOLA LIMA DOS REIS

VARIAÇÃO VERTICAL DA FAIXA DE PRAIA DA CAPONGA E ÁGUAS BELAS E
RISCOS ASSOCIADOS

Monografia apresentada ao Curso de graduação em Oceanografia do Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR) da Universidade Federal do Ceará, como requisito parcial para obtenção do Título de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof^a. Dr^a. Lidriana de Souza Pinheiro

Co-Orientador: MSc. Mariana Correia Aquino

FORTALEZA

2013

GIULLIAN NÍCOLA LIMA DOS REIS

VARIAÇÃO VERTICAL DA FAIXA DE PRAIA DA CAPONGA E ÁGUAS BELAS E
RISCOS ASSOCIADOS

Trabalho de conclusão de curso apresentado ao Curso de Bacharelado em Oceanografia do Instituto de Ciências do Mar da Universidade Federal do Ceará, como parte dos requisitos para a obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Área de concentração: Oceanografia Geológica.

Aprovada em ____/____/____.

BANCA EXAMINADORA

Prof^a. Dr^a. Lidriana de Souza Pinheiro (Orientadora)
Universidade Federal do Ceará (UFC)

Prof. M.Sc. Paulo Roberto Silva Pessoa
Universidade Estadual do Ceará (UECE)

Prof. Dr. Davis Pereira de Paula
Universidade Vale do Acaraú (UVA)

Ao meu pai, Antônio Rivanir dos Reis Silva (*in memoriam*), que merecia viver.

AGRADECIMENTOS

À minha mãe Roselani, que sempre me ajudou quando eu precisei, que me corrigiu quando errei e me elogiou quando acertei.

Ao meu falecido pai Rivanir (*in memoriam*), que mesmo vivendo somente 4 anos da minha vida, de alguma forma me ajudou a ser quem eu sou e me inspirou mesmo em outro plano.

À minha querida avó Socorro, minha inspiração, que nunca virou as costas para mim um segundo sequer de sua vida. Sua verdade, determinação e compaixão construiu o meu caráter e fez com que eu me tornasse uma pessoa boa e correta.

Ao meu querido avô Rivanir, que substituiu meu pai e me ajudou, do seu modo, por toda essa caminhada.

Aos meus irmãos Gian e Gabrielly, que me lembram todos os dias que não posso desistir.

Aos meus familiares que me apoiaram e de alguma forma cuidaram de mim.

À Prof^ª. Dra. Lidriana de Souza Pinheiro, pelo apoio, confiança, paciência, orientação durante essa jornada, melhorando a cada dia minha formação.

À Mariana Correia Aquino pela atenção, disponibilidade, paciência e orientação.

Aos meus grandes amigos do Colégio 7 de Setembro, Pedro Rilder (Pedim), Daniel Martins (Cokinha), Jason Maxmuller, Kalyl Silvino, Camila Rodrigues, Geovana Rodrigues, Hannah Otaviano, Thaís Chaves, Sabrina Ximenes, Jonas Neto, Bruna Couto, Bianca Palhano, Halina Teixeira, Ariel Arrais e muitos outros que não foram citados, por proporcionarem uma amizade verdadeira desde o começo até hoje.

A todos os meus colegas de classe da segunda turma de Oceanografia da Universidade Federal do Ceará, pelo companheirismo e momentos inesquecíveis.

Aos colegas do Laboratório de Oceanografia Geológica, Laboratório de Dinâmica Costeira e Laboratório de Geologia e Geomorfologia e Costeira Oceânica por toda a ajuda e aprendizado durante todos esses anos de graduação.

A todos os professores e funcionários do Instituto de Ciências do Mar – LABOMAR.

A Cecília Perdigão Barreto, que me ajudou quando eu precisei, que me levantou quando caí, que nunca largou minha mão nos momentos bons e ruins e que nunca me deixou desistir.

A todos que ajudaram de forma direta e indireta para a realização deste trabalho.

“Para conhecermos os amigos é necessário passar pelo sucesso e pela desgraça. No sucesso, verificamos a quantidade e, na desgraça, a qualidade.”

Confúcio

RESUMO

O presente trabalho tem como objeto de estudo a faixa de praia inserida entre os distritos costeiros de Caponga e Águas Belas, localizados no trecho costeiro a oeste do litoral do município de Cascavel, com aproximadamente 4,5 km de extensão onde, as ações antrópicas foram importantes para as mudanças da paisagem litorânea. O objetivo geral deste estudo é comparar os processos erosivos em zonas urbanizadas e não urbanizadas na praia destes distritos. Como metodologia adotou-se os seguintes procedimentos: levantamento bibliográfico relacionados a processos costeiros e dinâmica litoral, análises sedimentológicas, processos erosivos e transporte eólico no litoral da Caponga, a coleta de dados através de métodos específicos e o tratamento de dados e amostras realizados posteriormente em laboratório. Foram estabelecidos 6 pontos na área de estudo sendo 2 pontos em áreas urbanizadas e 4 pontos em áreas não urbanizadas para medir a diferença no processo de erosão costeira dessas regiões. Os resultados do estudo da hidrodinâmica mostraram que no período de 2011 as ondas sea foram predominantes ao longo de todo o ano de coleta. A altura média na zona de arrebatamento variou de 0,9 a 1,5 m. e que no ano de 2012, as características gerais das ondas são similares às observadas em 2011. Os perfis mostraram que em áreas não urbanizadas há uma maior extensão e declividade de praia do que em áreas urbanizadas pois não recebem influência da ocupação antrópica. Já para as áreas urbanizadas existe uma menor extensão da praia e declividade da praia devido a influência da ocupação antrópica. Pode-se concluir através dos resultados que as zonas urbanizadas que sofrem com as atividades humanas alteraram de forma significativa os processos costeiros e sua paisagem, intensificando o processo de erosão. Já a zona não urbanizada tiveram um processo erosivo mais ameno devido a existência de feições que reduzem processo de recuo da linha de costa como as dunas e a baixa ocupação antrópica que permite a troca e passagem de sedimentos.

Palavras-chave: Processos erosivos. Praia. Ocupação Antrópica.

ABSTRACT

This work aims to study the Praia da Caponga and Águas Belas, located in the coastal stretch west coast of Cascavel, with approximately 4.5 km long where the anthropogenic actions were important changes to the coastal landscape. The aim of this study is to compare the erosive processes in urbanized and non-urbanized on Praia da Caponga and Águas Belas. On the methodology the literature survey was realized related to coastal processes and coastal dynamics, sediment analysis, erosion and wind transport in Caponga coastal. The data collection through specific methods and processing of data and samples subsequently performed in the laboratory. Six points were established in the study area in urbanized and non-urbanized areas to measure the difference in these regions of coastal erosion process. The hydrodynamics study results showed that in the 2011 sea waves were prevalent throughout the year of work. The average height in the surf zone ranged from 0.9 to 1.5m, and that in the year 2012, the general characteristics of the waves were similar to those observed in 2011. The profiles showed that in non-urbanized areas there is a greater extent and slope of the beach than in urban areas because they do not receive influence of human occupation. For urbanized areas, there is a smaller beach length and the beach slope due to the influence of human occupation. It can be concluded from the results that the urbanized areas which suffer from human activities significantly altered coastal processes and its landscape, intensifying the process of erosion. Not urbanized area had a milder erosion process due to the existence of structures that reduce recoil process of the beautiful coast and dunes and low human occupation that allows the exchange and sediment transferences.

Keywords: Erosive process. Beach. Anthropogenic Occupation.

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Mapa georreferenciado da área de estudo e pontos de monitoramento.	23
Figura 2 - Estação total e prisma utilizados para a coleta de dados de perfis e clinômetro para coleta de dados de declividade.....	26
Figura 3 - Perfil do ponto 1.....	29
Figura 4 - Perfil do ponto 2.....	31
Figura 5 - Perfil do ponto 5.....	32
Figura 6 - Perfil do ponto 6.....	33
Figura 7- Perfil do ponto 3.....	35
Figura 8 - Perfil do ponto 4.....	36
Figura 9 - Comparação entre o perfil de fevereiro de 2011 e março de 2012 no ponto 1.	37
Figura 10 - Comparação entre o perfil de fevereiro de 2011 e março de 2012 no ponto 2. ...	38
Figura 11 - Comparação entre o perfil de fevereiro de 2011 e março de 2012 no ponto 5. ...	38
Figura 12 - Comparação entre o perfil de fevereiro de 2011 e março de 2012 no ponto 6. ...	38
Figura 13 - Mobilidade da foz do estuário do rio Malcozinhado nos anos de 2011 e 2012... ..	39
Figura 14 - Comparação entre o perfil de fevereiro de 2011 e março de 2012 no ponto 3. ...	40
Figura 15 - Comparação entre o perfil de fevereiro de 2011 e março de 2012 no ponto 4. ...	40
Figura 16 - Comparação entre os períodos de fevereiro de 2011, setembro de 2011 e março de 2012 no ponto 1.....	41
Figura 17 - Comparação entre os períodos de fevereiro de 2011, setembro de 2011 e março de 2012 no ponto 2.....	41
Figura 18 - Comparação entre os períodos de fevereiro de 2011, setembro de 2011 e março de 2012 no ponto 5.....	42
Figura 19 - Comparação entre os períodos de fevereiro de 2011, setembro de 2011 e março de 2012 no ponto 6.....	42
Figura 20 - Comparação entre os períodos de fevereiro de 2011, setembro de 2011 e março de 2012 no ponto 3.....	43
Figura 21 - Comparação entre os períodos de fevereiro de 2011, setembro de 2011 e março de 2012 no ponto 4.....	43

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Balanço sedimentar do perfil 1.....	30
Tabela 2 - Declividade do perfil 1.....	30
Tabela 3 - Balanço sedimentar do perfil 2.....	31
Tabela 4 - Declividade do perfil 2.....	31
Tabela 5 - Balanço sedimentar do perfil 5.....	32
Tabela 6 - Declividade do perfil 5.....	32
Tabela 7 - Balanço sedimentar do perfil 6.....	33
Tabela 8 - Declividade do perfil 6.....	33
Tabela 9 - Balanço sedimentar do perfil 3.....	35
Tabela 10 - Declividade do perfil 3.....	35
Tabela 11 - Balanço sedimentar do perfil 4.....	36
Tabela 12 - Declividade do perfil 4.....	36

SUMÁRIO

1.INTRODUÇÃO	12
2.OBJETIVOS	14
2.1. Objetivo Geral.....	14
2.2 Objetivos Específicos	14
3.REFERENCIAL TEÓRICO	15
3.1.Zona Costeira	15
3.1.1.Planície Litorânea.....	15
3.1.2.Ambiente Praial	16
3.1.3 Dunas	17
3.2 Dinâmica Costeira.....	18
3.2.1 Regime de marés.....	19
3.2.2 Ondas	19
3.2.3 Correntes	20
3.2.4 Ventos	21
3.3 Erosão e progradação dos ambientes costeiros	21
4.MATERIAIS E MÉTODOS	23
4.1. Caracterização e Localização da área de estudo	23
4.2. Atividades de campo e laboratório.....	25
4.2.1.Estágio inicial	25
4.2.2. Estágio de campo.....	25
4.2.3 Estágio Laboratorial.....	27
5.RESULTADOS E DISCUSSÃO	28
5.1. Características morfológicas	29
5.1.1. Áreas não urbanizadas.....	29
5.1.2. Áreas urbanizadas	34
5.2. Variações dos perfis devido à sazonalidade e a períodos de maior energia.	37
5.2.1. Sazonalidade	37
5.2.2. Períodos de maior energia	41
6.CONSIDERAÇÕES FINAIS	45
REFERÊNCIAS	46

1. INTRODUÇÃO

A zona costeira é caracterizada como um ambiente dinâmico de transição entre o mar e a terra, que muda constantemente sua posição no espaço em diversas escalas, pois sofre influência de fatores fluviais, hidrodinâmicos, morfodinâmicos, climáticos e antrópicos, tornando-a susceptível a processos de erosão costeira. A erosão pode acontecer de forma natural, relacionados a processos de dinâmica costeira (variações do nível relativo do mar, dispersão e balanço de sedimentos) ou induzida, que ocorre quando estes processos são acelerados pela intervenção do homem (SILVA *et al.*, 2004).

