

UNIVERSIDADE FEDERAL DO PARANÁ

ROGÉRIO LADISLAU ANGELOZI

**MIGRAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO RIO OLHO D'ÁGUA,
PONTAL DO PARANÁ, PARANÁ, BRASIL**

PONTAL DO PARANÁ

2009

ROGÉRIO LADISLAU ANGELOZI

**MIGRAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO RIO OLHO D'ÁGUA,
PONTAL DO PARANÁ, PARANÁ, BRASIL**

Monografia apresentada como requisito parcial à conclusão do Curso de Oceanografia com Habilitação em Gestão Costeira, Setor de Ciências da Terra, Centro de Estudos do Mar, Universidade Federal do Paraná.

Orientador: Prof. Dr. Marcelo Renato Lamour

PONTAL DO PARANÁ

2009

RESUMO

Os balneários do município de Pontal do Paraná - Paraná, estão localizados na planície de Praia de Leste, possuindo cotas baixas com cerca de 3 a 5 m e cordões litorâneos que criam áreas onde há dificuldade de drenagem. O Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) construiu canais para drenagem da região, sendo que alguns deles foram ligados a rios, como no caso do Rio Olho D'Água. A desembocadura do Rio Olho D'Água sofreu alterações antrópicas e sua migração causou erosão e colocou em risco estruturas de pescadores. Este trabalho tem como objetivo determinar as principais alterações geradas pela ação dos processos costeiros sobre a desembocadura do Rio Olho D'Água e monitorar a migração da desembocadura do mesmo. Foram realizadas 6 coletas entre outubro de 2007 e agosto de 2008 onde se realizou: 2 perfis praias (Grajaú e Carmery), obtenção de sedimento, estimativa da vazão do Rio e monitoramento da migração com GPS. Os resultados mostram erosão nos perfis Grajaú e Carmery, 931,09 m³ e 209,02 m³ respectivamente. As características granulométricas são semelhantes e sofreram pequenas variações durante o monitoramento. A seção transversal do Rio variou apresentando relação com a vazão, enquanto a desembocadura apresentou tendência migratória no sentido norte.

Palavras-chave: Praia arenosa, Erosão costeira, Migração desembocadura, Rio Olho D'Água, Análises granulométricas, Pontal do Paraná.

LISTA DE FIGURAS

FIGURA 1 – CANAL ABERTO ENTRE RESIDÊNCIA E MURO DO CONDOMÍNIO EM LOCAL PROJETADO PARA SER RUA.....	2
FIGURA 2 – EROSÃO A NORTE DA DESEMBOCADURA COLOCANDO EM RISCO ESTRUTURAS DE PESCADORES.....	2
FIGURA 3 – PARQUE NATURAL MUNICIPAL DA RESTINGA NA REGIAO DA ÁREA DE ESTUDO. ALTERADO DE KOEHLER (2006).....	3
FIGURA 4 – TERMINOLOGIA DE AMBIENTES E SUBAMBIENTES LITORÂNEOS (ANGULO, 1996)	8
FIGURA 5 – A, B E C. ESQUEMA MOSTRANDO O MECANISMO DE MIGRAÇÃO INTERMITENTE DA DESEMBOCADURA FLUVIAL NO SENTIDO DE SOTAMAR. ESTA MIGRAÇÃO RESULTA DA INTERAÇÃO ENTRE A DERIVA LITORÂNEA E FLUTUAÇÕES NA DESCARGA FLUVIAL. D. MAPA GEOLÓGICO DAS VIZINHANÇAS DA DESEMBOCADURA DO RIO PARAÍBA DO SUL. O MAPA MOSTRA CLARAMENTE O PADRÃO ESCALONADO COM TRUNCAMENTOS EROSIVOS PARA OS CORDÕES LITORÂNEOS SITUADOS A BARLAMAR DA DESEMBOCADURA FLUVIAL (DOMINGUEZ 1990). Modificado de MARTIN <i>et al.</i> (1985).	11
FIGURA 6 – ÁREA DE ESTUDO	13
FIGURA 7 – CENTROS DE AÇÃO QUE CONTROLAM AS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DO SUDESTE E SUL DO BRASIL. FONTE: BIGARELLA, J.J 1978.	15
FIGURA 8 – DESENHO AMOSTRAL DOS PERFIS TOPOGRÁFICO	21
FIGURA 9 – EDIFÍCIO DUNAS.....	22
FIGURA 10 – RÉ	22
FIGURA 11 – POSTES 1 E 2.....	22
FIGURA 12 – ALINHAMENTO DOS POSTES	22
FIGURA 13 – RÉ	23
FIGURA 14 – LOCAL DE APOIO DA MIRA, ATRÁS DE PEQUENO DEGRAU	23
FIGURA 15 – POSTES 1 E 2.....	23
FIGURA 16 – ALINHAMENTO DOS POSTES	23
FIGURA 17 – FOTO RETIRADA DO PONTO AONDE FOI REALIZADA A COLETA DOS DADOS DE VAZÃO DO RIO.....	25
FIGURA 18 – DA ESQUERDA PARA DIREITA: BALNEARIOS CARMERY, OLHO D'ÁGUA, MARISSOL E GRAJAÚ	26
FIGURA 19 – TOPOGRAFIA PRAIAL NO MÊS DE DEZEMBRO DE 2007, TODOS OS NÚMEROS ESTÃO NA UNIDADE DE METRO	31

