

**PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA AMBIENTAL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO**

UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO

CENTRO DE CIÊNCIAS HUMANAS E NATURAIS

PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM OCEANOGRAFIA AMBIENTAL

Fernanda Jurka Alves

**INFLUÊNCIA DO GRAU DE EMBAIAMENTO NO
TRASPORTE DE SEDIMENTOS DAS PRAIAS AO SUL
DO ES**

VITÓRIA
2018

FERNANDA JURKA ALVES

**INFLUÊNCIA DO GRAU DE EMBAIAMENTO NO TRANSPORTE
DE SEDIMENTOS DAS PRAIAS AO SUL DO ES**

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.

Orientadora: Prof. Dra. Jacqueline Albino

Co-orientador: Dr. Leonardo Azevedo Klumb Oliveira

VITÓRIA

2018

INFLUÊNCIA DO GRAU DE EMBAIAMENTO NO TRASPORTE DE SEDIMENTOS DAS PRAIAS AO SUL DO ES

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito parcial para obtenção do título de Mestre em Oceanografia Ambiental.

COMISSÃO EXAMINADORA

**Prof. Dra. Jacqueline Albino – Orientadora
Universidade Federal do Espírito Santo/UFES**

**Prof. Dr. Fabian Sá - Examinador interno
Universidade Federal do Espírito Santo/UFES**

Prof. Dr. – Examinador Externo Dieter Mue

AGRADECIMENTOS

Ao Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental (PPGOAM – UFES).

À Fundação de Amparo à Pesquisa do Espírito Santo (FAPES).

A Prof. Jacqueline Albino que além de orientadora foi amiga e conselheira nos momentos difíceis desta caminhada, obrigada por ser sempre mais que o necessário, por suas palavras, ombro amigo, por compreender e respeitar a individualidade de cada orientando seu.

Ao Léo que me inspira, apoia e sempre esteve disponível a me ajudar e orientar.

Aos Professores (PPGOAM – UFES) pela dedicação.

A melhor equipe de campo que eu poderia ter: Tito, Denise, Ricardão e todos os colegas que me auxiliaram nessa jornada, Branco, Xavier, Igor, Gean, Giulia, Maetê, João Vitor & cia.

Agradeço a todos os colegas de profissão e de vida que de alguma forma estiveram comigo em mais esta etapa e me apoiaram, seja com uma palavra, um abraço ou apenas estando “lá” quando ainda não havia nada... eu não poderia expressar em palavras o quão significativos estes pequenos gestos foram, mas aqui fica registrado o meu MUITO OBRIGADA!

Por fim eu agradeço aos quatro pilares da minha vida, sem os quais simplesmente não seria possível ter sonhado estar aqui... Caio, Carla, Maurício e Thúlio, é o amor incondicional de vocês que me leva aos lugares antes impossíveis de se chegar!

“Eu atravesso as coisas – e no meio da travessia não vejo! – só estava era entretido na ideia dos lugares de saída e de chegada. Assaz o senhor sabe: a gente quer passar um rio a nado, e passa; mas vai dar na outra banda é num ponto muito mais embaixo, bem diverso do em que primeiro se pensou. Viver nem não é muito perigoso?”

João Guimarães Rosa

RESUMO

A presente dissertação teve como objetivo avaliar a influência do grau de embaiamento na mobilidade e na susceptibilidade à erosão, sob diferentes eventos, em treze praias embaiadas do litoral sul do estado do Espírito Santo / BR. Para atingir o objetivo proposto, métodos distintos e complementares foram aplicados. Com levantamentos em campo, foi investigada a variabilidade dos perfis topográficos e da granulometria das areias, sob diferentes condições de incidências de ondas. Já remotamente, foram aplicados modelos em planta a séries temporais de imagens de satélites, para inferir os processos de mobilidade presentes em cada uma das praias, traçando a tendência geral do sistema praiial desse trecho de costa como um todo. A interação da morfometria sobre o transporte foi obtida avaliando o comportamento em planta das praias (rotacional ou inundacional), a partir da aplicação do modelo parabólico, em que as ondas de predominância para a região foram difratadas nos promontórios. Considerando a direção de entrada e a diferente amplitude de arrebentação das ondas incidentes nos levantamentos de campo, foram determinados o índice de endentação das praias, o tipo de circulação, e a tendência a existirem trocas de sedimentos. As variações de linha de costa, de acordo com as difrações sofridas pelos distintos espectros de ondas, permitiram inferir em quais casos a direção de abertura dos arcos à incidência das ondas era mais significativa que o grau de confinamento das mesmas. A mobilidade dos perfis topográficos indica que as praias de menores índices de embaimento apresentam alta variabilidade volumétrica sob distintos quadrantes de entradas de ondas. Porém, devido ao processo rotacional, e possivelmente oscilatório, vigente nas mesmas, essas mantêm o equilíbrio dinâmico entre os perfis emersos e submersos, tornando-as mais estáveis que as praias mais confinadas. Praias confinadas possuem menores volumes de sedimento emerso e, conseqüentemente, as menores amplitudes de variação de seu volume; contudo, seu equilíbrio estático é mais facilmente perturbado pela intensidade da incidência das ondas e passam a exportar sedimentos para fora de seus embaiamentos. Justamente por serem mais confinadas, elas tendem a ter um tempo de restabelecimento do volume exportado mais longo. De maneira geral, os resultados apontam que, para o litoral sul do ES, os embaimentos têm papel de proteção das praias, até o limite em que a incidência e amplitude de arrebentação de ondas façam com que o confinamento do embaimento favoreça a formação de correntes de retorno. Estas intensificam a mobilização e conseqüente exportação de sedimentos para fora da célula praiial, tornando assim, as praias mais confinadas, mais sensíveis e vulneráveis. Tendo em conta o aumento da frequência de eventos de alta energia (tempestades e entradas de frentes) no litoral do Espírito Santo, e que o perfil de fechamento das praias em análise estão em sua maioria fora dos embaimentos, é imperativo que a gestão costeira dessa região considere este sistema morfodinâmico praiial como integrado.

Palavras-chave: *morfometria em planta; mobilidade topográfica; alteração de clima de ondas.*

ABSTRACT

The present dissertation had the objective to analyze the influence of the embayed level on the mobility and susceptibility to erosion, under different events, in thirteen bay beaches of the south coastline of Espírito Santo state/BR. To achieve the proposed objective, distinct and complementary methods were applied. Through field surveys, it was investigated the variability of the topographic profiles and the grain size of the sands, under different conditions of the waves' incidence. Remotely, map patterns were applied to time series satellite images, to infer the mobility's processes that are present in each of the beaches, to trace, as a whole, the general tendency of the beach's system from that portion of the coastline. The morphometry's interaction about the transportation was obtained with the evaluation of the map behavior of the beaches (rotational or inundation), at first, applying the parabolic pattern, in which the predominant waves to that region were diffracted on the promontories. Considering the direction of the entry and the different amplitude of the breaking waves that occurred during the field surveys, it was possible to determine the edentation's index of the beaches, the type of circulation, and the tendency of existing changes of sediments. The variations in the coastline, according to the diffractions suffered by the distinct spectra of waves, allowed to infer in which cases the direction of the opening of the arches to the incidence of the waves was more significant than the level of containment of those same beaches. The mobility of the topographic profiles indicates that the beaches with lower indexes of embayed present a high volumetric variability under distinct quadrants of waves' entries. However, because of the rotational process, and possibly of the oscillatory one, that occurs in those beaches, they keep the dynamic balance between the surfaced and submerged profiles, and they become more stable than the more confined beaches. Confined beaches have lower volumes of surfaced sediment and, therefore, lower amplitudes of the variation of their volume; however, their static balance is easily disturbed by the intensity of the incidence of waves and they start to transport sediments outside their embayed areas. Just because they are more confined, they tend to have a longer period of time to the reestablishment of the exported volume. In general, the results show that, to the south coastline of ES, the embayed have a role to the protection of the beaches, until the limit in which the incidence and amplitude of the breaking waves make the containment of the embayed stimulates the formation of currents of return. These currents intensify the mobilization and the consequent exportation of sediments to the outside of the beach cell, making the beaches more confined, sensitive and vulnerable. Taking into account the rise of the frequency of high energy events (storms and front entries) in the coastline of Espírito Santo, and that the closing profile of the analyzed beaches are mostly outside the embayed, it is imperative that the coast management of that region considers this morphodynamical beach system as integrated.

Keywords: *map morphometry; topographical mobility; climate change of waves.*

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Coordenadas das 14 estações amostrais. Datum: UTM WGS84-24S.....	22
Tabela 2 - Parâmetros morfométricos obtidos para as 13 praias.....	25
Tabela 3 - Tipos de circulação δ estimada para as diferentes campanhas de campo.....	26

LISTA DE FIGURAS

Figura 1 - Praias embaiadas que contemplam a área de estudo entre os rios Benevente e Novo.....	14
Figura 2 - Fluxograma de ferramentas e métodos para a obtenção de análise planar das praias em estudo.....	15
Figura 3 - Interação da mobilidade sedimentar transversal (A) e longitudinal (B) ao longo de uma praia e suas resultantes. Sendo B a representação simplificada de um processo rotacional. Adaptado de KLEIN et al, 2000.....	16
Figura 4 - Sobreposição de imagens georreferenciadas para a determinação do potencial rotacional das praias.....	17
Figura 5 - A) Adaptação do índice de grau de embaiamento (I_f), onde D é o comprimento euclidiano e L o comprimento mensurado ao longo da costa. Fonte: Adaptado de Spagnolo et al (2008). B) Praia de Costa Azul e estimativa de seu comprimento (amarelo) e largura (vermelho). Fonte: GoogleEarth (2016).....	18
Figura 6 - Desenho esquemático ilustrativo do grau de embaiamento na zona de surfe, baseado em δ e Ω . Adaptado de Short e Masselink (1999).....	18
Figura 7 - A) Representação do Modelo Parabólico. (Hsu and Evans 1989; Klein et al. 2003b). B) – Ajuste parabólico da praia de Inhauma, Anchieta/ES.....	19
Figura 8 - Direção da abertura do arco praial em relação ao Norte geográfico.....	20
Figura 9 - Terminologias e limites adotados nas feições do sistema praial. Adaptação da figura de Muehe (2001) para uma praia tipicamente refletiva. Fonte: Machado (2007).....	21
Figura 10 – Processo rotacional da Praia de Pau Grande A) Set. de 2003 e B) Jun. de 2016. Fonte: Google Earth 2017.....	25

SUMÁRIO

Lista de Tabelas	07
Lista de Figuras	08
I. INTRODUÇÃO.....	10
II. OBJETIVOS.....	13
III. MATERIAIS E MÉTODOS.....	14
III.I ÁREA DE ESTUDO.....	17
III.II ANÁLISE EM PLANTA.....	18
III.II. I POTENCIAL ROTACIONAL.....	19
III.II. II ÍNDICE DE ENDENTAÇÃO.....	21
III.II. III GRAU DE EXPOSIÇÃO ÀS ONDAS.....	22
III.II. IV APLICAÇÃO DO MODELO PARABÓLICO.....	23
III.II. V DIREÇÃO DE ABERTURA DOS ARCOS PRAIAIS.....	24
III.III TOPOGRAFIA E SEDIMENTOLOGIA.....	25
III.III. I TIPOLOGIA E OS PROCESSOS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM PRAIAS EMBAIADAS	28
III.III. II GRANULOMETRIA.....	35
III.III. III PADRÕES DE ONDAS.....	40
III.III. IV AGRUPAMENTO ESTATÍSTICO DAS PRAIAS.....	41
IV RESULTADOS E DISCUSSÃO.....	45
IV. I INTERAÇÃO DA MORFOMETRIA SOBRE O TRANSPORTE.....	47
IV. II TIPOLOGIA E MORFODINÂMICA DAS PRAIAS.....	49
IV. II. I MOBILIDADE DOS PERFIS TOPOGRÁFICOS.....	51
IV. II. I GRANULOMETRIA E TENDENCIA DE TRANSPORTE.....	56
IV. II. II ANÁLISE MULTIVARIADAS DOS DADOS E INTEGRAÇÃO DE RESULTADOS.....	59
V CONCLUSÕES.....	64
VI REFERENCIAS.....	75
ANEXOS	

I. INTRODUÇÃO

O termo praias embaiadas corresponde a praias arenosas que apresentam certa curvatura, bordeadas por promontórios rochosos (SHORT and MASSELINK, 1999; KLEIN and MENEZES, 2001). Estas praias desenvolvem formas assimétricas, caracterizadas pela zona de sombra gerada pelo promontório e uma seção oposta, mais retilínea. A seção retilínea tende a ser paralela a linha de cristas das ondas que predominantemente incidem à praia, devido ao processo de refração das mesmas. (HSU and EVANS, 1989; SILVESTER and Hsu, 1993; SHORT and MASSELINK, 1999).