O uso e a ocupação indevidos de áreas costeiras, por muitas vezes, modificam este ambiente, principalmente quando há a construção de algum tipo de referencial fixo que se interpõe à trajetória de recuo da linha de costa. Estas alterações ocorrem devido à mudanças nos processos físicos que modelam a zona costeira, podendo causar impactos ambientais, com reflexos imediatos na disponibilidade de sedimentos e, conseqüentemente, o recuo da linha de costa, provocando danos de ordem social e econômica e destruindo estruturas urbanas, pois a capacidade de suporte do ambiente não é respeitada (PINHEIRO, 2003). De acordo com Morais (1996), Bird (1999) e Muehe (2006), a erosão costeira afeta aproximadamente 70% das linhas de costa do mundo, e está principalmente relacionada à intervenção antrópica. Aproximadamente 20% das linhas de costa se encontram em deposição e apenas 10% se estão em relativa estabilidade. Desta forma, é de extrema importância a compreensão das causas dos processos erosivos na costa, de forma a facilitar a tomada de decisões com o intuito de minimizar os prejuízos causados.

O sistema continente-oceano-atmosfera define o equilíbrio do litoral, pois qualquer modificação nesse sistema pode tornar o ambiente costeiro instável, interferindo nos padrões morfodinâmicos associados a processos de sedimentação e erosão (SOUZA, 1988). Morais (1996) enfatiza que a erosão costeira de origem natural, resultado da dinâmica costeira, constitui um processo normal no estado de equilíbrio dinâmico e sedimentológico do litoral.

Fenômenos de erosão costeira relacionados à ação antrópica podem ser encontrados na praia da Caponga (município de Cascavel), localizado a 65 km de Fortaleza, no litoral leste do Ceará. Pinheiro (2003) identificou que, na última década, houve uma ocupação da orla em um curto período de tempo, por um grande número de construções. Foram construídas edificações em ecossistemas dinâmicos como manguezais, campos de dunas e faixa de praia, causando impactos negativos à costa, em virtude da alteração dos fluxos eólicos, hidrodinâmicos e morfológicos locais.

Morais e Meireles (1992) identificaram que, desde a década de 1990, grande parte da orla da praia da Caponga é considerada como área de elevado risco geológico relacionado à erosão costeira. Pinheiro (2000) identificou que impactos antrópicos influenciaram na estética e no uso potencial da praia da Caponga. Dentre os impactos, os que atingiram maior magnitude foram os resultantes da erosão costeira, responsável pela perda de 70 metros de praia, colocando em situação de risco as estruturas urbanas instaladas. Outros impactos, como a configuração de paisagens degradadas formadas por vegetação secundárias, lixos, lançamentos de dejetos, aterros, inundações influenciaram na desvalorização desta área.

O estudo e o conhecimento dos agentes que atuam sobre as praias densamente ocupadas por equipamentos urbanos voltados para o lazer e o turismo se faz necessária para o entendimento dos processos dinâmicos que controlam a sua evolução ao longo do tempo. Desta forma, pode-se ser feito o diagnóstico adequado dos problemas ambientais da região, proporcionado embasamento para medidas de gestão e de uso adequado desta zona (PINHEIRO, 1999; MORAIS *et al.*, 2006).

Assim, analisar a mobilidade da faixa de praia na Caponga, determinando a relação entre a urbanização e a possível reposição de areia pelas dunas frontais no comportamento erosivo desta praia, é de fundamental importância para determinar as áreas mais susceptíveis aos impactos erosivos, justificando a realização deste trabalho.

2. OBJETIVOS

2.1. Objetivo Geral

Avaliar de forma comparativa os processos costeiros, designadamente a erosão marinha em zonas urbanizadas e não urbanizadas entre os distritos de Caponga e Águas Belas, Cascavel, Ceará, Brasil.

2.2 Objetivos Específicos

- Analisar a variabilidade vertical do nível de areia através de levantamentos topográficos em áreas urbanizadas e não urbanizadas deste distrito;
- Comparar a variabilidade vertical da praia e setores com urbanização consolidada;
- Avaliar a relação da urbanização com os processos erosivos costeiros no litoral de Caponga e Águas Belas.

3. REFERENCIAL TEÓRICO

3.1. Zona Costeira

Sugiuo (2003) afirmou que a formação da zona costeira está relacionada com variações do nível do mar devido a fenômenos glaciais e interglaciais, que atuaram ao longo do tempo geológico. A zona costeira foi definida por Souza (2007) como um ambiente de acumulação de origem recente, onde os componentes geoambientais são elementos de extrema importância para a configuração desse sistema.

A zona costeira brasileira é definida na Lei 7.661 como sendo “o espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis ou não, abrangendo uma faixa marítima e outra terrestre”.

O Estado do Ceará possui, aproximadamente, 578 km de área costeira, apresentando uma grande diversidade de ecossistemas costeiros, onde predominam praias arenosas, extensos cordões de dunas seccionadas por planícies flúvio-marinhas revestidas por manguezais. Esta zona sofreu amplas variações do nível do mar, com uma maior intensidade no período quaternário (SEMACE, 1997).

3.1.1. Planície Litorânea

Segundo Freire *et al.*, (1998), a planície litorânea do Ceará se originou devido à erosão das falésias da formação barreiras, que proveu o suprimento de areia para o local. Durante o quaternário, as variações do nível relativo do mar também foram importantes na formação desta planície. Souza (2003), em seu trabalho, compartimentou a costa cearense em:

Planície litorânea (com subunidades constituídas pela faixa praial e campo de dunas móveis; campo de dunas fixas e peleodunas; desembocaduras fluviais em planícies flúvio-marinhas revestidas por manguezais, além de ocorrências eventuais e/ ou pontuais de pontas rochosas ou promontórios e de falésias); as planícies fluviais com matas ciliares; os corpos d'água lacustres envolvendo planícies flúvio-lacustres e lagoas freáticas; áreas de acumulação inundáveis frequentes no Município de Aracati; Tabuleiros Pré-Litorâneos ou Costeiros.

A planície litorânea do Estado do Ceará, apresenta condições e características à exploração turística pela presença destas unidades ambientais.

Esta planície, constituída por sedimentos quaternários que repousam de sobre Formação Barreiras, apresenta elevado estoque de depósitos sedimentares arenosos modelados por processos eólicos que geram feições paisagísticas como campo de dunas e faixas praias Souza (2003).

3.1.2 Ambiente Praial

Praias são feições deposicionais na comunicação entre a terra emersa e a água, mais comumente constituídas por sedimentos arenosos, podendo ser formadas por seixos e sedimentos lamosos, acumulados por ação das ondas. Por apresentar mobilidade, se ajustam às condições de ondas e de marés e tendem a encontrar o equilíbrio (MUEHE, 2006).

O ambiente praial é caracterizado como produto da interação entre ondas, marés e correntes, levando ao transporte de sedimentos e conseqüentemente, a uma paisagem litorânea com aclives e declives nas faixas de praia. Tal paisagem também está condicionada a fatores adicionais como vento e precipitação (MUEHE, 2006).

Segundo Muehe (2001) o sistema praial se divide em: praia, composta pela pós-praia (berma) e face de praia; e antepraia, composta pelas antepraias superior, média e inferior.

A pós-praia é representada pela berma, acima da linha de preamar, um terraço formado por sedimentação de areia depositada pela ação das ondas, no limite da zona de espraiamento, constituindo elevações planas com corte abrupto (Morais, 1996).

A face de praia é uma feição pertencente à praia, que se encontra na faixa de transição entre a parte emersa e a parte submersa do sistema praial, onde ocorrem os processos de swash e backwash que promovem o balanço sedimentar da praia.

A antepraia, segundo Muehe *et al.* (2001), pode ser desfragmentada em três partes: a superior, que compreende a zona de surfe, limitada externamente pela arrebenção da onda; a média, que envolve o trecho até a profundidade de fechamento, elemento de separação entre a zona de transporte de sedimentos e a zona com baixa taxa de sedimentação e erosão; e a inferior que corresponde, em

média, ao dobro do comprimento da antepraia média permanecendo coberta pelas águas permanentemente, ficando exposta em maré de altas amplitudes (KRAUS *et al.*, 2007)

3.1.3 Dunas

Segundo Suguio (1992), as dunas são colinas de areias acumuladas por atividade de ventos que recebem contínuos aportes de areias compostas essencialmente de quartzo, mais ou menos recobertas por vegetação. Podem ser interiores, quando se formam longe das regiões litorâneas, ou costeiras.

A importância das dunas é cada vez maior, pois liga o mar à terra, protegendo as populações dos acontecimentos naturais, como tempestades, que provocam a salinização dos solos e a contaminação dos lençóis freáticos. As funções de proteção das dunas decresceram devido a degradação antrópica facilitando a sua erosão pelos agentes naturais.

O dinamismo dos sistemas dunares é diretamente influenciado pelo vento, pela agitação marítima e pelas atividades antrópicas. Em geral, a velocidade e direção vento são importantes no transporte sedimentar, podendo causar uma dinâmica intensa na mobilidade das dunas. Quando estes fatores diminuem, a duna pode permanecer estável, tendendo a atingir um estado de equilíbrio através da interação entre o material granular e a vegetação. A vegetação facilita a acumulação dos sedimentos, servindo como obstáculo à sua movimentação (CARTER *et al.*, 1990).

O desenvolvimento do sistema dunar depende do balanço sedimentar, podendo ser classificado como transgressivo, regressivo ou em equilíbrio. O sistema dunar é transgressivo quando o balanço sedimentar é positivo. Neste, verifica-se uma abundância de sedimentos na praia tornando-a mais larga, que com os efeitos de vento mobilizam-se para a zona dunar, promovendo seu crescimento. Há a formação de cordões paralelos de duna com alto grau de continuidade e ocorre um avanço do sistema dunar em direção ao mar. O sistema é regressivo quando o balanço sedimentar é negativo. Neste, ocorre erosão contínua na duna primária, em alturas de tempestade e altas marés, gerando dunas em geral mais irregulares e empinadas, construindo escarpas de erosão marinha. Não ocorre a recuperação dos sedimentos quando o as condições do tempo regressam ao seu estágio natural. O

balanço sedimentar encontra-se em equilíbrio quando ocorre um equilíbrio entre os sedimentos que se movimentam, desde a duna primária e a antepraia, durante todos os tipos de acontecimentos climáticos e físicos (Komar, 1998).

As dunas formam-se com a presença de quatro constituintes indispensáveis: sedimentos secos, vento, uma zona de deposição e um obstáculo. O obstáculo leva à possibilidade de ser criado um montículo de partículas sedimentares, pois o vento sopra contra o obstáculo transportando as partículas sedimentares na sua direção. No decorrer deste processo o montículo, irá aumentar de diâmetro. Logo, se continuar a soprar o vento na mesma direção e com sedimentos suficientes, criar-se-á uma duna. Consequentemente a duna cresce e ocorre deslocação da mesma para o interior (sotavento).