FIGURA 20 – TOPOGRAFIA PRAIAL NO MÊS DE FEVEREIRO DE 2008, TODOS OS NÚMEROS ESTÃO NA UNIDADE DE METRO	31
FIGURA 21 – PERFIS PRAIAIS COM TRANSECTOS A, B E C DO BALNEÁRIO GRAJAÚ.....	32
FIGURA 22 – PERFIS PRAIAIS COM TRANSECTOS A, B E C DO BALNEÁRIO GRAJAÚ.....	33
FIGURA 23 – PERFIS PRAIAIS COM TRANSECTOS A, B E C DO BALNEÁRIO CARMERY	35
FIGURA 24 – PERFIS PRAIAIS COM TRANSECTOS A, B E C DO BALNEÁRIO CARMERY	36
FIGURA 25 – TOPOGRAFIA PRAIAL NO MÊS DE ABRIL DE 2008, TODOS OS NÚMEROS ESTÃO NA UNIDADE DE METRO.....	37
FIGURA 26 – TOPOGRAFIA PRAIAL NO MÊS DE JULHO DE 2008, TODOS OS NÚMEROS ESTÃO NA UNIDADE DE METRO.....	37
FIGURA 27 – VARIAÇÕES VOLUMÉTRICAS DOS BALNEÁRIOS GRAJAÚ E CARMERY ENTRE OS MESES DE OUTUBRO DE 2007 E AGOSTO DE 2008	37
FIGURA 28 – COMPARAÇÃO DO GRAU DE SELEÇÃO DOS SEDIMENTOS ENTRE O PERFIL GRAJAÚ E CARMERY.....	40
FIGURA 29 – VALOR MÁXIMO DO GRAU DE SELEÇÃO 0,5287 (MODERADAMENTE SELECIONADA) - AMOSTRA DO PERFIL GRAJAÚ COLETADA NO MÊS DE OUTUBRO/07 NO TRANSECTO A E REGIÃO DA LINHA D'ÁGUA.....	40
FIGURA 30 – VALOR MÍNIMO DO GRAU DE SELEÇÃO 0,234 (MUITO BEM SELECIONADA) - AMOSTRA DO PERFIL GRAJAÚ COLETADA NO MÊS DE ABRIL/07 NO TRANSECTO A E REGIÃO DO MEIO DA PRAIA	40
FIGURA 31 – MAPA DA MIGRAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO RIO OLHO D'ÁGUA ENTRE OUTUBRO DE 2007 E AGOSTO DE 2008.....	43