As morfometrias destas praias têm sido descritas utilizando-se diversas técnicas, Yasso (1965), Short (1979), Finkelstein (1982), Carter (1988), Hsu and Evans (1989), Jackson and Nordstrom (1992), Silvester and Hsu (1993), Short *et al.* (1995), Cowell *et al.* (1996), Komar (1997), Short and Masselink (1999), Short *et al.* (2000), Masselink and Pattiar Atchi (2001) já que podem apresentar comportamentos celulares, transicionais ou normais (de trocas) em relação aos processos de mobilidade dos seus sedimentos. No Brasil as primeiras publicações focadas em praias entre promontórios datam da década de setenta e seguem sendo um tema crescente de investigação, Kowsmann (1970), Muehe (1979), Farias *et al.* (1985), Bittencourt *et al.* (1987), Castilhos (1995), Menezes and Klein (1997), Klein *et al.* (1997), Temme *et al.* (1997), Menezes (1999), Benedet Filho *et al.* (2000), Miot da Silva *et al.* (2000), Klein and Menezes (2001), Klein and.; Benedet Filho (2002), Vieira da Silva, g. *et al.* (2017).

As praias embaiadas podem ser caracterizadas por modelos numéricos empíricos e equações, sendo relacionáveis ao transporte sedimentar e ao grau de estabilidade da praia. Neste contexto destaca-se o modelo *Parabolic Bay Shape* e os trabalhos de Hsu *et al.* (1987) e Hsu & Evans (1989).

A partir da aplicação deste modelo, as praias de enseada podem apresentar-se em dois estados de equilíbrio: Equilíbrio Estático e Equilíbrio Dinâmico. No primeiro estado, as ondas predominantes atingem a extensão da praia em um ângulo de 90°, o transporte longitudinal de sedimento é balanceado, com a equivalência entre os processos de erosão e deposição. Já no Equilíbrio Dinâmico o transporte longitudinal é ativo, a praia encontra-se em um estado instável, havendo variações no suprimento sedimentar da mesma. Neste tipo de equilíbrio, as forças de deriva litorânea e o suprimento sedimentar são determinantes na manutenção da extensão e posição da faixa arenosa (SILVESTER & HSU, 1993). Desta forma, praias embaidas tendem a apresentar comportamento parabólico, ainda que não sejam ajustáveis ao modelo proposto por Hsu & Evans (1989), o mesmo pode ser aplicado como ferramenta indicativa da estabilidade deste tipo de enseadas. Em síntese, estas praias possuem como característica típica uma estreita correspondência entre a forma em planta e o padrão de difração relacionado à onda predominante.

Em praias limitadas por promontórios rochosos em suas duas extremidades, o transporte longitudinal de sedimentos de forma rítmica, de uma extremidade a

outra, caracteriza um sistema rotacional. Para Klein *et al* (2005) este comportamento cíclico de transporte de sedimentos pode ser atribuído a variações sazonais de incidência de ondas, mais especificamente na direção do trem de ondas. Tal processo pode ocorrer em escala de semanas, meses ou décadas, sem, contudo, apresentar incremento ou decréscimo líquido de sedimentos no sistema. Assim, evidências de transporte podem ser obtidas através da configuração da linha de costa, observando regiões próximas a estruturas costeiras e examinado a geomorfologia litorânea (MASSELINK, 1992), o que pode ser alcançado pela análise de séries temporais de imagens de satélites, fotografias aéreas e/ ou ortofotos.

A forma em planta das praias embaçadas, isto é, a relação entre a largura e curvatura da praia pode ser diverso e é conhecido como índice de endentação (SILVESTER, 1960). A partir deste índice é possível correlacionar a formação de correntes de retorno associadas a ondas de borda e estacionárias (HOLMAN et al. 2006), acompanhada por mudanças no transporte transversal à costa, gerando trocas entre as porções subaérea (berma/face) e submersa (barras/bancos submersos) do perfil praiar (SHORT & MASSELINK 1999), além das atuações do transporte longitudinal, (SHORT et al. 2000),

O perfil transversal da praia varia com ganho (engordamento) e perda (erosão) de sedimentos, associadas às alternâncias entre tempo bom e tempestade (MUEHE, 1998). A amplitude dessas respostas depende do grau de exposição do segmento costeiro, ou seja, se é uma praia exposta, semi-exposta ou protegida. A variabilidade da tipologia das praias enseada é uma função direta do estoque de sedimentos, associada ao grau de exposição, que segundo Short & Wright (1984) atuam sobre a intensidade do transporte de sedimentos sendo que em praias expostas às trocas transversais são predominantes, desenvolvendo praias com tipologia dissipativa, enquanto em praias mais abrigadas, as trocas sedimentares são mais limitadas e tendem a apresentar-se com tipologia refletiva.

A proteção oferecida pelos costões rochosos tem influência significativa no transporte de sedimentos, no formato em planta e na morfodinâmica de praias embaçadas, podendo torna-las mais estáveis.

Uma vez que a direção de incidência, intensidade das ondas, forma dos promontórios e grau de exposição de cada praia podem alterar seu comportamento hidrodinâmico, é necessário avaliá-las de forma a determinar qual destes parâmetros morfométricos é mais significativo para sua estabilidade natural.

Ao estudar as praias do litoral do estado de São Paulo, Souza (2007) concluiu que algumas praias tendem a trocar sedimentos entre si. Porém Klein *et al.* (2005), analisando praias do tipo promontório - baía ao longo da costa centro norte do estado de Santa Catarina, observaram que a circulação sedimentar é restrita a cada praia, não havendo troca de sedimentos entre elas.

Entretanto, em praias da Califórnia, Storlazzia *et al* (2000) apontam que o domínio geológico reduz substancialmente a comunicação ou interação via transporte sedimentar entre embaiamentos adjacentes ao longo da linha de costa rochosa, atuando como armadilhas de sedimentos. Porém, eventos de alta energia de ondas, associados a tempestades locais possuem um papel importante no transporte de sedimentos ao longo de litorais rochosos, embaiados, possibilitando trocas sedimentares.

Anfuso *et al.* (2003) por sua vez, pesquisando praias no litoral da Espanha, também registraram a presença de uma variação muito irregular do estado morfodinâmico da praia ao longo da costa, deduzindo que esta variação, está ligada, principalmente, as condições de contorno locais (promontórios, os quais afetam o processo de quebra de onda) e não às correntes longitudinais regionais predominantes.

O litoral sul do Espírito Santo apresenta-se nas últimas décadas como sendo bastante variável, com processos erosivos intensificados por ocasião das passagens das frentes frias que ameaçam as dunas frontais ocupadas pelo processo de urbanização, como é o caso das praias de Marataízes (ALBINO *et al*, 2006) e o recuos de falésias sob a Rodovia do Sol, (ALBINO *et al*, 2001).

O trecho em estudo é condicionado pela predominância de embasamentos cristalinos que afloram junto à linha de costa, o que favorece a formação de embaiamentos e ainda apresenta baixo aporte sedimentar fluvial. Este trabalho busca contribuir para o conhecimento morfodinâmico/sedimentar de praias embaiadas do Brasil. A área, contemplará treze praias embaiadas do litoral sul do Espírito Santo, em que são verificados diferentes graus de exposição às ondas e morfometrias. Serão descritos os processos de transporte atuantes na tipologia e mobilidade destas praias, por meio da associação de diferentes metodologias.

A hipótese do presente trabalho é que os promontórios rochosos exerçam controle geológico sobre a tipologia das praias, mas que seja possível haver trocas transversais entre células praias, o que afetaria diretamente a estabilidade das mesma e conseqüente segurança de ocupação da orla.

II. OBJETIVOS GERAL E ESPECÍFICOS

II.I OBJETIVO GERAL

Determinar a influência do grau de embaimento no transporte de sedimentos das praias do sul do estado do Espírito Santo;

II.II OBJETIVOS ESPECÍFICOS

- Determinar a mobilidade das praias.
- Avaliar a vulnerabilidade das praias sob eventos extremos.

III. MATERIAIS E MÉTODOS

III.I ÁREA DE ESTUDO

A área de estudo (*Figura 01*) é composta por treze praias embaiadas, entre os rios Benevente e Novo, sendo doze delas localizadas no município de Anchieta (Quitiba, Coqueiros, Balanço, Marvila, Juca Mata, Sapê, Tombo, Inhauma, Santa Helena, Namorados, Costa Azul, Areia Preta) e uma no município de Piúma (Pau Grande) no estado do Espírito Santo.

Estes municípios enquadram-se no litoral central do estado do Espírito Santo, no setor 4 proposto por Martin *et al.* (1996), que se estende da baía de Vitória até a foz do rio Itapemirim.

Este setor caracteriza-se pelos afloramentos de rochas cristalinas pré-cambrianas em contato com os depósitos quaternários intercalados pelos afloramentos da Formação Barreiras precedidos de praia, sendo as áreas ocupadas pelo depósito Quaternário extremamente mutável, o que favorece a formação de praias confinadas.

Devido ao intenso recorte desta faixa da costa, as praias podem apresentar comportamento progradante ou retrogradante de acordo com o grau de exposição das mesmas em relação às ondas incidentes, da ocupação humana inadequada e se há armadilhas para reter os sedimentos (Albino, 2006).

As praias foram compartimentadas e avaliadas tanto em planta através de dados remotos quanto em relação a sua topografia e sedimentologia com dados obtidos em campo.