As dunas frontais são estruturas geológicas muito comuns na faixa costeira, associadas aos litorais arenosos em que existe uma parte emersa da praia que raramente é sujeita à ação do mar durante os temporais. A sua gênese e evolução estão ligadas ao transporte eólico, da praia para o interior do continente, e à capacidade de retenção de areia por parte da vegetação costeira, que aprisiona o sedimento, dando assim origem à formação de dunas. Desta forma, a existência de vegetação é fundamental para a gênese e a manutenção das dunas frontais (CARTER et al., 1990).

3.2. Dinâmica Costeira

As zonas costeiras são constituídas por elementos, regidos por processos sedimentares, morfológicos e hidrodinâmicos, constituindo e alterando a paisagem litorânea. Esses elementos são constituídos por marés, ondas, correntes e ventos e conferem à orla uma dinâmica natural e complexa, que, na maioria das vezes, não é compatível com o uso a que está sujeita.

Entretanto, ações antrópicas são grandes contribuidoras para a transformação da paisagem, tornando-a cada vez mais vulnerável às ações de fatores naturais e também à própria ação do homem, o que culmina em riscos associados à erosão costeira e à diminuição de faixas de praias.

3.2.1 Regime de marés

As marés são fenômenos ondulatórios, gerados pelos processos de atração gravitacional entre a Terra, o Sol e a Lua. Sua intensidade, amplitude e periodicidade são variáveis ao longo dos oceanos.

Segundo Davis (1964) as marés são classificadas em três tipos: micromarés, com amplitudes que variam até 2 metros; mesomarés, com amplitudes que variam de 2 a 4 metros; e macromarés, com amplitudes maiores de 4 metros. Em relação aos seus ciclos as marés podem ser caracterizadas como maré diurna com regularidade de preamar e baixa-mar em um dia (24hs) semi-diurnas, que apresentam duas preamares e duas baixa-mares em um período de 24 horas, com pouca diferença na altura e duração dos ciclos; e as mistas que apresentam duas preameares e duas baixa-mares, todavia com significativa diferença na altura e duração do ciclo. Segundo Pinheiro (2000), as marés no Estado do Ceará são do tipo semi-diurnas, com duas preamares e duas baixa-mares em um dia lunar (24 h e 50 minutos).

As forças gravitacionais do sistema Sol – Lua originam dois tipos de maré: as marés de sizígia e de quadratura. As marés de sizígia ocorrem quando há o alinhamento dos astros, marcado pelas luas nova e cheia. Marés de quadratura ocorrem quando o Sol, a Terra e a Lua formam um ângulo de 90° , sendo marcada pelas luas crescente e minguante. Esses diferentes alinhamentos acarretam a diferença das forças entre essas marés. As épocas de equinócio e de solstício geram ventos de marés que vão produzir as marés mais altas nos dias 23 de setembro e 21 de março e mais baixas nos dias 21 de junho e 21 de dezembro, respectivamente. Nos equinócios o sol fica sobre o equador em linha reta com a Terra e a Lua (Morais 1996)

3.2.2 Ondas

A formação das ondas está relacionada diretamente com os ventos, sua velocidade, duração e a extensão da pista na superfície do oceano. São movimentos que influenciam a modelagem da costa, formando diversas feições devido à remobilização de sedimentos na plataforma continental, gerando fonte de energia para formação das praias e para a modelagem de escarpas de falésias ou penhascos, através do solapamento. Como a onda é a energia da massa de água,

ocasionada pelos ventos na costa, e modeladora dos perfis sazonais em períodos curtos, é importante a determinação dos seus parâmetros para um planejamento de construções de estruturas costeiras (USACE, 1992).

Segundo Morais (1996) as ondas observadas na superfície do mar, em geral, resultam da tensão de cisalhamento do vento. A altura e o período das ondas variam em função da pista sobre a qual o vento sopra e do tempo que o vento sopra em determinada direção. A costa pode estar exposta a três tipos de ondas:

Ondas *swell*: ondas de período longo e de crista arredondada, geradas longe da zona costeira, que viajam para além da sua área de formação. Em águas rasas, as ondas sofrem processos distintos devido às influências da batimetria e/ou da morfologia costeira, como: refração e difração de ondas e as correntes de retorno.

Ondas *sea*: ondas irregulares resultantes da ação de ventos locais e de períodos mais curtos.

Ondas de tempestade: ondas de maior energia resultantes da ação de ventos fortes associados à tempestades, ocasionando intensos processos erosivos e movimentação de material sedimentar junto à praia, causando grandes impactos na costa.

O ganho ou perda de areia nos perfis transversais de uma praia está relacionado com a energia das ondas e a fonte de sedimentos. Nos locais em que o regime de ondas se diferencia significativamente entre o verão e o inverno, a praia desenvolve perfis sazonais típicos de acumulação e de erosão, denominados perfil de verão e perfil de inverno, respectivamente (MORAIS, 1996).

3.2.3 Correntes

As correntes costeiras são um dos mais importantes agentes de remobilização e de transporte de material sedimentar ao longo da costa. As duas correntes litorâneas que dão suporte aos estudos relacionados com a dinâmica costeira são geradas pela ação dos ventos e das ondas e transportam os sedimentos costa a fora. São elas (DUARTE, 1997):

Corrente longitudinal: corrente paralela à costa, de fluxo contínuo e está associada com problemas, em longo prazo, de erosão costeira.

Corrente de retorno: é o refluxo do volume de água que retorna da costa de volta para o mar, em virtude da força gravitacional através de um canal que rompe o banco de areia através do escoamento.

Segundo Morais (1996), o transporte de sedimentos pode ocorrer de forma transversal e longitudinal. No transversal, os sedimentos são colocados em suspensão pela energia de arrebentação da onda, e jogados novamente no sistema através do refluxo das ondas. O transporte longitudinal se dá pelas correntes longitudinais que carregam os sedimentos em sentido paralelo à linha de costa.

3.2.4 Ventos

Segundo Pinheiro (2000), os ventos são importantes na manutenção do equilíbrio e da modificação da paisagem das praias e regiões adjacentes. A ação eólica é eficaz nos movimentos de cordões arenosos, transportando os sedimentos para outros pontos deposicionais, formando dunas frontais ou dunas semifixas; na geração de ondas; e na modelagem da linha de costa. A ação dos ventos gera ondas na superfície do mar, cuja dimensão varia de acordo com a intensidade e intervalo do vento e com comprimento da massa de água afetada por ele.

3.3. Erosão e progradação dos ambientes costeiros

O processo de erosão foi definido por Suguio (1998) como sendo de origem natural, que pode atuar tanto em costa rasa quanto escarpada. Entretanto, a erosão costeira, principalmente a praial, pode ser também induzida pelo homem.

Já o processo de progradação da linha de costa foi definido pelo mesmo autor como um mecanismo de avanço da linha costeira, mar adentro, normalmente relacionado à sedimentação por processos marinhos litorâneos ou fluviais. Porém, a progradação pode ser também realizada de forma artificial através de métodos de engorda de praia.

As palavras erosão e progradação estão associadas às mudanças verticais na parte exposta da praia. Segundo Pilkey & Thielar (1992) o melhor termo para expressar a erosão costeira seria o “recoo da linha de costa”.

Morais (1996) afirma que a erosão costeira tem início quando o material erodido é retirado da linha de costa em maior proporção do que é depositado. Ainda segundo Moraes (1996), a erosão costeira está dividida em dois tipos, natural e antrópica, assim definidas:

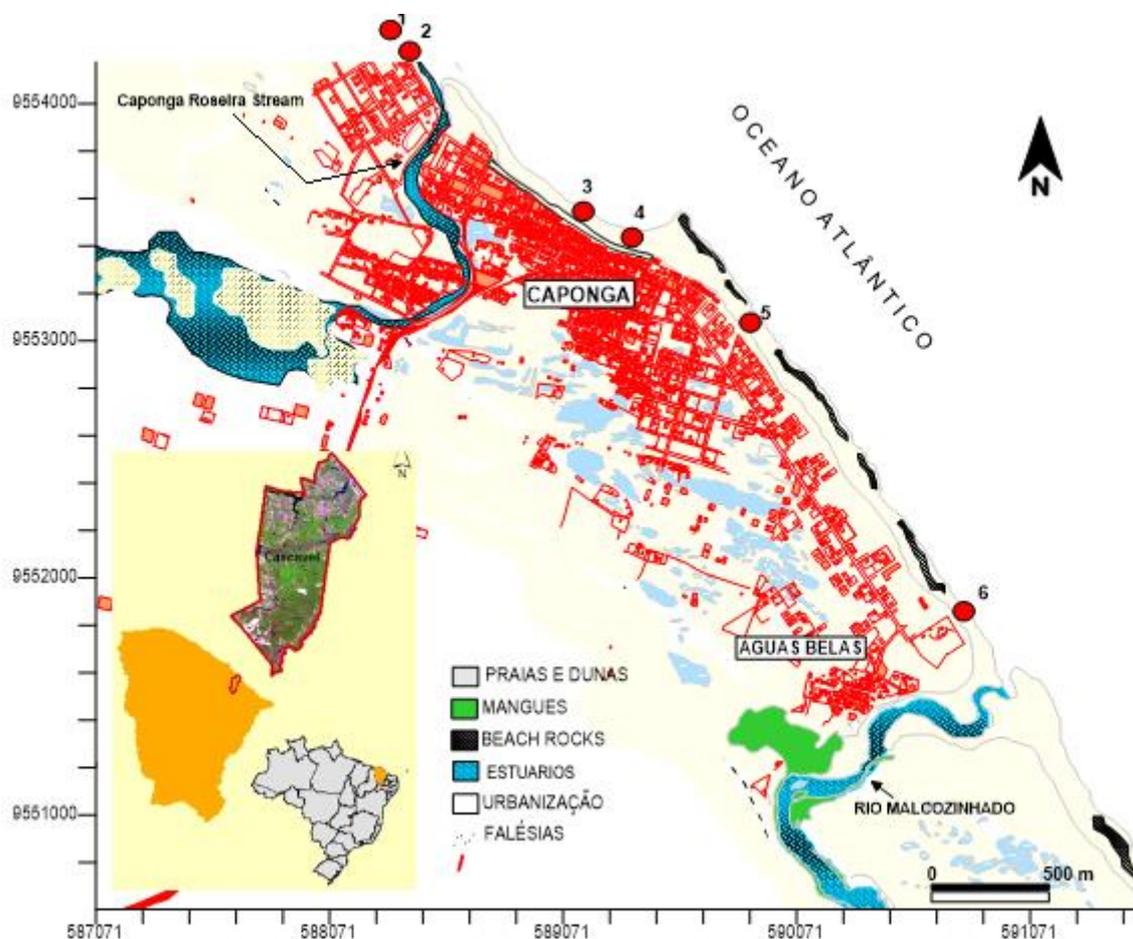
- Erosão natural: é resultado da sazonalidade dos regimes de ondas e da morfodinâmica de suas fisiografia costeira, constituindo assim um processo natural no equilíbrio sedimentológico e dinâmico do sistema costeiro.
- Erosão antrópica: é resultante da interferência do homem nesse sistema dinâmico.

4. MATERIAIS E MÉTODOS

4.1. Caracterização e Localização da área de estudo

A área de estudo situa-se a longitude $4^{\circ}07'51''$ W e latitude $38^{\circ}14'51''$ S. Está localizada a 65 km de Fortaleza na porção oeste do município de Cascavel, possui aproximadamente 3 km de extensão sendo limitada a sudeste pela barra do canal Malcozinhado e a noroeste pela barra da Caponga.