LISTA DE TABELAS

TABELA 1 – BALANÇO VOLUMÉTRICO DE SEDIMENTOS ERODIDOS (-) OU DEPOSITADOS (+), EM METROS CÚBICOS (M ³), ENTRE OS MESES DE OUTUBRO DE 2007 E AGOSTO DE 2008 NO BALNEÁRIO GRAJAÚ	31
TABELA 2 – BALANÇO VOLUMÉTRICO DE SEDIMENTOS ERODIDOS (-) OU DEPOSITADOS (+), EM METROS CÚBICOS (M ³), ENTRE OS MESES DE OUTUBRO DE 2007 E AGOSTO DE 2008 NO BALNEÁRIO CARMERY	34
TABELA 3 – DIÂMETRO MÉDIO DOS GRÃOS DOS PERFIS GRAJAÚ E CARMERY	39
TABELA 4 – PARÂMETROS DA DESEMBOCADURA DO CANAL	42
TABELA 5 – COMPRIMENTO DO LEITO MÓVEL MONITORADO A PARTIR DE PONTO FIXO E MIGRAÇÃO DO CANAL – OS VALORES NEGATIVOS REPRESENTAM MIGRAÇÃO PARA SUL	43
TABELA 6 – AVISOS DE RESSACAS EMITIDOS PELA MARINHA DO BRASIL PARA AREA CHARLIE. MODIFICADO DE PEIXOTO 2008	44

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
2. OBJETIVOS	4
2.1 Objetivo geral:	4
2.2 Objetivos específicos	4
3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA	5
3.1 Morfodinâmica costeira	5
3.2 Terminologia adota em ambientes costeiros	7
3.3 Desembocaduras e deltas dominados por ondas	9
4. ÁREA DE ESTUDO	12
4.1 Localização	12
4.2 Geologia	13
4.3 Clima	14
4.4 Características oceanográficas	16
4.5 Hidrografia	17
4.6 Variações do nível relativo do mar (eustasia)	18
5. MATERIAIS E MÉTODOS	20
5.1 Procedimentos de campo	20
5.1.1 Topografia de praia	20
5.1.2 Amostragem de sedimento	23
5.1.3 Amostragem da vazão do Rio	24
5.1.4 Monitoramento da desembocadura	25
5.1.5 Determinação da linha de vegetação	26

5.2 Procedimentos em laboratório	26
5.2.1 Variação morfológica e volumétrica	26
5.2.2 Análise de sedimento	27
5.2.3 Quantificação da Vazão	28
5.2.4 Processamento dos dados obtidos pelo GPS	28
5.2.5 Dados meteorológicos.....	29
6. RESULTADOS	30
6.1 Variações morfológicas e volumétricas.....	30
6.1.1 Perfil Grajaú	30
6.1.2 Perfil Carmery	34
6.2 Variações da Linha de Vegetação	38
6.3 Parâmetros Sedimentológicos	38
6.4 Vazão do canal	41
6.5 Monitoramento da desembocadura.....	42
6.6 Agitações Marítimas.....	43
7. DISCUSSÃO	45
8. CONCLUSÃO.....	49
9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	51

1. INTRODUÇÃO

A linha de costa mundial possui em torno de 440.000 km de comprimento, sendo marcada por grande instabilidade ambiental e pelas rápidas mudanças geológicas, em intervalos de tempo desde a escala do minuto até vários milhares de anos. A instabilidade ambiental é resultante de dois fatores principais: intensa interação entre as forçantes de alta energia (ondas, marés, ventos e correntes) e a constante mudança do nível do mar ao longo do tempo geológico (KENNETT, 1982).

Processos geomorfológicos naturais (erosão e acreção) são acelerados pela ação antrópica na costa, resultando em um cenário extremamente dinâmico (MUEHE, 2006). Os processos erosivos são causados pela redução no aporte sedimentar provocada por diferentes fatores: exaustão das fontes supridoras, retenção de sedimentos por obras de engenharia, readaptação do perfil de equilíbrio a uma elevação do nível do mar ou a uma modificação do clima de ondas (ANGULO *et. al.*, 2006). Segundo Soares *et. al* (1994), quando o homem ocupa áreas junto a orla e não conhece os processos atuantes pode desencadear um desequilíbrio no meio físico que gera perda ou ganho de áreas úteis. Em outras palavras, a urbanização em si não provoca erosão, entretanto, a construção de edificações dentro da faixa de resposta dinâmica da praia às tempestades tende à retomada pelo mar da área construída (MUEHE, 2006). Assim, a alta dinâmica da zona costeira está associada tanto a processos naturais, como a processos antrópicos que aceleram e potencializam os efeitos da erosão, conferindo à orla peculiaridades que requerem esforços permanentes para manutenção de seu equilíbrio dinâmico (PROJETO ORLA, 2004).