ÁREA DE ESTUDO

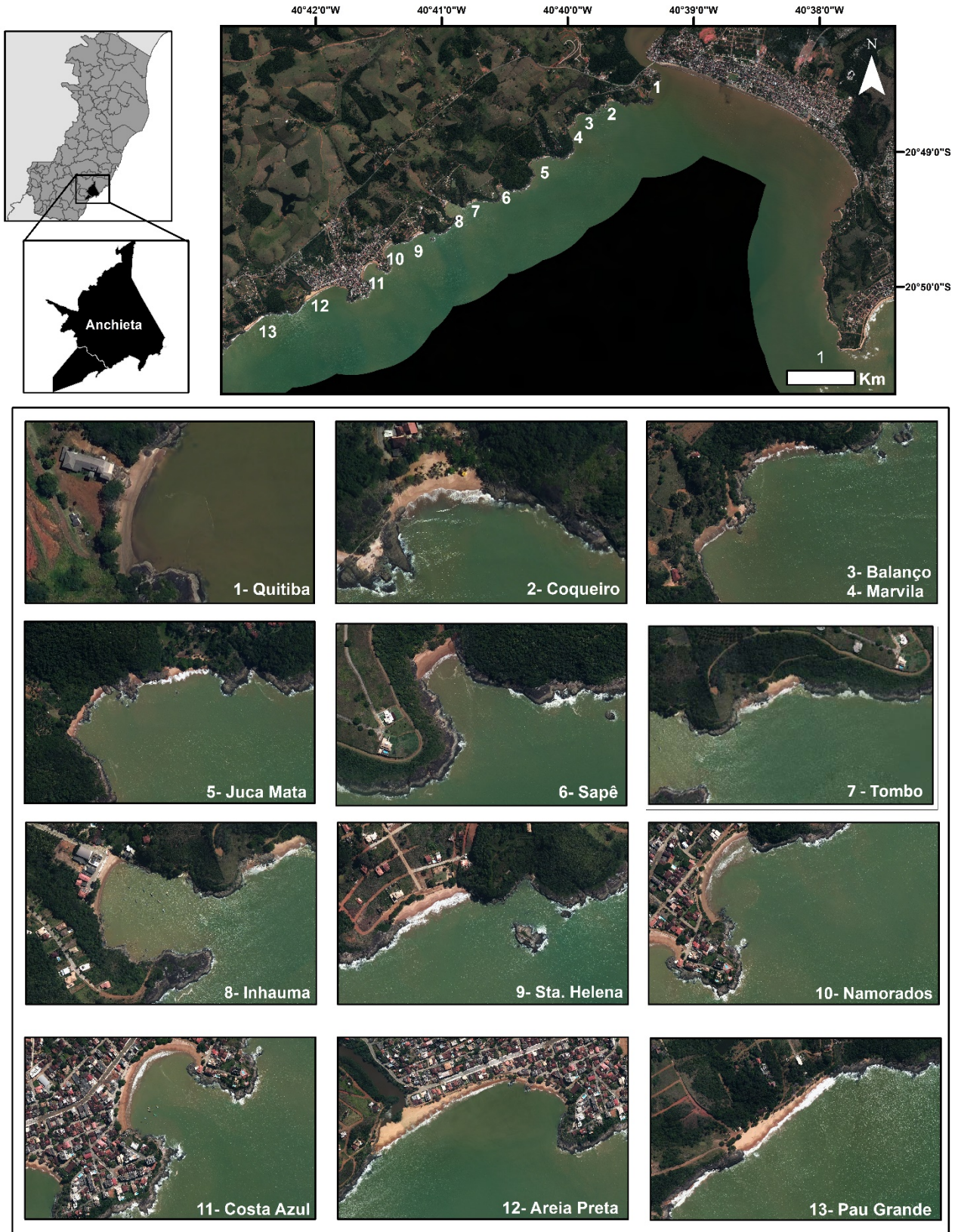


Figura 01 - Praias embaixadas que contemplam a área de estudo entre os rios Benevente e Novo.

III.II ANÁLISE EM PLANTA

Uma vez que Praias embaidas podem apresentar processos rotacionais e transversais diversos, dependendo da extensão de seus arcos e grau de exposição às ondas, faz-se necessário validar técnicas que possibilitem comprovar e traçar as possíveis trocas entre as unidades celulares e sob quais condições elas podem ocorrer.

A área foi subdividida em células praias e analisada quanto ao seu grau de exposição às ondas, potenciais processos oscilatórios, rotacionais e longitudinais, conforme a *Figura 02*:

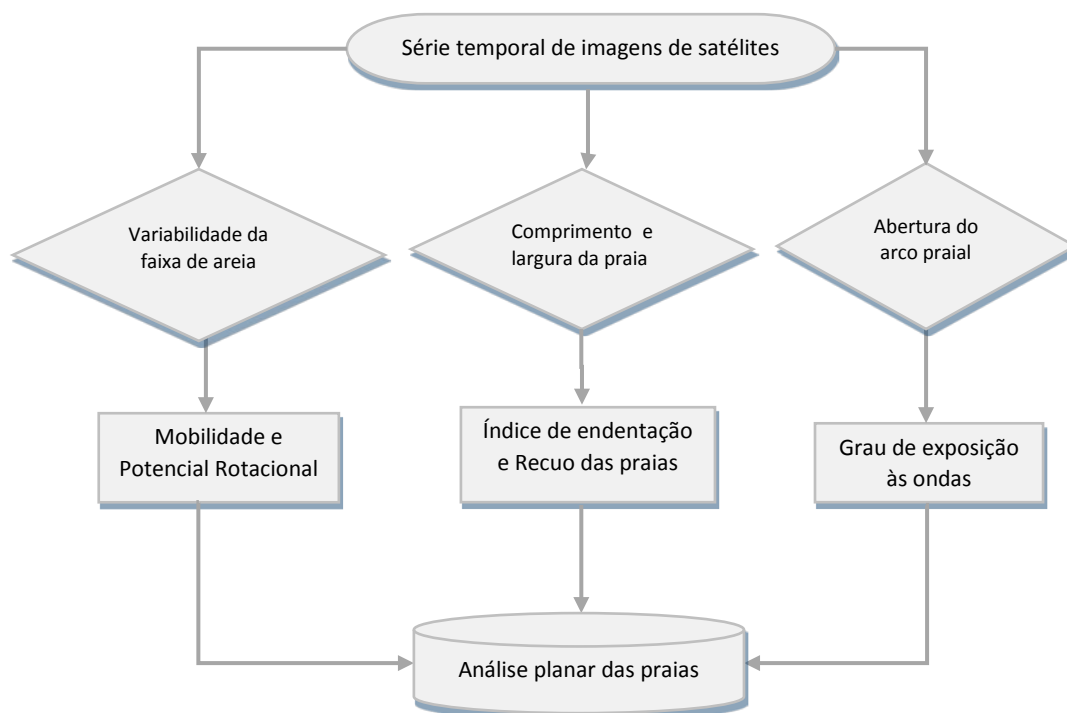


Figura 02 - Fluxograma de ferramentas e métodos para a obtenção de análise planar das praias em estudo.

III.II. I POTENCIAL ROTACIONAL

Short e Masselink (1999) descrevem o processo rotacional como a mudança de direção predominante do transporte dos sedimentos entre as extremidades de uma praia (*Figura 03*).

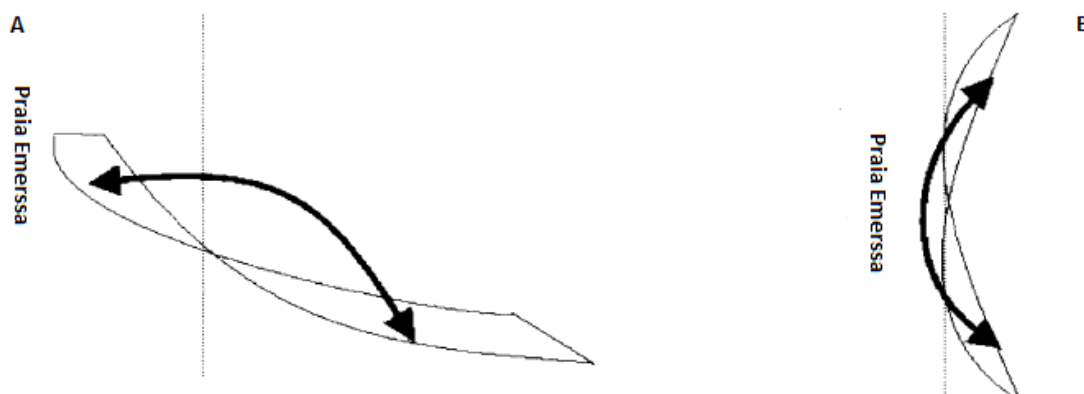


Figura 03 - Interação da mobilidade sedimentar transversal (A) e longitudinal (B) ao longo de uma praia e suas resultantes. Sendo B a representação simplificada de um processo rotacional. Adaptado de KLEIN et al, 2000.

Essa mudança é atribuída a mudanças periódicas ou de longo prazo do clima de ondas, especialmente da mudança de direção de entrada de ondas.

Este processo pode ser de curto ou longo prazo, gerando variações consideráveis no formato da linha de costa sem necessariamente representar ganho ou perda de sedimentos no sistema praial.

Séries históricas de imagens do Google Earth foram georreferenciadas para um mesmo sistema de coordenadas das imagens aéreas da região, fornecidas pelo Instituto Estadual de Meio Ambiente (IEMA), sendo posteriormente comparadas para avaliar a variabilidade da linha de costa identificando assim as praias com tendência a rotacionarem.

Para cada arco praial é especificado o conjunto de fotografias e imagens de satélites utilizados.

Para cada imagem histórica foi calculado o Root Mean Square (RMS) Error é um parâmetro importante e frequentemente usado em SIG. O RMSE é usado como um indicador da precisão da análise espacial e / ou sensoriamento remoto.

O erro é a diferença entre onde o ponto de origem terminou em oposição à localização real que foi especificada - a posição de ponto. O erro total é calculado tomando a soma média quadrática (RMS) de todos os resíduos para calcular o erro RMS. Esse valor descreve como a transformação é consistente entre os diferentes pontos de controle.

O RMSE é derivados pela quadratura das diferenças entre os valores reais e calculados, adicionando esses resíduos juntos, dividindo-o pelo número total de valores e tomando a raiz quadrada do resultado e calculado pelo software ArcGis

e foram consideradas neste trabalho imagens com erros menores que 1 (um), sendo consideradas 106 imagens entre os anos de 2005 e 2017 georreferenciadas, sobrepostas uma a uma e sua variabilidade da faixa de areia comparada aos regime de ondas predominante e marés nas datas dos registros do satélite, conforme a *Figura 4*.

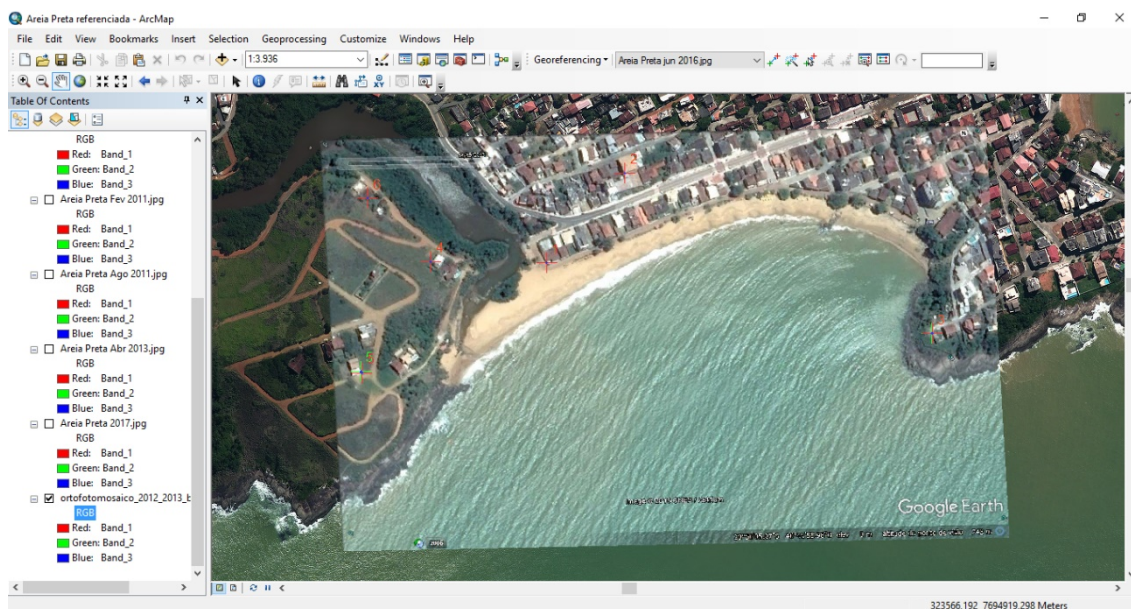


Figura 4 - Sobreposição de imagens georreferenciadas para a determinação do potencial rotacional das praias.