Figura 1. Mapa georreferenciado da área de estudo e pontos de monitoramento.



Fonte: Adaptado de Pinheiro (2000).

A praia da Caponga está inserida em uma costa de meso-marés, com amplitudes que podem chegar a 3 m. Em estudos de Maia (1998) apud Silva (2012), utilizando 14 registros analógicos mensais de marégrafo instalado no Porto do Mucuripe, caracterizou o regime de marés para o litoral cearense como de mesomarés e periodicidade semidiurna, com duas preamares e duas baixa-mares em um dia lunar.

O clima de ondas definido para o litoral cearense apresenta uma forte sazonalidade. Entre os meses de dezembro a abril, com a migração da zona de convergência intertropical (ZCIT) para sul, os ventos dominantes são os alísios de nordeste provenientes do hemisfério norte e devido à extensão do fetch, as ondas alcançam à costa do Ceará completamente desenvolvida e na forma de swell. Nos demais meses do ano predomina as ondas do tipo swell (Silva, 2012).

Nos estudos realizados por Aquino (2013) e que servirão de referência nas análises deste trabalho, as ondas do tipo sea foram predominantes ao longo de todo o ano de 2011. A altura média na zona de arrebentação variou de 0,9 a 1,5 m. A ocorrência dos maiores períodos (> 8 s) foi observada nos primeiros semestres do ano. A direção predominante das ondas no mês de janeiro de 2011 foram as de origem dos quadrantes N-NE. A partir de junho de 2011, as ondas foram predominantes no quadrante E-SE, demonstrando a influência dos ventos locais (alísios) na geração dessas ondulações de períodos curtos e de alturas variando de 0,5 a 1,5 m.

No ano de 2012, as características gerais das ondas são similares às observadas em 2011. No primeiro semestre de 2012, a altura na arrebentação e o período médio das ondas foram maiores do que os observados para o mesmo período de 2011. Especificamente no mês de janeiro de 2012, a média dos períodos observados em campo e foram maiores do que 10 s, provenientes de N-NE, caracterizando, desta forma, maior ocorrência de ondas do tipo *swell* (Aquino, 2013).

A partir do mês de junho de 2012, as características seguem os mesmos padrões dos observados no ano de 2011: ondas de períodos curtos, alturas variando de 0,5 a 1,5 m e forçadas predominantemente pelos ventos locais.

4.2. Atividades de campo e laboratório

Os estudos deste trabalho foram compartimentado em 3 etapas. No primeiro, foi realizada a consulta bibliográfica relacionada ao tema deste trabalho. O segundo consistiu-se em coleta de dados através de metodologia específica. O tratamento de amostras e de dados em laboratório caracterizou o último estágio de trabalho.

4.2.1. Etapa inicial

Primeiramente, foi realizado o levantamento bibliográfico dos processos costeiros e de dinâmica litoral, de análises sedimentológicas, dos processos erosivos e de transporte eólico no litoral da Caponga. Também neste etapa foram definidas a área de trabalho e os pontos de monitoramento e amostragem.

4.2.2. Etapa de campo

As coletas de dados foram realizadas em 6 pontos de monitoramento no período de fevereiro de 2011 e junho de 2012. As campanhas foram realizadas na maré de sizígia, que possui maior energia, para a observação de transformações do ambiente praias ocasionados pela erosão.

Os 6 pontos de monitoramento foram escolhidos através das observações de imagem de satélites. Foram escolhidos dois pontos em áreas parcialmente descobertas e de baixa ocupação antrópica (pontos 1 e 2). Mais dois pontos foram situados em local de influência de ocupação em zonas de praias e com índices de erosão (pontos 3 e 4). Os dois últimos pontos foram escolhidos em zonas delimitadas pela influência da linha de beachrocks que influenciam na proteção da Praia de Águas Belas, através da retenção de sedimentos, por sua baixa ocupação e influência do rio Malcozinhado (pontos 5 e 6).

Os métodos propostos por Birkemeier (1985) foram utilizados para quantificar as variações na morfodinâmica através da realização de perfis topográficos, com o auxílio de um prisma e GPS, realizados entre fevereiro de 2011 e março de 2012. As leituras foram realizadas onde em sua maioria começavam da estrada em direção ao corpo hídrico.

A cota altimétrica foi calculada pelo somatório dos desníveis desde o início do perfil até o máximo recuo da onda. Foi marcada a hora exata dos levantamentos destes pontos, para a realização da correção de maré, como forma de avaliar a exposição do perfil abaixo do nível médio do mar. Para o cálculo da declividade da face de praia foi utilizado um clinômetro para estabelecer os graus de inclinação da região do estirâncio superior, pois a região de berma, que sofre grandes modificações nas zonas praias, está localizada próxima a ela.

Figura 2 - Estação total e prisma utilizados para a coleta de dados de perfis e clinômetro para coleta de dados de declividade.



Fonte: Aquino (2013).

A coleta de sedimentos foi realizada em três zonas principais: berma, estirâncio, antepraia, sendo etiquetadas e armazenadas em sacos plásticos onde posteriormente foram realizadas análises granulométricas em laboratório.

O cálculo do Referencial de Nível (altitude de amarração do perfil) dos pontos de monitoramento foi calculado em relação à cota zero da DHN, sendo utilizado sua tábua de maré referente ao Porto do Mucuripe, Fortaleza-CE.

Dados de perfis topográficos, clima de ondas, declividade, sedimentológicos e velocidade e direção dos ventos foram obtidos em campo.

4.2.3 Etapa Laboratorial

O estágio laboratorial consistiu-se em analisar dos dados de perfis topográficos, análise granulométrica, tipos de onda e confecção do mapa.

As cotas relativas dos pontos dos perfis foram obtidas através dos dados obtidos em campo. Os perfis foram graficamente representados com o auxílio do programa *Grapher* para *Windows*. Para a determinação dos tipos de ondas, foi utilizado o programa *Excel 2010*, estabelecendo os cálculos propostos por Muehe (1996).

O mapa foi feito pelo programa *ArcGis 9.3*, através de imagens retiradas do *Google Earth*. A análise sedimentológica foi baseada na metodologia proposta por Suguio (1992). Foi utilizado um software específico, o Sistema de Análise Granulometria – SAG (LAGEMAR/UFF) para o tratamento estatístico dos dados, sendo a classificação textural final baseada nos estudos de (Folk 1968) e Muehe (1996), onde é possível estabelecer e compreender o volume e calcular o balanço sedimentar. A energia do ambiente é estabelecida pelo tipo de grão, onde cada textura de grão gera uma resposta do ambiente costeiro, dando importância à classificação sedimentológica.

Os dados da altura significativa das ondas (H_s) e período de pico (T_p) foram obtidos utilizando o método de observação visual de ondas, proposto por Melo (1993). Para as medições de período de pico das ondas (T_p), foi utilizado um cronômetro digital, como forma de registrar a passagem de onze ondas em um determinado campo de visão. O tempo de passagem dessas onze ondas foi dividido por dez, para se obter o valor do período da onda. Para obtenção da altura das ondas (H_s), foi utilizada uma mira posicionada verticalmente na zona de espraiamento. Segundo Muehe (1996), deve-se alinhar a crista das ondas com a linha do horizonte para determinar a sua altura. Através da medição de dez ondas consecutivas, obteve-se a altura média. Foram também coletados dados de direção e período do vento, concedidas pelo Centro de Previsão de Tempo e Estudos Climáticos (CPTEC).

5. RESULTADOS E DISCUSSÃO

5.1. Histórico do processo erosivo da praia da Caponga

A maior parcela dos usos de áreas costeiras ocorre sem um planejamento, o que gerou impactos na atualidade devido às alterações dinâmicas da linha de costa provocando uma instabilidade decorrente de ações naturais ou antrópicas, que por ocasião da remoção da cobertura sedimentar, pode provocar a destruição de estruturas na zona costeira (MORAIS, 1996).

No estado do Ceará, os impactos são ocasionados pela ocupação antrópica inadequada, bloqueando os corredores eólicos, variação sazonal da direção do vento, ondas e marés altas em swell, acarretando processos erosivos e impactos ambientais (MORAIS, 2004). O processo de litoralização devido ao desenvolvimento do turismo, o crescimento descontrolado de núcleos populacionais e a especulação imobiliária são alguns dos principais motivos que levaram ao uso e ocupação de áreas frágeis como a Praia da Caponga, causando perdas na qualidade ambiental e o desequilíbrio ecológico (DANTAS, 2006).

Estudos sobre o processo de erosão na praia da Caponga são realizados desde a década de 1990, quando este processo já era visto como significativo. Segundo Moraes e Meireles (1992), Pinheiro (2000), Pinheiro (2003), Silva (2002), Rocha (2008) e Aquino (2013), os fatores que causaram a aceleração do processo de erosão na área foram as construções civis em locais de domínio de maré, que bloquearam o transporte de sedimentos provido pelas dunas; loteamentos em zona de berma, que propiciaram a sedimentação, aumentando os processos erosivos em toda linha de costa, e que se intensificaram e ocorrem até os dias de hoje; difração de ondas em pontas rochosas mudando a direção do transporte de sedimentos; o aumento da frequência de ondas swell; e a falta de manutenção dos gabiões implantados em 1999.

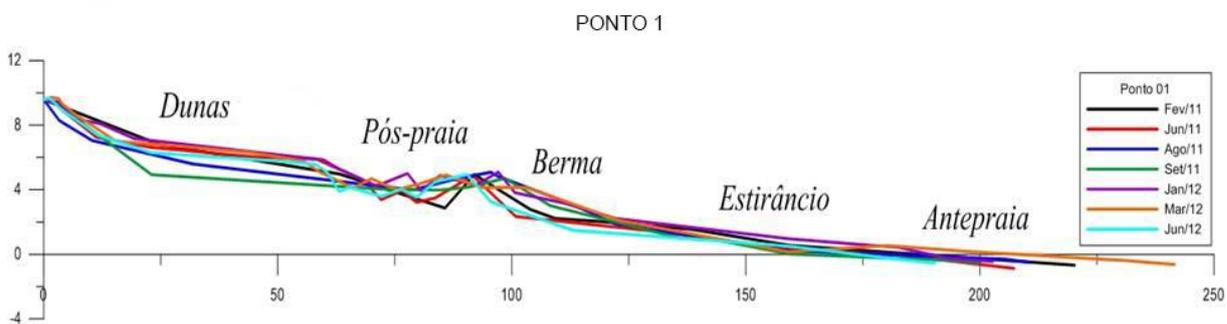
Os gabiões, combinados com um mar com clima de ondas calmo, tornavam a praia propícia para banho. Devido às condições sazonais de ondas de maior energia (período de estiagem) no ano de 2007, houve danificação nas estruturas de contenção, provocando o agravamento do processo erosivo local.

5.2. Características morfológicas

5.2.1. Áreas não urbanizadas

No ponto 1, a largura dos perfis de praia variaram de 201 a 241 m entre os meses de fevereiro de 2011 a junho de 2012. Comparando os períodos de fevereiro de 2011 a junho de 2011 e agosto de 2011 a setembro de 2011, houve reduzida perda de sedimentos. Nos meses de janeiro de 2012 em relação setembro de 2011 e junho de 2012 em relação a março de 2012, houve acréscimo de sedimentos, que pode ser explicado pela proximidade entre o Rio Choró e a zona da Praia da Caponga. Pode-se dizer que, em certas épocas do ano, também ocorre erosão nessa área, mas devido à condição natural da praia. Os valores de declividade obtidos para esse ponto variaram entre 5,3 e 6,7 com balanço positivo de 1024m³ (Tabela 1 e 2).