No Estado do Paraná o uso balneário se iniciou na década de 1920, mas se desenvolveu, efetivamente, a partir dos anos 1950, devido a um processo intenso de apropriação que dominou completamente suas orlas oceânicas ao sul da baía de Paranaguá, e do qual derivaram danos como a erosão costeira, o comprometimento de cursos e corpos d'água e a destruição da paisagem (SAMPAIO, 2006). Os balneários do município de Pontal do Paraná estão localizados na planície de Praia de Leste, possuindo cotas baixas com cerca de 3 a 5 m e cordões litorâneos que

criam áreas onde há dificuldade de drenagem. Para que os balneários pudessem ser ocupados foi necessária a construção de canais paralelos às praias e interligados a alguns dos pequenos rios da região (GOBBI, 1997). O objetivo principal da construção de canais no litoral era realizar o controle de inundações e a recuperação das terras para fins agrícolas e ocupação, além de servirem para navegação (PDU 2002, MIRANDA 2006).

O Departamento Nacional de Obras e Saneamento (DNOS) construiu diversos canais pelo Brasil. No litoral paranaense estes são chamados de Lagoa Amarela, porém localmente são conhecidos pelo nome dos cursos de água que foram conectados a eles, como no caso do Rio Olho D'Água que possuía um traçado meandrante com sua desembocadura próxima à divisa dos balneários Grajaú e Marissol. O DNOS retificou o Rio em um local que foi planejado para ser uma rua (FIGURA 1) e fixou a desembocadura no local em que foi feita a fotografia da FIGURA 1. Como a deriva litorânea na região de Pontal do Paraná é orientada para norte (ANGULO *et al.*, 2006), os cursos d'água que drenam para o mar apresentam a foz sempre desviada para norte (ANGULO, 1993), o que também ocorreu com a desembocadura do Rio Olho D'Água e causou problemas de erosão a norte da desembocadura (FIGURA 2).



FIGURA 1 – CANAL ABERTO ENTRE RESIDÊNCIA E MURO DO CONDOMÍNIO EM LOCAL PROJETADO PARA SER RUA



FIGURA 2 – EROSÃO A NORTE DA DESEMBOCADURA COLOCANDO EM RISCO ESTRUTURAS DE PESCADORES

Siqueira, Kolm e Machado (2007) ao avaliarem a qualidade das águas em cursos d'água do município verificaram que os maiores valores para coliformes fecais e totais ocorreram em estações ao longo do canal Olho D'Água. Miquelante, Kolm e Siqueira (2007) monitoraram pontos na desembocadura do Rio Olho D'Água e constataram que durante o período de estudo os valores de coliformes fecais

foram acima dos permitidos pela legislação de balneabilidade, o que torna a área da desembocadura imprópria para atividades de recreação.

O art. 3º, IX, da Resolução do CONAMA de 2002 estabelece como área de preservação permanente locais situados nas restingas em uma faixa de 300 metros medidos a partir da linha de preamar máxima. A restinga é uma barreira de natureza arenosa, sendo comumente interrompida por braços de maré que estabelecem uma comunicação parcial entre as águas do oceano aberto e de laguna (SUGUIO, 1998). O Parque Natural Municipal da Restinga, sob gestão do município de Pontal do Paraná, tem sofrido processos de erosão e alteração do ambiente por conta da migração da desembocadura do Rio Olho D'Água (FIGURA 3).