III.II.II ÍNDICE DE ENDENTAÇÃO

Para determinar o índice de endentação das unidades praias que compõe a área de estudos, bem como o recorte em macro escala do qual fazem parte, será aplicado o *indentation index* proposto por Spagnolo *et al* (2008) o que é expresso pela razão entre o comprimento real do embaçamento entre os promontórios e a sua largura (*Figura 05*). Este parâmetro é aplicado para caracterizar e comparar os seguimentos de praia por considerar a análise do índice de recuo na mesma costa.

São adotados como limites para estimativa do comprimento (L), as extremidades dos promontórios que delimitam as praias externamente e a sua largura os pontos extremos (D), ligados por uma reta.



Figura 5 – A) Adaptação do índice de grau de embaixamento (I_f), onde D é o comprimento euclidiano e L o comprimento mensurado ao longo da costa. Fonte: Adaptado de Spagnolo et al (2008). B) Praia de Costa Azul e estimativa de seu comprimento (amarelo) e largura (vermelho). Fonte: GoogleEarth (2016).

III.II.III GRAU DE EXPOSIÇÃO ÀS ONDAS

A ferramenta de SIG também permite a obtenção do grau de exposição às ondas, associando o índice de embaixamento a altura média de quebra da onda incidente nas praias, determinando assim o tipo de circulação que ocorre em cada célula praial, pelo parâmetro δ descrito por Short e Masselink (1999), e definida pela relação representativa da Figura 06:

$$\delta = \frac{S^2}{100 * C * H_b}$$

Sendo: $\delta \geq 19$ Circulação de praia normal
 $8 \leq \delta \leq 19$ Circulação transicional
 $\delta \leq 8$ Praia de circulação celular

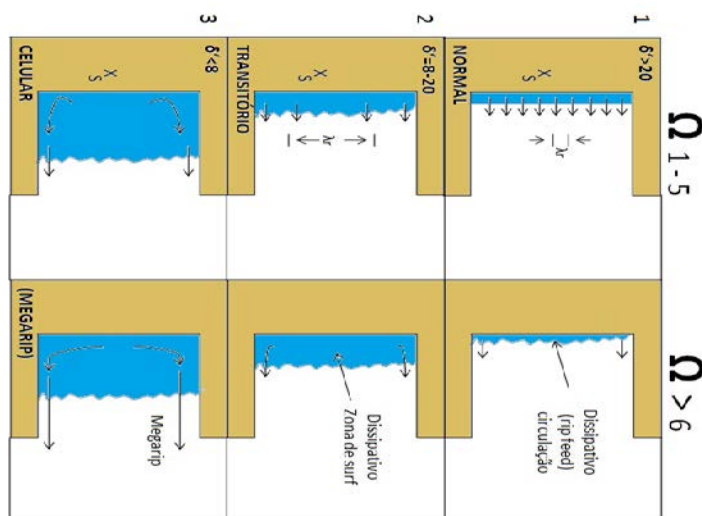


Figura 6 - Desenho esquemático ilustrativo do grau de embaixamento na zona de surfe, baseado em δ e Ω . Adaptado de Short e Masselink (1999).

A caracterização em planta das praias para a tendência em formar correntes de retorno, promovendo trocas entre as células também contribui para a validação dos processos rotacionais identificados (ou não) por meio de variação temporal da faixa de areia de cada praia através de series temporais de imagens.

III.II.IV APLICAÇÃO DO MODELO PARABÓLICO

Para ajudar a compor a importância da morfometria dos arcos praias e para determinar a mobilidade e vulnerabilidade à erosão, atualmente muitas são as metodologias ligadas a estudos de análise da estabilidade sedimentar da costa, dentre as diversas abordagens existentes, para este trabalho será empregado o método que Hsu & Evans (1989) desenvolveram, baseado na equação parabólica de praias de enseada.

Para a determinação da linha de costa proposta de acordo com as equações do modelo parabólico utilizou-se o software livre MEPPE (Modelo de Equilíbrio em Planta para Praias de Enseada) desenvolvido na Universidade Vale do Itajaí, SC Brasil.

A praia arenosa de enseada pode estar em equilíbrio estático, dinâmico ou instável; em perfil, como o proposto por Dean (1977) entre outros, quanto em planta como avaliado por Hsu e Evans (1989).

O equilíbrio dinâmico ocorre quando há o balanço entre entrada e saída de sedimento no estoque da praia; o equilíbrio estático por sua vez, ocorre quando praticamente não há trocas de sedimentos no interior da célula e entre células, com deriva longitudinal e transversal, próximas de zero. Já a praia instável ocorre quando há um aumento ou diminuição no estoque de sedimento da praia e consequentemente erosão ou progradação da linha de costa.

Em praias cujas extremidades são delimitadas por promontórios, o transporte longitudinal de uma extremidade a outra, caracteriza um sistema rotacional.

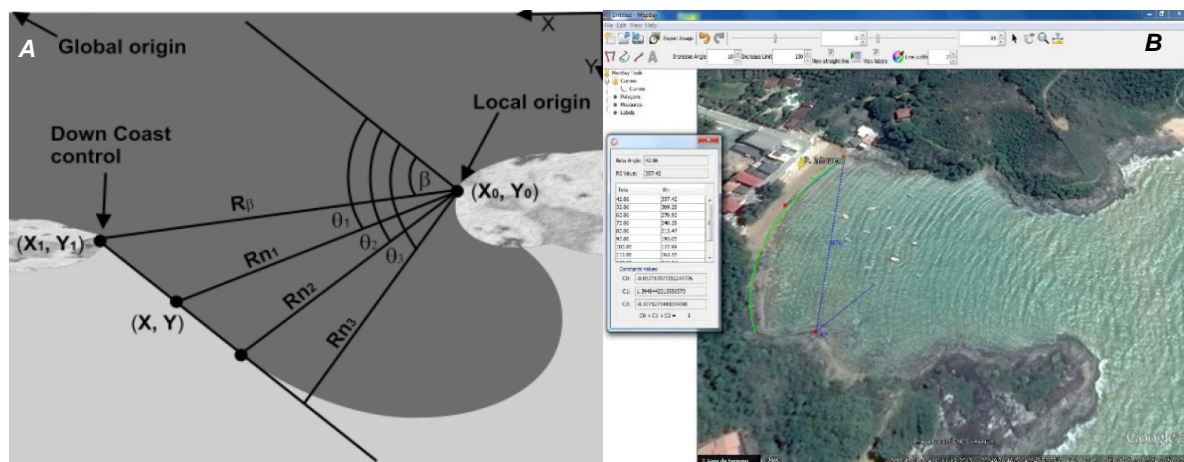


Figura 7 – A) Representação do Modelo Parabólico. (Hsu and Evans 1989; Kleinet al.2003b). B) – Ajuste parabólico da praia de Inhauma, Anchieta/ES.

O modelo parabólico é segundo Hsu *et al.* (2008) a única equação que leva em consideração a direção das cristas de onda, o ponto de difração e a verificação da estabilidade para as praias de enseada. Por considerar o ponto de refração da onda como centro do sistema de coordenadas a equação pode ser realocada contribuindo para vários projetos de engenharia e estudos de erosão costeira e de estabilidade da linha de costa (*Figura 7*).

O ajuste parabólico foi aplicado neste trabalho com o intuito de encontrar qual o quadrante de entrada de ondas favorável à manutenção da faixa arenosa das praias, associando-o assim à granulometria predominante quando neste regime específico de ondas para posteriormente traçar as modificações deste padrão, indicativas de transporte e remobilização sedimentar.

III.II.V DIREÇÃO DE ABERTURA DOS ARCOS PRAIAIS

A determinação da direção de abertura dos arcos de praia em relação ao norte geográfico (*Figura 8*) permite avaliar a vulnerabilidade de cada célula à entrada de ondas de diferentes quadrantes e estimar contribuição deste fator às demais variáveis do sistema. Para medir e plotar os ângulos foi empregadas ferramentas de do Software ArcGis associado à imagens de satélite, concluindo assim a análise planar das praias.

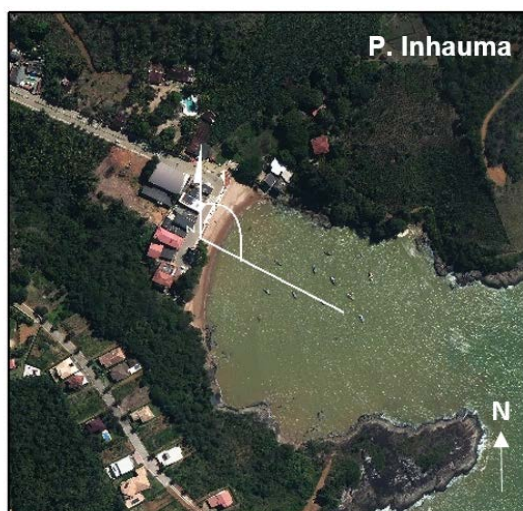


Figura 8 – Direção da abertura do arco praial em relação ao Norte geográfico.

III.III TOPOGRAFIA E SEDIMENTOLOGIA

III.III.I TIPOLOGIA E OS PROCESSOS DE TRANSPORTE DE SEDIMENTOS EM PRAIAS EMBAIADAS

Várias nomenclaturas podem ser utilizadas para determinar as regiões que compõem uma praia, este estudo adota a subdivisão proposta por Muehe (2001) (*Figura 09*). O sistema praial se divide em pós-praia e antepraia, sendo a primeira composta pela berma e face praial, e a segunda composta pelas antepraias superior, média e inferior. Para este autor as praias são depósitos de sedimentos acumulados por ação das ondas que, por apresentar mobilidade, se ajustam às condições de ondas e maré. A pós-praia é a porção sub-horizontal (terraço), formada por sedimentação de areia por ação de ondas de tempestade (Suguio 1992).

A presença de dunas, cordões e falésias, anteriores a pós – praia, apesar de não fazerem parte da praia propriamente dita, estas feições sofrerem influências da ação das ondas e constituírem armadilhas de sedimentos do sistema praial.

A face da praia situa-se na faixa de transição entre a pós-praia e a antepraia. A antepraia compreende o prisma sedimentar submarino de transição entre a plataforma continental interna e a praia, e é caracterizada por um contínuo incremento do gradiente topográfico em direção ao litoral (Muehe 2006) Segundo Muehe et al. (2001), a antepraia pode ser dividida em três partes (no sentido terra-mar): a superior, que compreende a zona de surfe, limitada externamente no ponto de arrebenção da onda; a média, que envolve o trecho até a profundidade de fechamento; e a inferior, que compreende, em média, o dobro do comprimento da antepraia média (*Figura 9*).