Figura 3. - Perfil do ponto 1.



Fonte: Aquino (2013).

Tabela 1- Balanço sedimentar do perfil 1.

Balanço	Ponto 1
-184	(jun/11 - fev/11)
304	(ago/11 - jun/11)
-188	(set/11 - ago/11)
754	(jan/12- set/11)
-453	(mar/12 - jan/12)
791	(jun/12 - mar/12)
1024	Soma dos Balanços

Fonte: O autor.

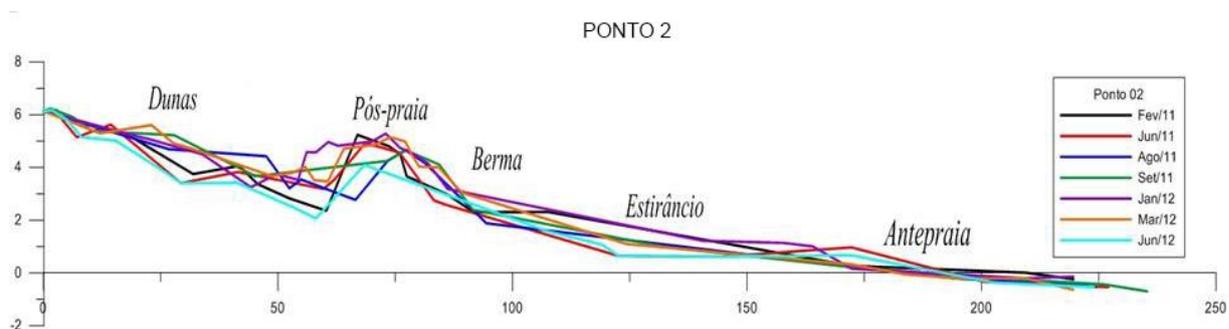
Tabela 2- - Declividade do perfil 1.

Declividade	fev/11	jun/11	ago/11	set/11	jan/12	mar/12	jun/12
Ponto 1	5.5	6.5	6.2	6.7	5.4	5.3	6.6

Fonte: O autor.

No ponto 2, houve maiores perdas de sedimentos nos meses junho de 2011 a fevereiro de 2011, setembro de 2011 a janeiro de 2012 e junho de 2012 a março de 2012, em relação aos meses de agosto de 2011 a junho de 2011, setembro de 2011 a agosto de 2011 e março de 2012 a janeiro de 2012, que obtiveram maiores ganhos. A grande perda relacionada aos meses de junho de 2012 a março de 2012 pode estar relacionada com a diminuição do período e da altura dos ventos, proporcionando um menor transporte de sedimentos de volta para a praia. Os perfis variaram de 219 a 235 metros, com declividade em média de variando de 5,5 a 7,4 graus. O balanço sedimentar apresentou-se negativo com - 383m³ (Tabela 3 e 4).

Figura 4 – Perfil do ponto 2.



Fonte: Aquino (2013).

Tabela 3 – Balanço sedimentar do perfil 2.

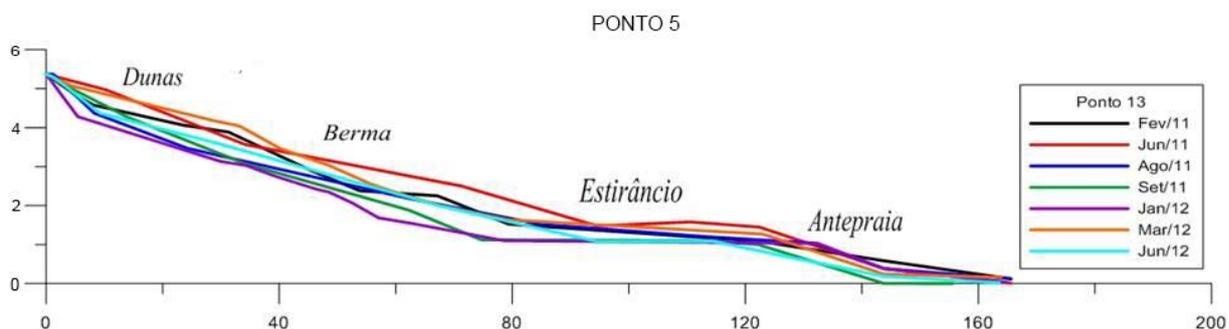
Balanço	Ponto 2
-152	jun/11 fev/11
271	ago/11 - jun/11
164	set/11 - ago/11
-109	jan/12- set/11
477	mar/12 - jan/12
-1034	jun/12 -mar/12
-383	Soma dos Balanços

Tabela 4- – Declividade do perfil 2.

Declividade	fev/11	jun/11	ago/11	set/11	jan/12	mar/12	jun/12
Ponto 2	5.3	7.1	7.3	7.4	5.4	7.3	6.9

No ponto 5, a extensão da praia é, em média de 160 m³, e sua mobilidade sedimentar é devido aos ventos intensos a partir do mês de agosto de 2011, sedimentando as faixas de estirâncio e antepraia no período de chuvas. A implantação de casas de veraneio contém os sedimentos nas regiões de pós-praia impedindo a troca entre as dunas e a praia. A declividade é em média de 6 graus com balanço negativo de -138m³ (Tabela 5 e 6).

Figura 5- Perfil do ponto 5.



Fonte: Aquino (2013).

Tabela 5- - Balanço sedimentar do perfil 5.

Balanço	Ponto 5
185	(jun/11 - fev/11)
-273	(ago/11 - jun/11)
-168	(set/11 - ago/11)
-34	(jan/12- set/11)
369	(mar/12 - jan/12)
-217	(jun/12 - mar/12)
-138	Soma dos Balanços

Fonte: O autor.

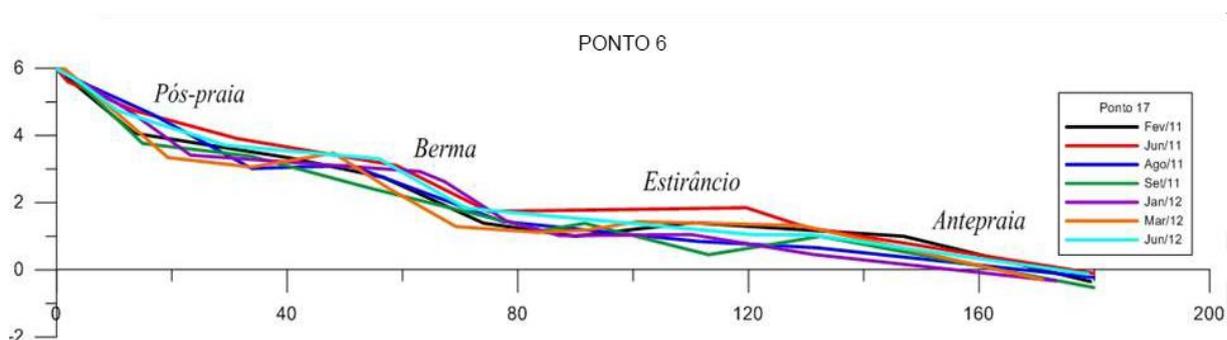
Tabela 6- - Declividade do perfil 5.

Declividade	fev/11	jun/11	ago/11	set/11	jan/12	mar/12	jun/12
Ponto 5	6.4	5	5.4	7.7	6.3	5.3	5.1

No ponto 6, localizado ao lado do Rio Malcozinhado, nos primeiros 40 metros, presenciou-se acumulação de sedimentos, formando dunas. Entre os metros 50 a 170, há uma intensa mobilidade de sedimentos devido ao Rio Malcozinhado que, em períodos chuvosos, aumenta a vazão de sedimentos transportando-os para as regiões de estirâncio, berma e pós-praia. Já no período seco, tais sedimentos são

transportados para região de estirâncio e antepraia. A declividade apresenta-se com variação entre 2,9 a 6,8. O balanço sedimentar é negativo com -69 m^3 (Tabela 7 e 8).

Figura 6- Perfil do ponto 6.



Fonte: Aquino (2013).

Tabela 7- - Balanço sedimentar do perfil 6.

Balanço	Ponto 6
126	(jun/11 - fev/11)
-327	(ago/11 - jun/11)
179	(set/11 - ago/11)
-112	(jan/12- set/11)
-24	(mar/12 - jan/12)
89	(jun/12 - mar/12)
-69	Soma dos Balanços

Fonte: O autor.

Tabela 8- - Declividade do perfil 6.

Declividade	fev/11	jun/11	ago/11	set/11	jan/12	mar/12	jun/12
Ponto 6	4.7	2.9	3.6	4.3	4.4	6.8	2.8

Fonte: O autor.

Os pontos 1 e 2 possuem valores médios de ondas na altura de 1 metro, com períodos de 7,3 a 7,5 segundos. Possuem uma direção de 108 graus, equivalente a E-SE, definindo-se como ondas do tipo *sea*, mas em certas épocas do ano com entradas de *swell*. O fator vento implica nesses tipos de ondas e em como elas se comportam na paisagem litorânea, com uma direção em média de E-SE e velocidade de 6,8m/s, influência no tipo de onda *sea*, que vem com pouca intensidade, porém com bastante frequência, mudando a morfologia local.

Pode-se observar que os pontos 1 e 2 possuem maiores volumes e declividades, pois não recebem influência da ocupação antrópica por casas de veraneios, hotéis e pousadas recebendo grandes cargas de sedimento e obtendo uma faixa de praia extensa.

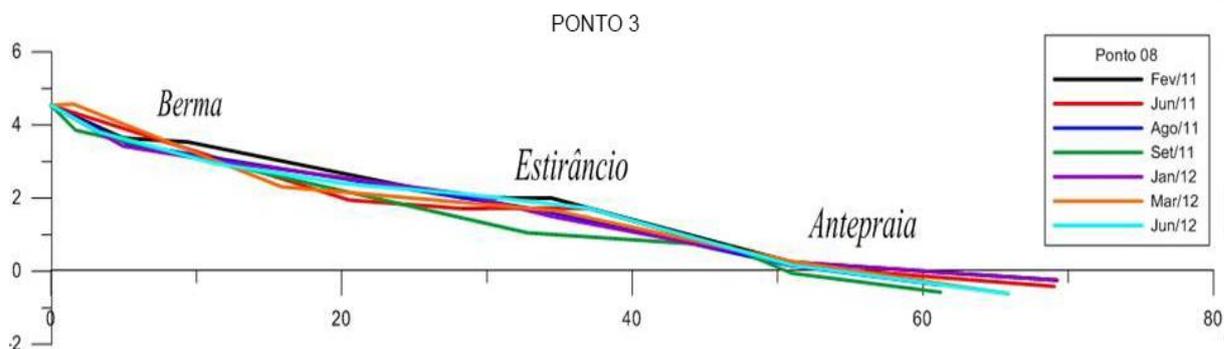
O ponto 5, localizado em Águas Belas, é protegido pelo alinhamento de rochas, que proporciona difração e reflexão das ondas, mudando seu clima de ondas constantemente. Este setor está protegido pelo alinhamento de rochas e as casas de veraneios estão ocupadas no pós-praia, impedindo assim o fenômeno de retroalimentação da praia.

O ponto 6 mais próximo ao Rio Malcozinhado sofre influência direta da vazão levando a valores sedimentares maiores do que os centros urbanizados.