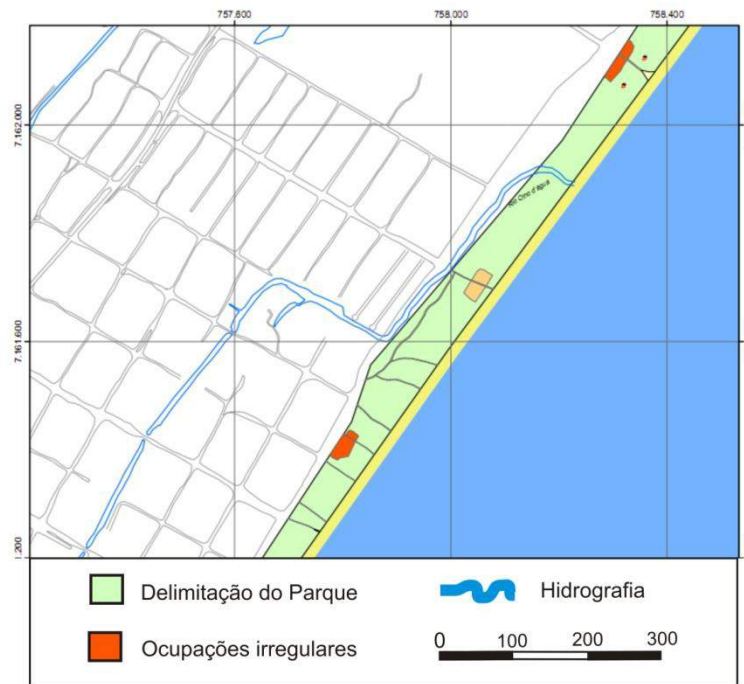


FIGURA 3 – PARQUE NATURAL MUNICIPAL DA RESTINGA NA REGIAO DA ÁREA DE ESTUDO. ALTERADO DE KOEHLER (2006).

2. OBJETIVOS

2.1 Objetivo geral:

Este trabalho tem como objetivo avaliar as principais mudanças ocorridas na porção emersa do perfil praial, de forma a determinar as principais alterações geradas pela ação dos processos costeiros sobre a desembocadura do Rio Olho D'Água e monitorar a migração da desembocadura do Rio.

2.2 Objetivos específicos

Este trabalho tem como objetivos específicos:

- Caracterizar a evolução topográfica e sedimentar da porção emersa do perfil praial com o intuito de avaliar as condições atuais da área de estudo perante os processos costeiros de transporte;
- Verificar possíveis diferenças nas características topográficas e sedimentares nas áreas adjacentes (sul e norte) a desembocadura;
- Monitorar e quantificar a migração da desembocadura durante o período de um ano; e
- Gerar subsídios para os gestores estaduais e municipais para o correto uso do solo em áreas costeiras.

3. FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

3.1 Morfodinâmica costeira

Partindo de uma escala global, as costas são condicionadas principalmente pelos movimentos tectônicos ao longo das margens continentais, e podem ser divididas em três classes: **costas de colisão** - caracterizadas por topografias de alto relevo e pequenas bacias de drenagem (costa oeste das Américas); **costas de afastamento** - formam extensas planícies costeiras com sistemas de drenagem bem desenvolvidos (margens leste das Américas e África); e **costas de mares marginais** - encontram-se protegidas dos processos do oceano aberto pela presença de arcos de ilhas (sudeste da Ásia e Golfo do México) (SILVA *et. al.*, 2004).

Em uma escala local a diversidade de linha de costa está associada a outros fenômenos. Kennet (1982) afirma que durante a transgressão que ocorreu no Holoceno os sedimentos migraram na direção da costa, e atualmente a distribuição das praias está relacionada com a disponibilidade desses sedimentos. Porém, Wright & Short (1983) afirmam que o conhecimento de mecanismos e condições ambientais que causam mudanças na praia a curto prazo são tão importantes para o planejamento e defesa da costa quanto o conhecimento das causas de mudanças a longo prazo da linha de costa.

Os sedimentos praias, devido à sua grande mobilidade, se ajustam às condições das ondas, marés e correntes. As praias são sensíveis a reajustes em seus estados de equilíbrio e podem mudar sua morfologia em função de tempestades, incidência de sistemas frontais com agitação marítima associada ou marés meteorológicas, bem como a intensificação destes processos em função da ocorrência de fenômenos como El Niño e La Niña (QUADROS *et. al* 2007).