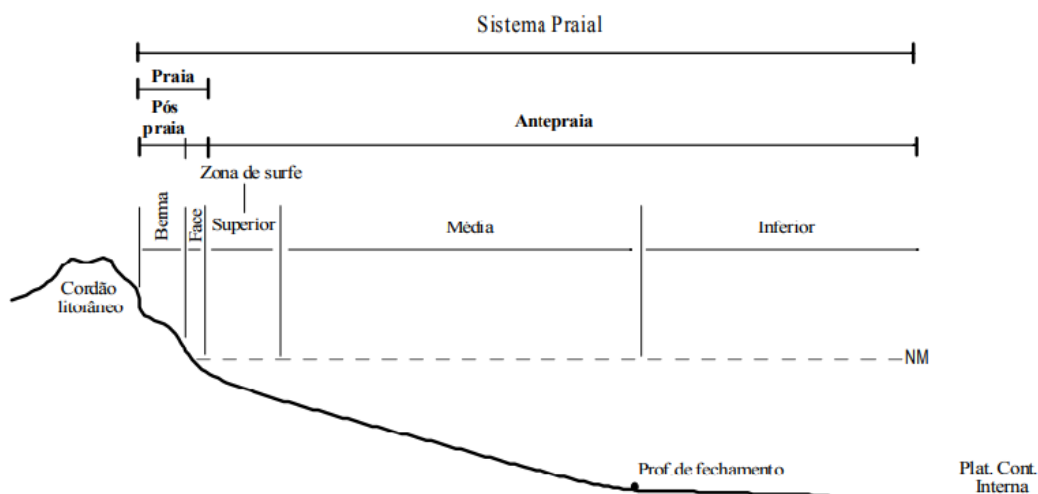


Figura 9 - Terminologias e limites adotados nas feições do sistema praial. Adaptação da figura de Muehe (2001) para uma praia tipicamente refletiva. Fonte: Machado (2007).

As variações dos perfis de praia, bem como os aspectos hidrodinâmicos e sedimentares relacionado aos mesmos foram modelados pela escola australiana na década de 70 e assumem que as praias arenosas são o produto da interação das ondas com o fundo ao aproximarem-se da linha de costa.

Para determinar a tipologia e os processos de transporte que ocorrem nas praias, destaca-se a revisão realizada por Short e Wright (1984) que integram as formas de deposição e os processos que influenciam a hidrodinâmica destes ambientes. Este modelo identifica seis estados hidrodinâmicos, compreendendo dois extremos e quatro intermediários.

Para determinação da tipologia das praias, os perfis foram comparados visualmente com o modelo e aplicação do parâmetro de Ω Dean (1973):

$$\Omega = \frac{Hb}{ws * T}$$

No qual Hb é a altura da onda na arrebentação, ws é a velocidade de decantação do grão na face da praia e T é o período do trem de ondas.

Foram definidas 14 estações amostrais de nivelamento dos perfis topográficos (TABELA 01), ao longo de cinco campanhas de campo sob condições de incidência de ondas diferentes.

TABELA 01 - Coordenadas das 14 estações amostrais. Datum: UTM WGS84-24S

Estação	Coordenadas UTM	Azimute
P. Quitiba	327677 / 7698069	97°
P. Coqueiros	327125 / 7697978	143°
P. Balanço	326732 / 7697791	173°
P.Marvila	326581 / 7697620	132°
P.Juca Mata	-*	120°
P.Sapê	325612 / 7696797	142°
P.Tombo	325260 / 7696585	132°
P.Inhauma	384867 / 7696506	117°
P. Snt. Helena	324461 / 7696127	133°
P.Namorados	324004 / 7695831	110°
P. Costa Azul	323805 / 7695712	120°
P. Areia Preta P1	323083 / 7695302	181°
P. Areia Preta P2	323321 / 7695394	139°
P. Pau Grande P1	322168 / 7694828	115°
P.Pau Grande P2	322304 / 7694912	115°

Os perfis foram obtidos por meio de nível ótico CST/Berger de precisão, mira graduada e trena, foram medidas as cotas altimétricas com precisão decimal de

perfis transversais à praia, a partir de um ponto fixo georreferenciado, rumo ao mar, até a profundidade média da quebra das ondas, seguindo a metodologia de perfilagem subaérea (MUEHE, 1996).

*A Praia Juca Mata tem seu acesso restrito a um condomínio particular, o que impossibilitou o levantamento de seu perfil topográfico.

Para o cálculo da variação de volume dos perfis ao longo dos diferentes levantamentos de campo foi empregado o softer Matlab R2016b.

Os dados oceanográficos de altura de onda e período de arrebentação foram estimados a partir da praia, para validar os modelos e ferramentas aplicadas à descrição das praias embaçadas:

- Altura da onda (H_b) medida com utilização de mira topográfica posicionada próxima ao ponto de refluxo das ondas, com o observador realizando a leitura da régua no alinhamento da crista da onda incidente à linha do horizonte.
- O período de arrebentação das ondas em cada uma das praias foi calculado considerando a média de três repetições do tempo de uma sequência de onze arrebentações dividido por dez.

III.III.II GRANULOMETRIA

Foram feitas coletas de sedimentos superficiais da berma, face e submerso durante o levantamento do perfil das praias, o que representa a fase de deposição correspondente às condições meteorológicas vigentes na hora da coleta, também constitui uma importante ferramenta da validação do transporte nestas praias.

O processamento das amostras de sedimentos foi realizado no Laboratório de Sedimentologia do Departamento de Ecologia e Oceanografia (DOC) da Universidade Federal do Espírito Santo (UFES).

Peneiramento a seco: todas as amostras obtidas em campo foram submetidas aos processos de lavagem para a retirada do sal, secagem, quarteamento e 50 g destas amostras foram peneiradas a seco;

O tratamento dos parâmetros estatísticos e granulométricos foram calculados com o auxílio da planilha Gradstat, desenvolvido por Blott & Pye (2001).

Adotando o método descrito por Folk & Ward (1957), em que os tamanhos dos grãos são expressos em Phi (ϕ) para a classificação dos dados feito pelo Gradstat. Baseando no tamanho das partículas, a classificação das amostras, expressa pelo valor da média ou mediana, foi empregada a classificação proposta por Wentworth (1922).

Análise do teor de carbonatos: 20g de cada amostra submetida à solução de ácido clorídrico 30% para o consumo de seus componentes carbonáticos, segundo metodologia descrita por Muehe (1996).

III.III.III PADRÕES DE ONDAS

Os cenários de ondas vigentes durante os levantamentos de campo foram obtidos pela simulação do modelo WAVEWATCH III™ © 2009 National Weather Service (NWS), disponíveis no site SURFGURU-PRO.

III.III.IV AGRUPAMENTO ESTATÍSTICO DAS PRAIAS

Para o agrupamento estatístico das praias, foi aplicada a análise Multivariada DISTLM que é uma rotina que permite analisar e modelar a relação descrita por uma matriz de semelhança entre uma ou mais variáveis de previsão. A sua grande vantagem e razão de ter sido aplicada neste trabalho é que a mesma, permite a construção de modelos estatísticos considerando estruturas de correlação entre medidas tomadas na mesma ou em distintas unidades amostrais, apontando qual fator ou fatores são mais significativos ou que gera maior similaridade entre as variáveis comparadas.

A rotina permite que variáveis preditoras sejam ajustadas individualmente ou juntas em conjuntos especificados. Valores de P para testar a hipótese nula de nenhuma relação (seja para variáveis aloílicas ou condicionadas a outras variáveis) são obtidas por meio de permutação métodos. O DISTLM não apenas fornece medidas e testes quantitativos da variação explicada por uma ou mais variáveis preditoras, a nova rotina em PERMANOVA + tem um conjunto de novas ferramentas para construir modelos e gerar hipóteses. Modelos parcimoniosos podem ser construídos usando uma escolha de critérios e procedimentos de seleção de modelos Dist.LM McArdle & Anderson (2001). Para as análises foi empregado o softer Prime 6+.

IV RESULTADOS E DISCUSSÃO

IV.1 INTERAÇÃO DA MORFOMETRIA SOBRE O TRANSPORTE

Por meio das séries temporais de imageamento de satélite, combinadas ao modelo parabólico em que as ondas de predominância para a região foram difratadas nos promontórios, de acordo com seu ângulo de entrada para cada praia, foi observado que todas elas podem sofrer eventos inundacionais porém apenas as praias mais ao sul da área de estudos (Inhauma, Namorados, Costa Azul, Areia Preta e Pau Grande) apresentam comportamento rotacional.



Figura 10 – Processo rotacional da Praia de Pau Grande A) Set. de 2003 e B) Jun. de 2016.
Fonte: Google Earth2017.

Nestes casos, como observado na praia de Inhauma, os resultados apontam que o índice de endentação não está inversamente relacionado com o potencial de rotacionar das praias embaçadas, sendo mais determinante a direção de entrada da onda no embaimento e como se dará o processo de difração das mesmas ao longo dos promontórios. Comportamento este, distinto do encontrado por Klein et al 2002 no litoral de Santa Catarina em que perfis localizados entre os pontos de maior recuo da costa, tiveram menor mobilidade nas praias por eles monitoradas.

As praias de maiores índices de endentação medidos foram Inhauma, Sapê, Costa Azul e Namorados.

Tabela 2. Parâmetros morfométricos obtidos para as 13 praias.

Praia	C(m)	L(m)	IF	Exposição ao Swell
Quitiba	155	108	1,44	E
Coqueiros	174	109	1,60	SE-S
Balanço	269	187	1,44	SE-S
Marvila	254	177	1,44	E-SE
Juca Mata	162	135	1,20	E-SE
Sapê*	382	141	2,71	SE
Tombo	112	79,6	1,41	SE-S
Inhauma*	671	106	6,33	E-SE
Santa Helena	211	174	1,21	SE-S
Namorados*	590	347	1,70	E-SE
Costa Azul*	767	230	3,33	SE
Areia Preta	842	592	1,42	SE-S
Pau grande	380	366	1,04	SE-S

Os tipos de circulação das praias foram calculados levando em consideração as características de onda medidas em cada campo, sendo possível avaliar como a direção de entrada e as diferentes amplitude de arrebentação influenciavam ou não nas características de circulação nos embaimentos.

Tabela 3. Tipos de circulação δ estimada para as diferentes campanhas de campo.

Praias	Tipo de circulação δ				
	C1	C2	C3	C4	C5
Quitiba	-	Transicional	Normal	Celular	Celular
Coqueiros	-	Celular	Celular	Celular	Celular
Balanço	-	Transicional	Celular	Celular	Celular
Marvila	-	Transicional	Normal	Celular	Celular
Juca Mata	-	-	-	-	-
Sapê	-	Normal	Normal	Transicional	Normal
Tombo	-	Celular	Celular	Celular	Celular
Inhauma	Normal	Normal	Normal	Normal	Normal
Santa Helena	Celular	Celular	Celular	Celular	Celular
Namorados	Transicional	Normal	Normal	Normal	Transicional
Costa Azul	Normal	Normal	Normal	Normal	Transicional
Areia Preta	Transicional	Transicional	Transicional	Celular	Celular
Pau Grande	Celular	Celular	Celular	Celular	Celular

As praias mais recuadas, foram as que apresentaram maiores tendências a fazerem trocas, com circulação normal e por vezes transicional, isso se deve às correntes de retorno que se estabelecem nessas praias, ressuspendem os sedimentos e as torna mais instáveis que nas praias menos abrigadas.

Nas praias com menores índices de endentação os processos rotacionais e oscilatórios mantém os seus sedimentos em equilíbrio dinâmico entre as extremidades dos embaimentos, como pode ser observado nas praias de Coqueiros, Tombo, Marvila, Santa Helena, Areia Preta e Pau Grande.

Já para a praia de Quitiba não é possível estabelecer um comportamento predominante de circulação pois se encontra na adjacência da desembocadura do rio Novo e este, por vezes atua como um molhe hidráulico, junto a esta praia, o que vai contribuir para a variabilidade de tipos de circulação encontrados.

Aplicando o modelo parabólico para simular as variações de linha de costa de acordo com as difrações sofridas pelos diferentes espectros de ondas presentes durante os levantamentos de campo, foi possível inferir em quais casos a direção de abertura dos arcos à incidência das ondas era mais significativa que o grau de confinamento das praias.