5.2.2. Áreas urbanizadas

No ponto 3 obteve-se, em média, faixa de praia de 65 metros. Essa largura é resultante da ocupação antrópica e a instalação dos espigões próximo ao ponto, que implicaram na diminuição da mobilidade sedimentar. A declividade em média é de 3 graus, com balanço positivo de 28 m³ mostrando a pequena dinâmica sedimentar nesse ponto (Tabela 9 e 10).

Figura 7- Perfil do ponto 3.



Fonte: Aquino (2013).

Tabela 9- - Balanço sedimentar do perfil 3.

Balanço	Ponto 3
0	(jun/11 - fev/11)
-10	(ago/11 - jun/11)
-7	(set/11 - ago/11)
-2	(jan/12- set/11)
42	(mar/12 - jan/12)
5	(jun/12 - mar/12)
28	Soma dos Balanços

Fonte: O autor.

Tabela 10- - Declividade do perfil 3.

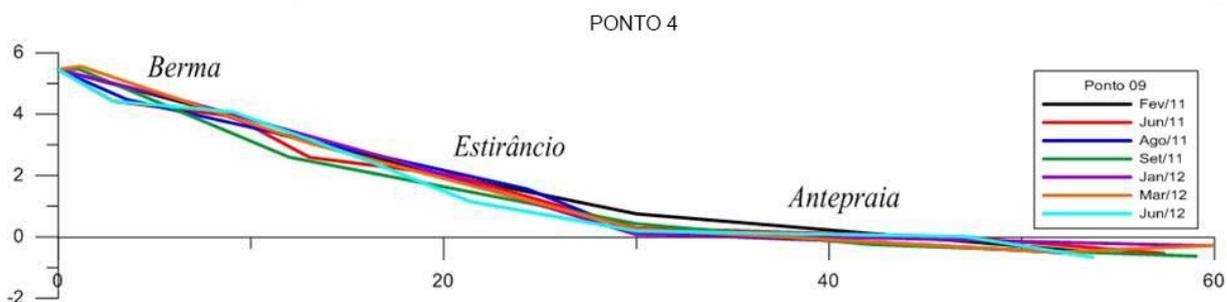
Declividade	fev/11	jun/11	ago/11	set/11	jan/12	mar/12	jun/12
Ponto 3	3.6	3.5	2.3	3.2	3.4	3.3	2.6

Fonte: O autor.

O ponto 4 está localizado em área de ocupação urbana, que intensifica a erosão costeira. Esse ponto sofre influência de pequenos espigões e do processo de difração das ondas, que leva os sedimentos para regiões vizinhas. Possui pouca mobilidade sedimentar, com largura média da praia de 55 metros, com declividade

entre 4,8 e 5,7 graus e pequeno balanço positivo, de 27m³. Isto mostra que, em áreas urbanizadas, a largura da praia e o balanço e mobilidade sedimentar são muito inferiores a áreas não urbanizadas (Tabela 11 e 12).

Figura 8- Perfil do ponto 4.



Fonte: Aquino (2013).

Tabela 11- - Balanço sedimentar do perfil 4.

Balanço	Ponto 4
-6	(jun/11 - fev/11)
-1	(ago/11 - jun/11)
-4	(set/11 - ago/11)
-16	(jan/12- set/11)
42	(mar/12 - jan/12)
12	(jun/12 - mar/12)
27	Soma dos Balanços

Fonte: O autor.

Tabela 12- - Declividade do perfil 4.

Declividade	fev/11	jun/11	ago/11	set/11	jan/12	mar/12	jun/12
Ponto 4	5.2	5.7	5.3	4.8	5.4	5.3	5.6

Fonte: O autor.

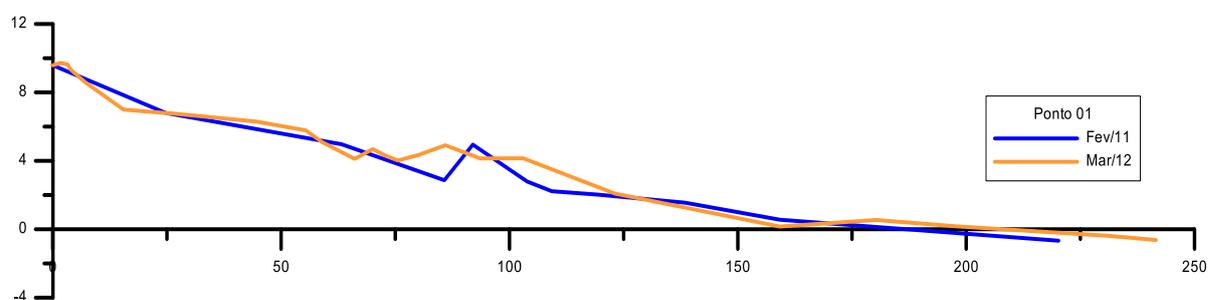
Os pontos 3 e 4, estão localizados onde tem maior pressão populacional, com casas de veraneio, hotéis, pousadas, barracas e restaurantes. Estas construções implicam na retenção de sedimentos para alimentação das zonas praias. Possuem menores volumes, ou seja, pouca sedimentação, devido à influência de casas de veraneio e hotéis, não havendo a troca dos sedimentos entre as zonas de praias, tornando-as estreitas. Os sedimentos que estão presos pela influência antrópica não são levados para a antepraia e nem para os fundos oceânicos, e os sedimentos depois da zona de antepraia são transportados para praias posteriores. Este setor possui valores de altura de ondas entre 1 e 1,1 m, com direções de E-SE em intervalos entre 7,1 e 8,2 segundos, com ondas do tipo sea.

5.3. Variações dos perfis devido à sazonalidade e a períodos de maior energia.

5.3.1. Sazonalidade

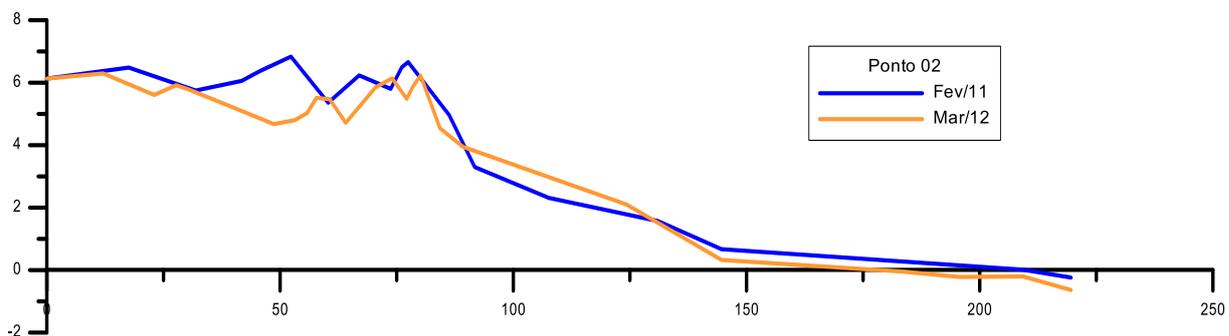
Áreas não urbanizadas

Figura 9– Comparação entre o perfil de fevereiro de 2011 e março de 2012 no ponto 1.



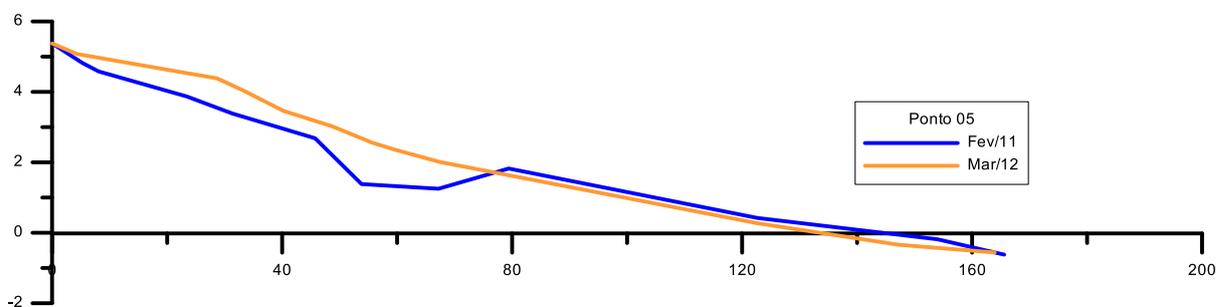
Fonte: O autor.

Figura 10 - Comparação entre o perfil de fevereiro de 2011 e março de 2012 no ponto 2.



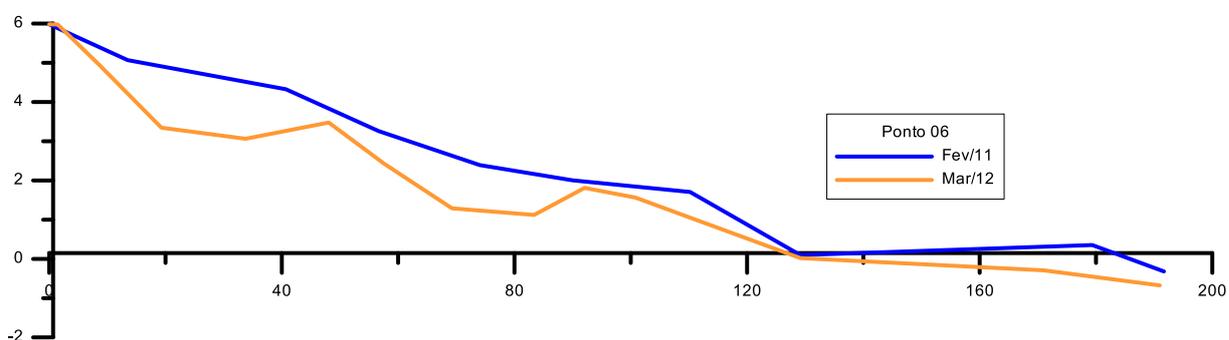
Fonte: O autor.

Figura 11- Comparação entre o perfil de fevereiro de 2011 e março de 2012 no ponto 5.



Fonte: O autor.

Figura 12- Comparação entre o perfil de fevereiro de 2011 e março de 2012 no ponto 6.



Fonte: O autor.

O ponto que apresentou maior taxa de erosão foi o ponto 6 entre os meses de fevereiro de 2011 e março de 2012 isso pode estar relacionado à baixa vazão do rio Malcozinhado e a alta mobilidade lateral devido à proximidade com o estuário.

Figura 13– Mobilidade da foz do estuário do rio Malcozinhado nos anos de 2011 e 2012.



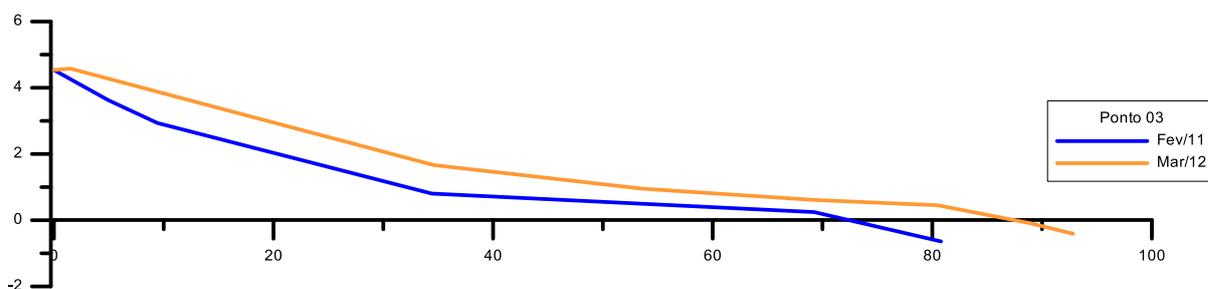
Fonte: Google Earth

Nos pontos 1 e 2 não foram observadas mudanças significativas nos perfis entre esses meses. Isso pode ser explicado pela presença de dunas frontais nos respectivos pontos, alimentando a praia durante esse período amortecendo o processo erosivo.