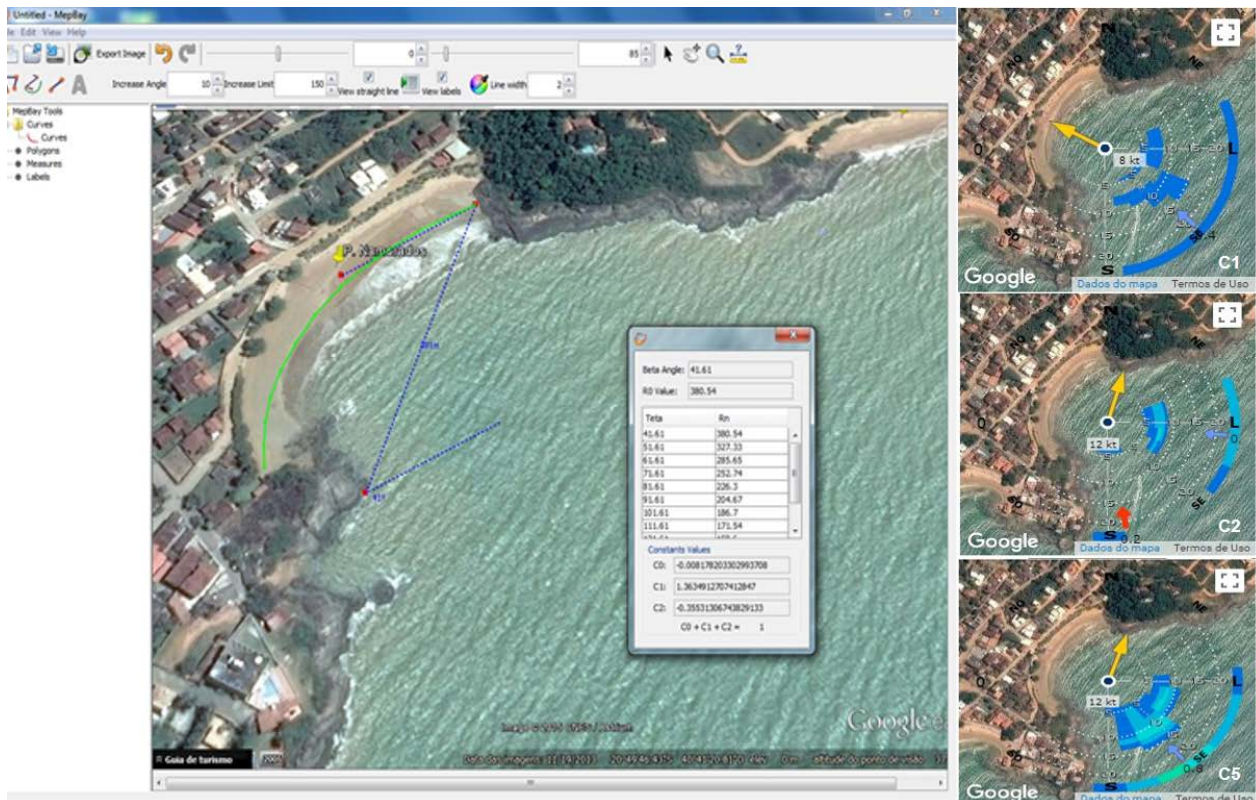


Figura 11 – Modelo parabólico aplicado a Praia de Namorados A) Espectro de ondas para os C2 28/10/2017, C1 04/08/2016 e C5 19/07/2017. Fonte: www.surf guru.com.br.

Tabela 4 – Direções principais de ondas incidentes durante os levantamentos de campo. Fonte: Wavewatch III disponível em www.surf guru.com.br.

Campo	Data	Estação	Ondulação
C1	04/08/2016	Inverno	SSE
C2	28/10/2016 29/10/2016	Primavera	NE
C3	15/02/2017	Verão	ESE
C4	18/04/2017	Outono	S
C5	19/07/2017	Inverno	SE

Assim, foi possível identificar qual quadrante principal de entrada de ondas teria maior potencial de modificar a linha de costa, resultado este, agrupado na Tabela 5. Ao aplicar o modelo parabólico, era de se esperar que as praias mais confinadas apresentassem comportamento celular, conforme descrito por Storlazzia *et al* (2000).

Tabela 5 – Interações progadante (+) ou retrogradante (-) entre a onda incidente predominante após ser difratada pelos embaimentos e a linha de costa.

Campo				
C1	C2	C3	C4	C5
Inhauma -	Quitiba -	Tombo+	Sapê +	Coqueiros-
	Namorados +	Snt. Helena +	Inhauma +	Balanço -
	C. Azul +	Co. Azul -	Namorados -	Marvila-
	Ar. Preta +	Quitiba+	Ar. Preta -	Sapê -
	P. Grande +	Marvila+	P. Grande -	Snt. Helena -
		Coqueiros +	Balanço +	Tombo -

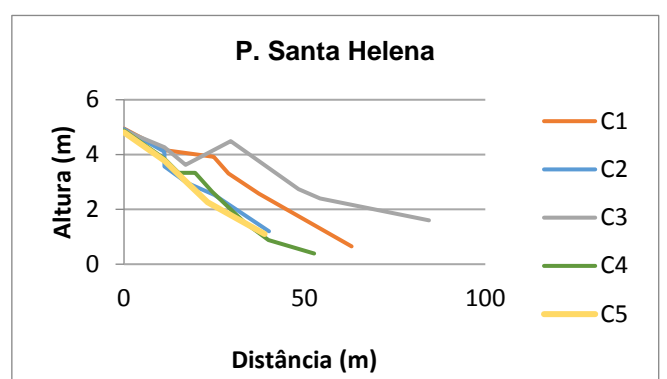
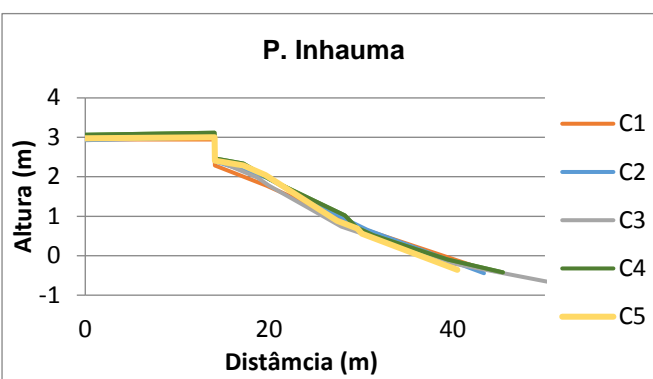
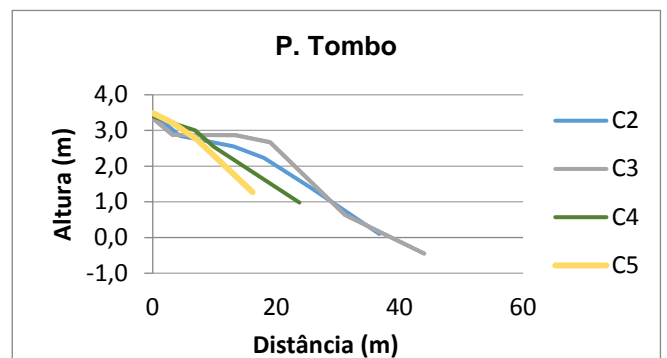
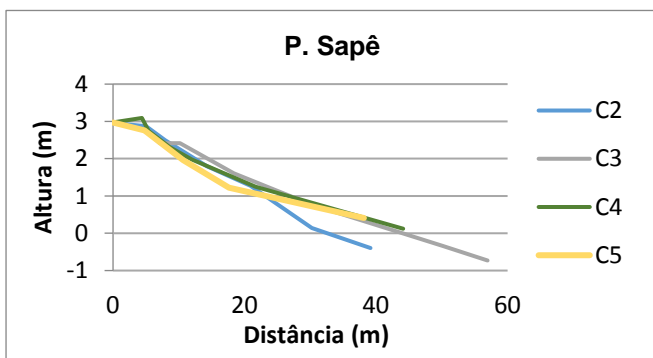
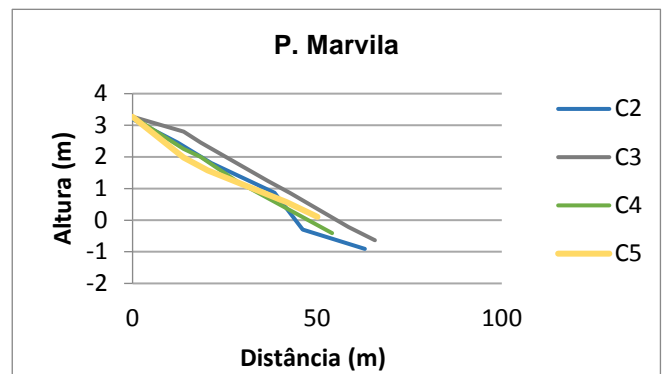
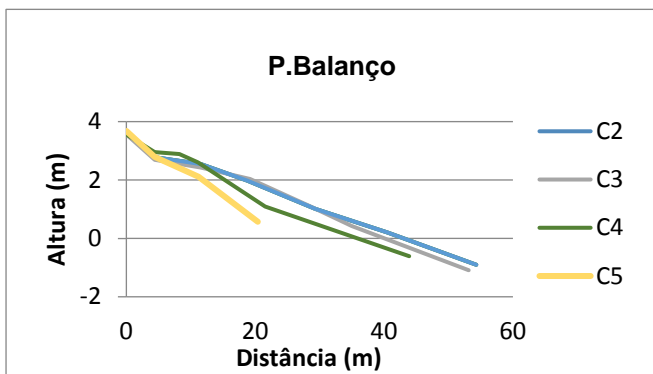
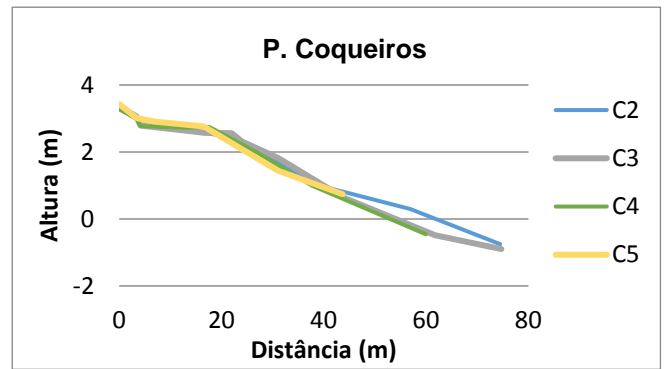
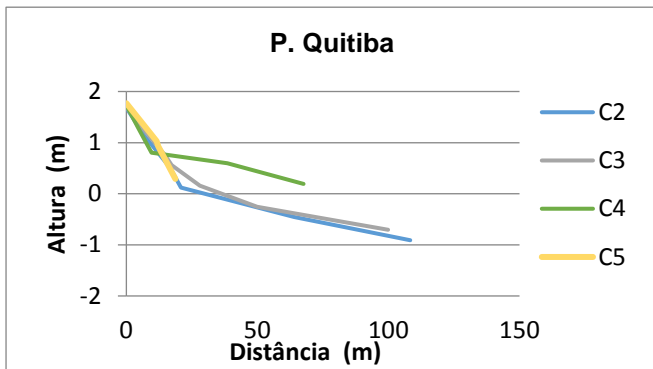
As praias de Coqueiros, Balanço, Marvila , Sapê, Santa Helena e Tombo são diretamente expostas às ondulações de SE (Anexo I), recebendo as ondas praticamente em 90°, o que tende a retrogradar a linha de costa, o que pôde ser observado na aplicação do modelo parabólico e confirmado com as modificações topográficas dos seus perfis de praia.

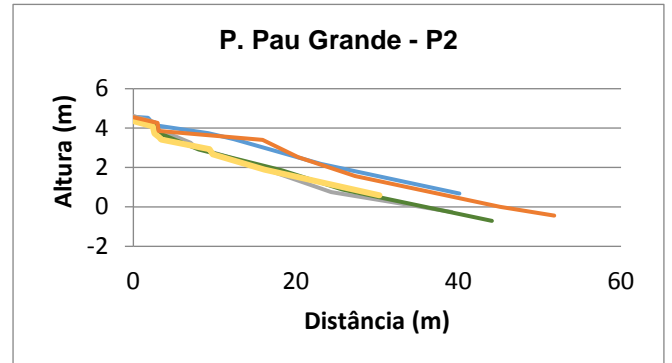
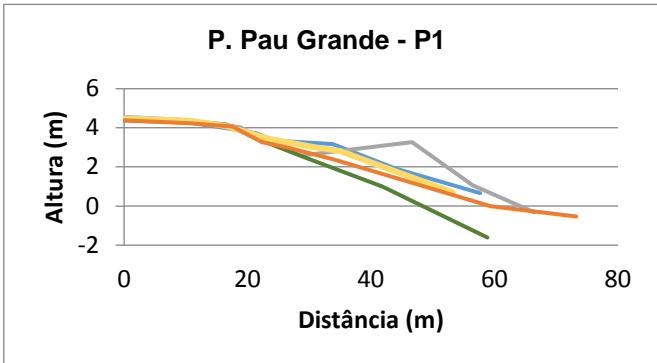
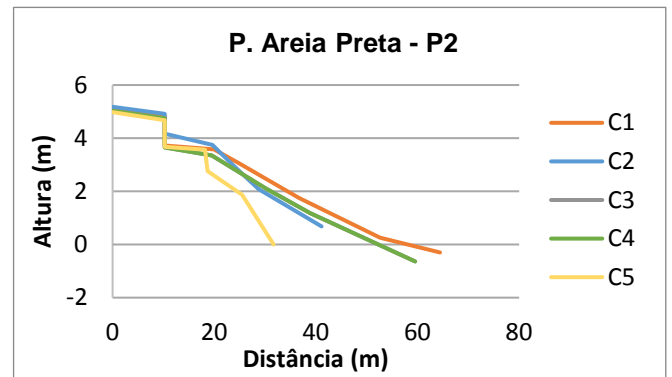
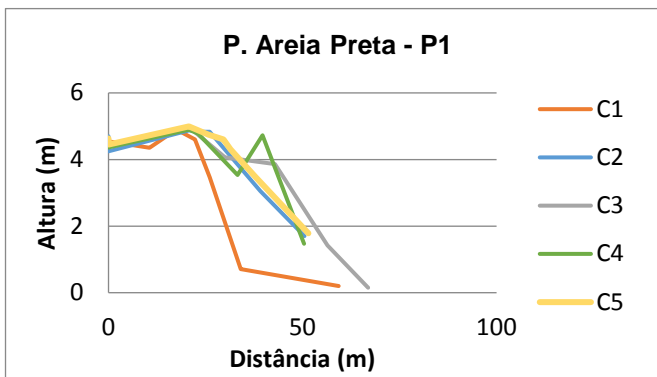
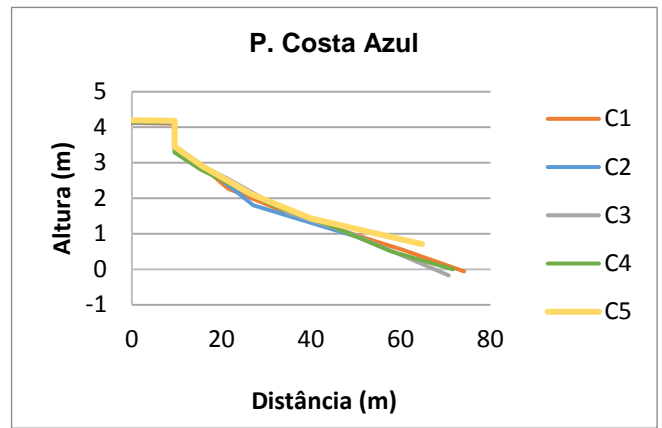
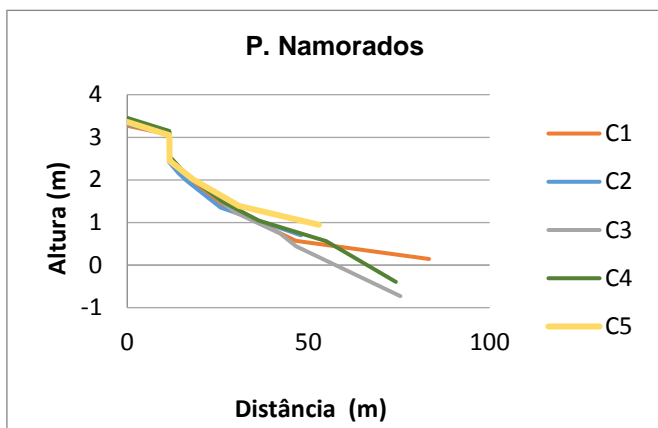
Nos casos em que as ondas incidiam em 90° sobre a praia, a forma de bolso não as resguarda de retrogradações, como aponta a praia de Sapê, que embora apresente um índice de embaimento maior que as demais, apresentou perda de faixa de areia.

Isso também pôde ser observado no Campo 3 em que a ondulação predominante era de ESE e ao propagar esta direção de entrada na praia de Inhauma, sua interação com os promontórios gera uma incidência de 90° na praia, o que é responsável pela retrogradação da faixa de areia, tanto apontada no modelo quanto medida posteriormente no levantamento topográfico.

Assim, a direção de abertura das praias contribui de forma significativa para a proteção das mesmas e esta variável pode se sobrepôr em termos de manutenção da da faixa de areia ao próprio grau de embaimento. Tendo em conta que essas praias embaidas possuem forte tendencia a gerarem correntes de retorno que exportam sedimentos da porção emersa paraa submersa do sistema praial, tendendo a torna-las mais instáveis.

IV.II TIPOLOGIA E MORFODINÂMICA DAS PRAIAS



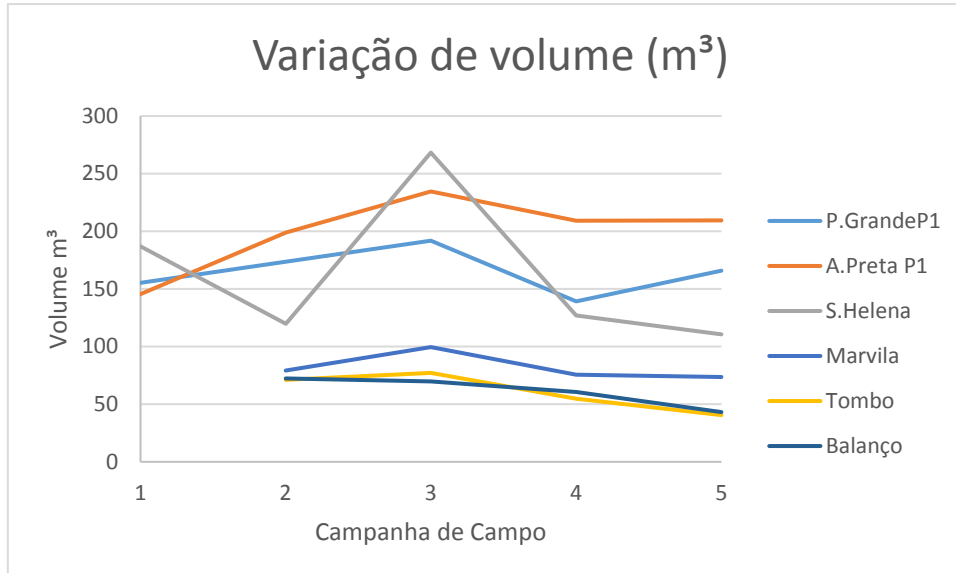


IV.II.I MOBILIDADE DOS PERFIS TOPOGRÁFICOS

A análise dos dados de variação de volumes dos perfis mostraram que as praias ao sul da área de estudo possuem maiores volumes de sedimento emerso. As praias de Santa Helena, Areia Preta e Pau Grande são as que apresentaram maiores volumes sedimentares. Estas praias têm baixos índices de embaimento, o que explica a alta variabilidade nos valores de volume da praia de Santa Helena sob diferentes quadrantes de entradas de ondas.

Esta variabilidade embora presente, não é tão expresiva nas duas ultimas, mesmo que estas sejam menos abrigadas que a primeira, isso se deve aos processos rotacionais e oscilatórios atuantes.

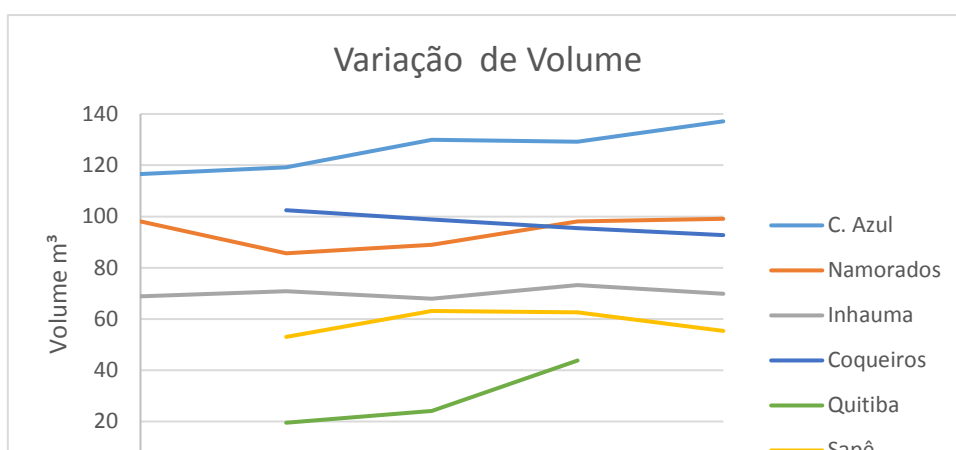
A tendência rotacional observada na análise planar se reflete no levantamento topográfico e é este processo costeiro que tende a manter o equilíbrio dinâmico entre seu volume emerso (norte - sul) e submerso, tornando-as assim mais estáveis.



As proximidade entre as praias do Balanço, Marvila e o fato desta ultima possuir o mesmo ângulo de abertura de seu embaimento (132°) que a praia do Tombo, faz com que a deposição sedimentar nestas prais seja favorável às ondas de ESE.

As praias com maiores graus relativos de embaimentos, Inhauma, Costa Azul, Sapê e Namorados apresentaram baixas variações de seu volume emerso total, o que indica o papel de proteção dos seus promontórios. A praia de Coqueiros também se mostrou estável, isso se deve a tendência desta praia a ter circulação celular embora seja menos embaiada.

Exceções foram observadas na praia de Quitiba, onde o volume subaéreo da praia é maior na amostragem do Campo 4, embora a sua faixa de areia emersa seja mais estreita , isso provavélmente se dá pela interação entre as ondas difratadas do quadrante S e o molhe hidraulico exercido pelo rio Novo que favorece a deposição sedimentar nesta praia sob estas condições de onda. Esta mesma praia encontrava-se totalmente inundada durante o levantamento feito no Campo 5, assim não apresenta volume emerso considerado para esta campanha.