No ponto 5 a proteção devido as *beach rocks* e a presença de algumas casas de veraneio podem ter impedido o transporte de sedimentos gerando uma diminuição da faixa de praia entre esses meses.

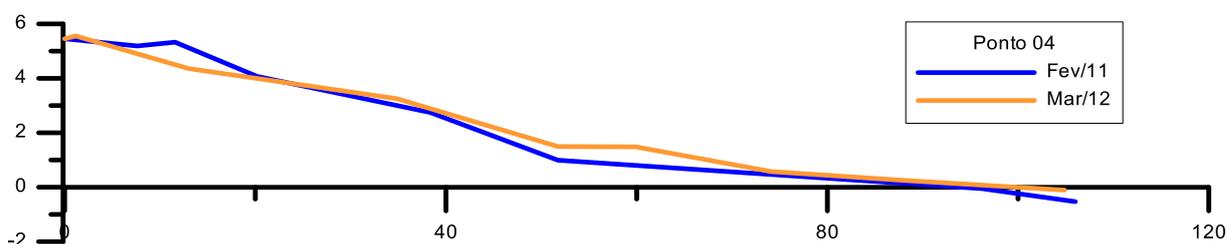
Áreas urbanizadas

Figura 14 - Comparação entre o perfil de fevereiro de 2011 e março de 2012 no ponto 3.



Fonte: O autor.

Figura 15- Comparação entre o perfil de fevereiro de 2011 e março de 2012 no ponto 4.



Fonte: O autor.

No ponto 3 houve um aumento na faixa de praia em relação ao mês de março podendo está relacionado ao transporte lateral de sedimentos aumentando a largura da faixa de praia nesse mês.

No ponto 4 não houve grandes variações durante esses meses, devido a presença de espigões e a instalação antrópica o que diminui a mobilidade sedimentar do local. Nas áreas de dunas frontais as variações morfológicas do perfil foram mais sutis, o que pode ser justificada pela contribuição de sedimentos por transporte eólico e solapamento da base. Nas áreas urbanas, a mobilidade do perfil é maior e inconstante em função da limitação do aporte de sedimentos.

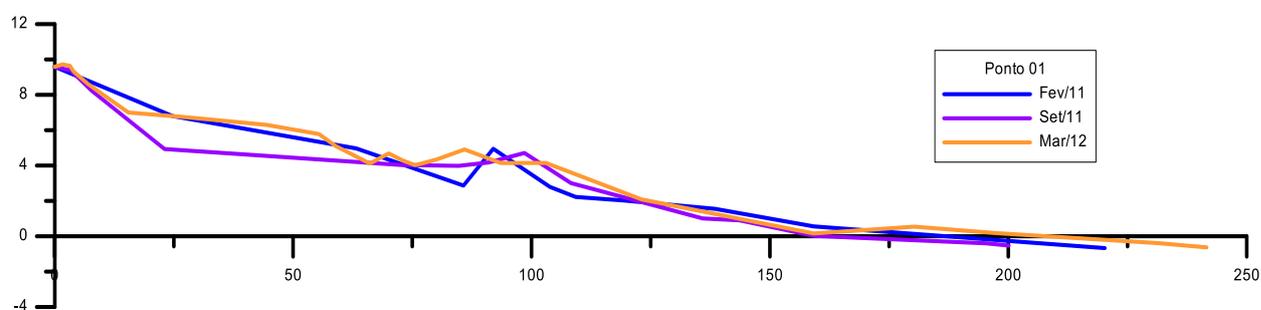
5.2.2. Períodos de maior energia

Marés Equinociais e ondas swell

O objetivo deste item foi avaliar o comportamento dos perfis de praia aos eventos de maior energia, aqui considerados como o período de maior ocorrência de swell com influência da maré equinocial (setembro/11). A primeira análise é pertinente a possível influência das marés equinociais, ventos de maior intensidade nas modificações do perfil praial. Foi observado por Aquino (2013) que as direções predominantes das ondas neste período eram as provenientes dos quadrantes E-SE, com períodos variando de 8 s e altura de 1 m na arrebentação. No mês de março de 2012 foram observadas na Caponga a maior ocorrência de ondas swell do quadrante N-NE com maior período.

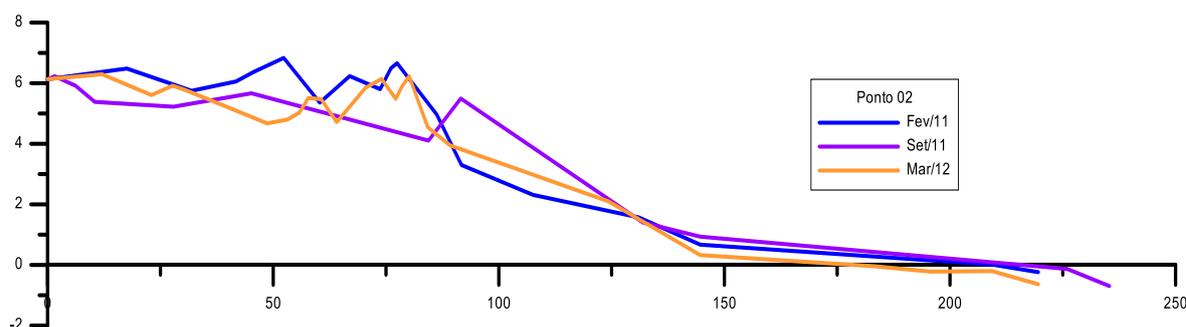
Áreas não urbanizadas

Figura 16 – Comparação entre os períodos de fevereiro de 2011, setembro de 2011 e março de 2012 no ponto1.



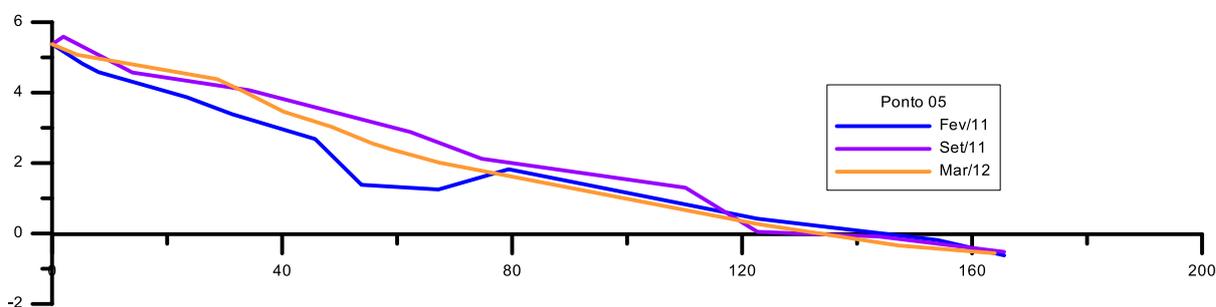
Fonte: O autor.

Figura 17– Comparação entre os períodos de fevereiro de 2011, setembro de 2011 e março de 2012 no ponto 2.



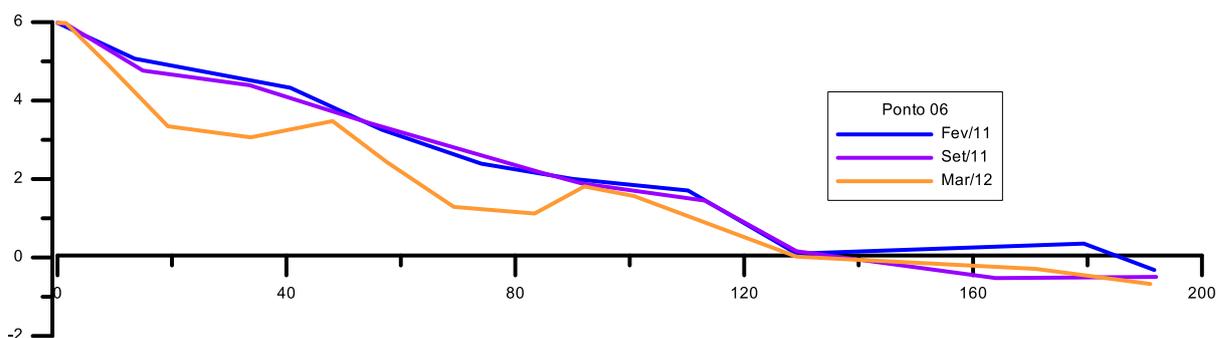
Fonte: O autor.

Figura 18– Comparação entre os períodos de fevereiro de 2011, setembro de 2011 e março de 2012 no ponto 5.



Fonte: O autor.

Figura 19: Comparação entre os períodos de fevereiro de 2011, setembro de 2011 e março de 2012 no ponto 6.



Fonte: O autor.

No ponto 1 pode ser observado que no mês de setembro houve uma diminuição significativa da área de pós praia podendo estar relacionado com a entrada da maré equinocial que retirou os sedimentos dessa região.

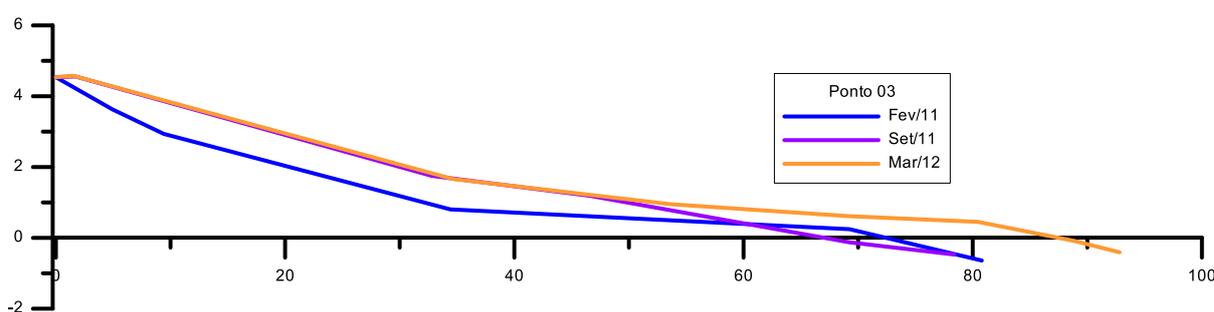
Pode ser observado no ponto 2 um grande dinamismo na a zona de berma e pós praia, onde nos meses entre fevereiro e setembro houve uma diminuição da região de pós praia levando este volume para o estirâncio e um leve aumento da largura da praia. Entretanto na relação entre setembro e março houve a diminuição dos sedimentos no estirâncio, retornando para a área da berma.

No ponto 5 a entrada das fortes marés do mês de setembro ocasionou o aumento do volume de sedimentos da zona do estirâncio em relação ao mês de fevereiro, tendo um pequeno decaimento no mês de março. No ponto 6 não houveram mudanças significativas entre os meses de fevereiro e setembro, todavia

no mês de março houve uma grande aumento da erosão local que pode ter sido ocasionada devido ao transporte lateral que ocorre nessa região, que se encontra próximo ao estuário do rio Malcozinhado.