A inclinação dos perfis, na maioria das praias, indica que quanto menores as inclinações, maiores os volumes emersos, as excessões foram observadas nas praias de Inhauma, Namorados e Pau Grande, isso se deve provavelmente ao fato destas praias terem ângulos de abertura em relação ao N muito próximos 110° , 117° e 115° respectivamente.

Tabela 6 – Variação de Largura, inclinação e volume emerso das praias ao longo das campanhas de campo .

Praias	Largura emersa da Praia (m)					Inclinação do Perfil (°)					Volume dos Perfis (m³)				
	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5	C1	C2	C3	C4	C5
Quitiba	-	20,81	17,34	9,6	0*	-	1,37°	1,37°	1,30°	4,52°	-	19,54	24,15	43,81	*
Coqueiros	-	53,49	39,76	33,5	13,1	-	3,09°	3,26°	3,62°	3,52°	-	102,45	98,82	95,42	92,74
Balanço	-	36,11	30,61	17,12	16	-	4,77°	5,00°	5,42°	8,66°	-	72,35	69,63	60,52	43,15
Marvila	-	33,91	28,89	14,44	*	-	3,73°	3,40°	3,90°	3,61°	-	79,28	99,54	75,69	73,59
Juca Mata	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Sapê	-	25,22	25,18	17,26	12,85*	-	4,9°	3,72°	4,00°	3,84°	-	53,02	63,14	62,61	55,40
Tombo	-	36,71	31,16	23,76	16,18	-	5,28°	4,93°	5,81°	7,8°	-	71,24	77,16	54,68	40,55
Inhauma	16,46	16,56	10,2	14,12	13,28	4,34°	4,64°	4,24°	4,51°	4,78°	68,84	70,83	67,92	73,24*	69,82
Santa Helena	38,17	33,23	43,03	28,84	27,74	3,9°	5,31°	3,4°	4,89°	5,44°	187,04	119,88	268,29	126,96	110,60
Namorados	34,82	14,2	34,92	24,63	19,16	2,15°	3,11°	3,14°	2,97°	2,61°	98,03	85,64	88,93	98,13	99,11
Costa Azul	50,86	17,6	37,9	33,59	30,4	3,38°	3,62°	3,54°	3,33°	3,08°	116,56	19,16	129,89	129,22	137,13
Areia Preta P1	39,12	29,73	35,69	29,66	30,77	5,24°	4,81°	4,75°	7,22°	4,37°	145,49	198,98	234,57	209,20	209,34
Areia Preta P2	42,39	30,85	20,9	28,59	21,41	4,83°	6,24°	6,57°	5,44°	8,93°	148,06	132,49	108,90	133,74	101,40
Pau Grande P1	48,71	40,88	45,9	31,24	42,63	3,84°	3,68°	5,40°	5,91°	4,06°	155,41	173,72	191,85	139,21	165,72
Pau Grande P2	41,98	37,52	21,26	22,91	27,68	5,50°	5,54°	7,08°	6,79°	7,09°	101,34	103,50	65,90	68,87	65,87

*Praia de Quitiba encontrava-se inundada

IV.II.I GRANULOMETRIA E TENDENCIA DE TRANSPORTE

A granulometria de um sedimento é, em geral, caracterizada por meio dos parâmetros estatísticos de Folk e Ward (1957): diâmetro médio, desvio padrão, assimetria e curtose.

Esses parâmetros texturais dão pistas sobre os processos sedimentares atuantes, as fontes de sedimentos, as variações de energia do meio, e o tipo de agente de transporte (Folk e Ward, 1957; Tanner, 1995).

O diâmetro médio reflete a média geral do tamanho dos sedimentos, que é afetada pela fonte de suprimento do material, pelos processos de deposição e pela velocidade das correntes. Possui correlação direta com a morfodinâmica da praia. Assim, grãos finos tendem a repousar em equilíbrio em perfis planos e de baixa inclinação, enquanto grãos maiores estão associados a perfis mais declivosos e irregulares (Komar, 1976).

O desvio padrão representa o grau de seleção do sedimento, que em geral aumenta em função do sentido de transporte, devido ao decréscimo da granulometria e da energia para jusante da corrente. A seleção pode se processar pela ação de três tipos de mecanismos diferentes: seleção progressiva (durante o transporte); seleção local (durante a deposição); ou ambas ao mesmo tempo. Nos sedimentos praias o grau de seleção é, em geral bom, porém será relativamente maior em ambientes de alta energia de ondas, do que em praias abrigadas, onde o retrabalhamento dos sedimentos é menor. Em geral, as areias mais finas tendem a ser mais bem selecionadas do que as mais grossas.

A assimetria ou grau de assimetria de um sedimento é indicado pelo afastamento do diâmetro médio da mediana, ou seja, a posição da cauda da curva de distribuição de frequência modal. Se a assimetria for positiva a distribuição da moda do sedimento se achará desviada para o lado das partículas mais finas (maiores valores de ϕ). Ao contrário, se a assimetria for negativa, a dispersão será para as partículas mais grossas (menores ϕ). Os sedimentos praias comumente apresentam curvas com tendências negativas de assimetria devido à baixa percentagem de materiais grossos (Kukul, 1971). Friedman (1961) encontrou assimetrias negativas para a maior parte das praias da costa leste dos Estados Unidos. Da mesma forma, Martins (1965) também identificou assimetrias negativas predominando nas praias do Rio Grande do Sul (praias dissipativas de alta energia e intermediárias com tendências dissipativas).

A curtose retrata o grau de agudez das curvas de distribuição de frequência modal, ou seja, das dispersões (espalhamento) da moda na parte central das curvas de distribuição. Distribuições muito platicúrticas indicam sedimentos bimodais, com duas modas iguais e amplamente separadas. Distribuições leptocúrticas indicam curvas agudas, e sedimento unimodal. De acordo com Tanner (1995), que estudou inúmeras praias ao redor do mundo, a curtose é sensível à energia das ondas, sendo inversamente proporcional à mesma. Desta forma, valores platicúrticos (curtose baixa) indicam alta energia e valores leptocúrticos (alta curtose) indicam baixa

energia. Souza (1997) testou a curtose como indicador de variação relativa de energia de ondas ao longo das principais praias de cada setor morfodinâmico do litoral paulista e obteve uma correlação positiva de 88%.

O ângulo de incidência das ondas na praia determinará o tipo de circulação costeira. A componente paralela à praia, denominada corrente de deriva litorânea ou longitudinal, é a mais importante dentre as correntes costeiras. Ela é o principal agente de movimentação, retrabalhamento e distribuição dos sedimentos ao longo da costa.

IV.II.II ANÁLISE MULTIVARIADAS DOS DADOS E INTEGRAÇÃO DE RESULTADOS

V CONCLUSÕES

VI REFERENCIAS

- ALBINO, Jaqueline; GIRARDI, Gisele; NASCIMENTO, Kleverson Alencastre do. Espírito Santo. **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: MMA, p. 227-264, 2006.
- BLOTT, S. J.; PYE, K. Gradistat: a grain size distribution and statistics package for the analysis of unconsolidated sediments. **Earth Surface Processes and Landforms**, v, 26, 1237-1248 p. 2001.
- CAHTEH, RW.G., 1988 . Coastal Environments: **An In troduction to the Physical Ecological and Cultura l Systems of Coastlines**. London : Academic 617p.
- COWEL, P .; ZEN(;, T .; HENNECKE, W., and TIOM, R , 1996. **Regional Predictions of Climate Change Impacts** . Proceedings of the Australian Coastal Management Conferenc e (Gene lg), pp185-193.
- DA FONTOURA KLEIN, Antonio Henrique; DE MENEZES, Joao Thadeu. Beach morphodynamics and profile sequence for a headland bay coast. **Journal of Coastal Research**, p. 812-835, 2001.
- DEAN, R. G et al. Heuristic models of sand transport in the surf zone. In: **First Australian Conference on Coastal Engineering, 1973: Engineering Dynamics of the Coastal Zone**. Institution of Engineers, Australia, 1973. p. 215
- FINKELSTEIN, K., 1982. Morphological variations and sediment transport in crenulate-bay beaches , Kodiak Isl a nd , Alaska . **Marine Geology**, 47 261-281
- FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos river bar: a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 27, 3-26 p. 1957.
- GOOGLE. Google Earth. Version 7.1.5.1557. 2016. Nota (Espírito Santo/ Brasil). Disponível em: < <https://www.google.com.br/earth/download/ge/agree.html>>. Acesso em:10 de agosto de 2016.
- HSU, J.R.C.; EVANS, C. **Parabolic bay shapes and applications**. Proceedings, Institution of Civil Engineers, v. 87, n. 2, p. 557–570. 1989.
- HSU, Tai-Wen et al. A parabolic equation for wave propagation over porous structures. **Coastal Engineering**, v. 55, n. 12, p. 1148-1158, 2008.
- JACKSON, N.L. and NOHIITHON, K. F., 1992. Site-specific controls on Wind and wave processes and beach mobility on estuarine beaches. **Journ al of Coastal Research** ,8 88-98.

KLEIN, A.H. da F. et al. **Beach sediment distribution for a headland bay coast.** *Journal of Coastal Research*, SI(42), 285-293. West Palm Beach (Florida). ISSN 0749-0208. 2005.

MACHADO, Albino Paiva. Geomorfologia, tipologia, vulnerabilidade erosiva e ocupação urbana das praias do litoral do Espírito Santo, Brasil. **Geografares**, n. 2, 2001.

MASSELINK, C; . and PATTIARATCHI, C. B., 200 1. Seasonal changes in beach morphology a long the shelte red coast of Perth ,western Australia . **Marine Geology**. 172,243-263.

MUEHE, Dieter. "Geomorfologia costeira." *Geomorfologia: uma atualização de bases e conceitos* 4 (1996): 253-308.

MUEHE, D. O Litoral Brasileiro e sua compartimentação. In: GUERRA, A. J. T. E CUNHA, S. B. da (orgs). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Editora Bertrand do Brasil, p. 273-349; 1998.

NIEDORODA, A. W., and D. J. P. swift. "Shoreface processes." *Handbook of coastal and ocean engineering* 2 (1991): 736-769.

SHORT, A.D., MASSELINK, G. Embayed and structurally controlled beaches. In: Short, A.D. (Ed.), **Handbook of Beach and Shoreface Morphodynamics**. John Wiley & Sons, Chichester, pp. 230–249, 1999.

SPAGNOLO, M.; LLOPIS, I.A.; PAPPALARDO, M., and FEDERICI, P.R., 2008. A new approach for the study of the coast indentation index. **Journal of Coastal Research**, 24(6), 1459–1468. West Palm Beach (Florida), ISSN 0749-0208.

WENTWORTH, C. K. A escale of grade and class terms for clastic sediments. **Journal of Geology**, v. 30, 1922.

WRIGHT, L. D.; SHORT, Andrew D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis. **Marine geology**, v. 56, n. 1-4, p. 93-118, 1984.

VIEIRA DA SILVA, G. et al. A comparison between natural and artificial headland sand bypassing in Santa Catarina and the Gold Coast. **Australasian Coasts & Ports 2017: Working with Nature**, p. 1111, 2017

YASSO, Warren E. Plan geometry of headland-bay beaches. **The Journal of geology**, v. 73, n. 5, p. 702-714, 1965.

Martin, L., Suguio, K., Flexor, J.M., Archanjo, J.D. 1996. Coastal Quaternary formations of the Southern part of the State of Espírito Santo (Brazil). *An. Acad. bras. Cien.* 68 (3), 389-404.

McArdle BH & Anderson MJ. 2001. Fitting multivariate models to community data: a comment on distancebased redundancy analysis. *Ecology* 82: 290-297.

ANEXOS