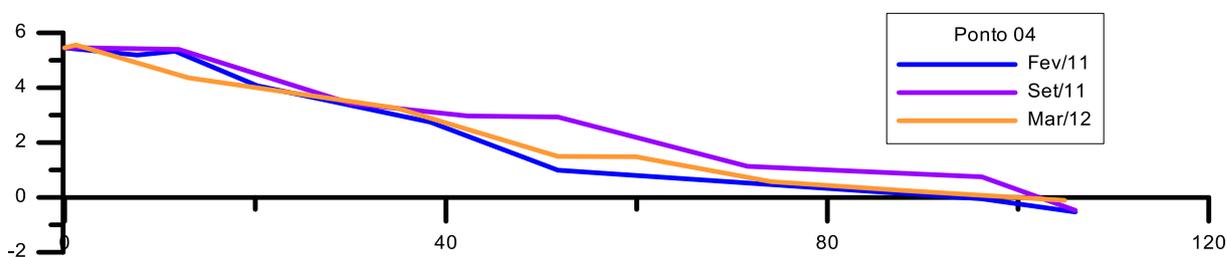
Áreas urbanizadas

Figura 20: Comparação entre os períodos de fevereiro de 2011, setembro de 2011 e março de 2012 no ponto 3.



Fonte: O autor.

Figura 21: Comparação entre os períodos de fevereiro de 2011, setembro de 2011 e março de 2012 no ponto 4.



Fonte: O autor.

No ponto 3 e 4 nota-se um aumento da faixa de praia em relação aos meses de setembro e março que podem ter sido ocasionado por processos naturais, que mesmo sendo uma área com os espigões próximos ainda existe o transporte de sedimentos que podem ter sido acumulados nessa região. Especificamente no ponto 3 pode ser visto um aumento significativo da zona de estirâncio que pode ter sido provocado pela entrada da maré equinocial transportando o sedimento da antepraia para a pós praia

O que se pode observar é que as marés equinociais não promoveram alterações significativas no prisma praial (perfil emerso e submerso) e que os

descolamentos de sedimentos foram dentro do prisma praial com remobilizações entre pós-praia e início da ante-praia, o que é esperado. Merece atenção o deslocamento de sedimentos da pós-praia no perfil 1 em setembro, o que torna esse setor mais vulnerável as inundações nas fases de preamar.

Classificação textural

De acordo com a classificação textural de Folk (1968), foram classificados os tipos de areia das regiões de berma, estirâncio e antepraia nos meses de fevereiro de 2011, junho de 2011, janeiro de 2012, março de 2012 e junho de 2012 (período de chuvas) e agosto de 2011 e setembro de 2011 (períodos secos).

Na zona de berma em fevereiro de 2011, junho de 2011, janeiro de 2012 e março de 2012, a predominância foram das areias finas. Já nos meses de agosto de 2011, setembro de 2011 e junho de 2012 o grão obtido foi, em média, do tipo areia média. Tais mudanças ocorrem devido a sazonalidade ambiental, através dos fatores ventos, marés e maior frequência de onda. A média final em todos os períodos monitorados foi areia do tipo fina, consolidando sedimentos acumulados que são depositados na faixa de berma e pós-praia.

Nos meses de fevereiro de 2011, junho de 2011, janeiro de 2012, março de 2012 e junho de 2012, na zona do estirâncio, os sedimentos foram predominantemente classificados como areias finas. Entretanto, nos meses de agosto de 2011 e setembro de 2011 constaram sedimentos do tipo médio.

Na zona de antepraia, constaram sedimentos do tipo fino em todos os meses monitorados, devido à dinâmica intensa deste ambiente, que sofre de fenômenos de difração de ondas, entradas de *swell* e grande frequência de ventos que formam trem de ondas intensos na área. Essa grande frequência de ondas retira os sedimentos, levando para zona de antepraia e que são transportados pela deriva litorânea ou para o pós-praia, nos fenômenos de ressacas.

6. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Na zona não urbanizada foi observada mobilidade menor da morfologia praial devido à existência de feições que reduzem o processo de recuo da linha de costa, como as dunas, e a baixa ocupação, que permite a troca e passagem de sedimentos. Porém no ponto 6, que se localiza próximo ao estuário, em comparação com o mês de início e do fim da coleta foi visto uma grande perda de sedimentos, devido à alta mobilidade lateral da região estuarina.

Pelas análises dos perfis de praia, foi determinado que a largura de praia da zona não urbanizada é maior do que de uma praia urbanizada (média 180m e área não urbanizada e 65 metros em áreas urbanizadas), devido à inexistência de estruturas rígidas que impedem a passagem de sedimentos e de construções sobre dunas e berma, que impedem a troca de sedimentos do interior com a praia.

As dunas frontais realizam um papel importante no controle da erosão pois atuam como depósitos de sedimentos para a praia. Sendo assim promovem a extensão da largura da praia e amortecem o processo de erosão na Caponga.

As marés equinociais não promoveram alterações significativas no prisma praial (perfil emerso e submerso) durante o período estudado. Os descolamentos de sedimentos foram dentro do prisma praial com remobilizações entre pós-praia e início da antepraia, o que é esperado. Destaca-se o deslocamento de sedimentos da pós-praia no perfil 1 em setembro, o que torna esse setor mais vulnerável as inundações nas fases de preamar com maior frequência de Swell.

A praia da Caponga é uma área interessante que carece demais estudos de alta frequência sobre a dinâmica e vulnerabilidade da faixa de praia aos eventos de alta energia. Justifica-se ainda pela condição atual de erosão e depreciação do patrimônio urbano da região.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, Mariana Correia. **Evolução e Dinâmica Sócio Ambiental na Praia da Caponga e Águas Bela, Cascavel, Ceará, Brasil.** 2013. 88 f. Dissertação (Mestrado) - Curso de Programa em Pós-graduação em Geografia, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2013.
- BIRD, E.C.F. **Beach Management.** John Wiley & Sons Inc., New York. p.292, 1999.
- BIRKEMEIER W.A. **A User's guide to ISRP: The interactive survey reduction program.** Coastal Engineering Research Center, Vicksburg, Mississippi, P.101, 1985.
- BRASIL. Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988. **Diário Oficial da República Federativa do Brasil.** Brasília, Institui o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro e dá outras providências.
- CARTER, R.W.G.; HESP, P.A.; NORDSTROM, K.F. **Erosional landforms in coastal dunes in Coastal Dunes – Form and Process.** John Willey & Sons, 1990.
- DANTAS, E. W. C. **“LITORIZAÇÃO” DO CEARÁ: Fortaleza, da “Capital do Sertão” a “Cidade do Sol”,** Fortaleza, 2006.
- DAVIES, J. L. **A morphogenic approach to world shorelines.** Zeit. Geomorphology, p.27-142, 1964.
- DUARTE, R. X. **Caracterização do ambiente praias: morfologia, aspectos morfodinâmicos e sedimentologia.** Exame de Qualificação (Pós-graduação em oceanografia), Universidade Federal de Pernambuco. Recife, 1997.
- FOLK, R.L. & WARD, W.C. **Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters.** *Journal of Sedimentary Petrology*, p.3-26, 1968.
- FREIRE, G.S.S.; CAVALCANTI, V.M.M. **A cobertura sedimentar Quaternária da Plataforma Continental do Estado do Ceará.** Fortaleza, 1998.
- HESP, P. A. **A Gênese de Cristas de Praias e Dunas Frontais.** *Mercator*. 2 p.119-125, 2002b.

HESP, P. A. **Foredunes and Blowouts: Initiation, Geomorphology and Dynamics**. *Geomorphology*, p.245-268, 2002^a.

KOMAR, P. **Beach Processes and Sedimentation**. New Jersey: Prentice Hall. p544, 1998.

KRAUS, N.C.; LARSON, M.; WISE, R.A. Depth of closure in beach fill design. **Proc. 199 National Conference on Beach Preservation Technology**, Florida, 1999.

MAIA, L. P. Estudo hidrológico-sedimentológico da praia do Meireles. Fortaleza, 2002.

MORAIS, J. O. de. **Processos e Impactos Ambientais em Zonas Costeiras**. *Revista de Geologia da UFC*, v.9, p 191-242, 1996.

MORAIS, J. O.; MEIRELES, A. J. A. Riscos Geológicos associados à dinâmica costeira na Praia da Caponga. *Revista de geologia*. Município de Cascavel, Estado do Ceará, v.5, p.139-144, 1992.

MORAIS, J. O. de; MOURA, M. R.; OLIVEIRA, G. G de. **Dinâmica costeira e riscos associados ao uso nas praias de Icaraí, Tabuba e Cumbuco, Caucaia-CE**. XII Congresso Latino - Americano de Ciências do Mar, Florianópolis, 2006.

MUEHE D. **Crítérios Morfodinâmicos para o Estabelecimento de Limites da Orla Costeira para fins de Gerenciamento**. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, p.35-41, 2001.

MUEHE, D. Erosion in the brazilian coastal zone: an overview. **Journal of Coastal Research**, Itajaí, p. 43 – 48, 2006.

MUEHE, D. **Geomorfogia Costeira: exercícios, técnicas e aplicações**. Bertrand, Rio de Janeiro,1996.

MUEHE, D.; FERNANDEZ, G.B.; SAVI, D.C. **Resposta morfodinâmica de um sistema praia – antepraia a oeste do Cabo Frio exposto às tempestades de maio de 2001**. VIII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário, Imbé, 2001.

PILKEY, O.H.; THIELER, E.R. **Erosion of United States Shoreline**. Quaternary Coasts of the United States: Marine and Lacustrines n. 48, p.7, 1992.

PINHEIRO, L. S. **Compatibilização dos Processos Morfodinâmicos e Hidrodinâmicos com o uso e ocupação da praia da Caponga - Cascavel-CE**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2000.

PINHEIRO, L. S. **Riscos e impactos ambientais no estuário do rio Malcozinhado, Cascavel- CE**. 2003. 235p. Tese de Doutorado, Universidade Federal de Pernambuco, Recife, 2003.

PINHEIRO, L.S.; MORAIS, J.O. de. **Estudo da Variação Morfológica e Sedimentológica da Faixa de Praia da Caponga, Cascavel-Ceará**. V Encontro de Pesquisadores da UECE, Fortaleza, 1999.

ROCHA, G.C. **Impactos socioambientais do processo de erosão costeira: subsídios ao planejamento e gestão na Praia da Caponga - Cascavel- CE**. Dissertação de Mestrado. Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2008.

SEMACE – **Diagnóstico sócio-ambiental, macrozoneamento costeiro e uso projetado do solo da costa leste do Estado do Ceará**. Fortaleza, 1997.

SILVA, A. M; SCHULZ, H.E; CAMARGO, P. B. **Erosão e Sedimentologia em Bacias Hidrográficas**. São Carlos, 2004.

SOUSA, P. H. G. de O. **Atuação dos Processos Costeiros e Vulnerabilidade à Erosão na Praia de Paracuru - Ceará**, Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza, 2007.

SOUZA, M. J. N. Contribuição ao Estudo das Unidades Morfo-Estruturais do Ceará. **Revista de Geologia**, Fortaleza, v. 1, 1988.

SOUZA, M. J. N. **Diagnóstico Geoambiental: Unidades Geoambientais**. Fortaleza, 2003.

SOUSA, P. H. G. de O. **Dinâmica ambiental e transformações socioespaciais da orla marítima de Paracuru – Ceará**, Fortaleza, 2007.

SUGUIO, K. **Geologia Sedimentar**. São Paulo, Edgard Blucher, 2003.

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Marinha: com termos correspondentes em inglês, francês e espanhol.** T.A. Queiroz, São Paulo p.171 1992.

SUGUIO, K. **Dicionário de Geologia Sedimentar e áreas afins.** Bertrand, Rio de Janeiro, p222, 1998.

USACE, U. S. **Engineering and design coastal litoral transport.** Army Corps of Engineers, Washington, D.C., 1992.