A maior parte das ondas oceânicas são formadas pela ação do vento (SILVA *et. al.*, 2004). Ao atingirem a costa as ondulações sofrem refração, isto é, mudança no sentido de propagação das ondas em águas rasas, acomodando-se à topografia

de fundo. O fenômeno de refração também é responsável pelo alinhamento da zona de arrebentação, de uma maneira que ela tende a ser paralela à praia, independentemente do sentido de aproximação das ondas (SUGUIO, 2003). The Open University (1989) discorre sobre os quatro principais tipos de arrebentação de ondas:

Deslizante – caracterizadas por espuma e turbulência, ocorrem em costas levemente inclinadas e começam a quebrar a certa distância da costa, com a dissipação de energia ocorrendo gradualmente.

Mergulhante – apreciada pelos surfistas, tem a parte de trás convexa e a frente côncava, sendo que a crista mergulha com uma força considerável enquanto a energia é dissipada em curta distância. Esse tipo de onda ocorre em costas relativamente inclinadas e estão associadas a ondulações geradas longe do local de quebra.

Colapsante – similar à onda mergulhante, ocorre em praias moderadamente inclinadas e com condições moderadas de vento.

Ascendente – ocorre em praias mais íngremes, são tipicamente formadas de ondas longas e baixas, e a parte dianteira permanece relativamente irrompível enquanto a onda se eleva sobre a praia.

Quando as ondas se aproximam da linha de costa com um ângulo agudo é gerada uma corrente fluindo longitudinalmente à praia. Esta corrente, associada ao movimento em zigzag das partículas sedimentares provocado pela atividade de espraiamento das ondas de encontro à face da praia, é a principal responsável pela deriva litorânea de sedimentos ao longo da costa (DOMINGUEZ *et al.*, 1983). Outros fatores que podem gerar as correntes de deriva litorânea são ventos, propagação de marés e gradiente de densidade das águas (SUGUIO, 2003).

Whight & Short (1984) classificaram as praias em dois estados morfodinâmicos extremos, dissipativo e reflexivo, e 4 estados intermediários que possuem elementos reflexivos e dissipativos. No estado dissipativo as praias são longas com baixos gradientes topográficos e com elevado estoque de areias finas a muito finas. No estado reflexivo os gradientes topográficos da praia e do fundo marinho adjacente são elevados, praticamente sem zona de surf. Vale lembrar que

essa classificação foi feita levando em consideração os estados de praia mais comuns na costa australiana, caracterizados pela associação das diferentes morfologias com os processos hidrodinâmicos.

Os processos morfodinâmicos costeiros tem uma forte relação com o clima (QUADROS *et. al*, 2007), e o equilíbrio praial é temporário com o balanço entre erosão e deposição estando sujeito a ciclos (NOERNBERG *et. al.*, 2007).

3.2 Terminologia adota em ambientes costeiros

Um dos problemas encontrados quando se trata de ambientes de sedimentação dos depósitos costeiros é terminologia adotada para definir os ambientes e subambientes (ANGULO, 1992). Um ambiente litorâneo clástico dominado por ondas também tem sido denominado de ambiente praial ou simplesmente praia (ANGULO, 1996). SUGUIO (2003) define praia como zona perimetral de um corpo aquoso (lago, mar ou oceano), dominada por ondas e composta de material granular inconsolidado, comumente arenoso (0,062-2 mm) ou mais raramente granular (2 a 60 mm), além de conter teores variáveis de biodetritos (fragmentos de conchas de moluscos e etc).

Após análise de dados apresentados por vários autores, Angulo (1996) construiu um perfil hipotético de ambiente litorâneo (FIGURA 4). Foram levadas em consideração variações relativas do nível do mar em períodos de curto prazo originadas por marés de tempestades, processos originados por ondas, morfologia e características sedimentológicas. A seguir é apresentado resumidamente o modelo litorâneo proposto por Angulo (1996), complementado pela visão de Suguio (2003).

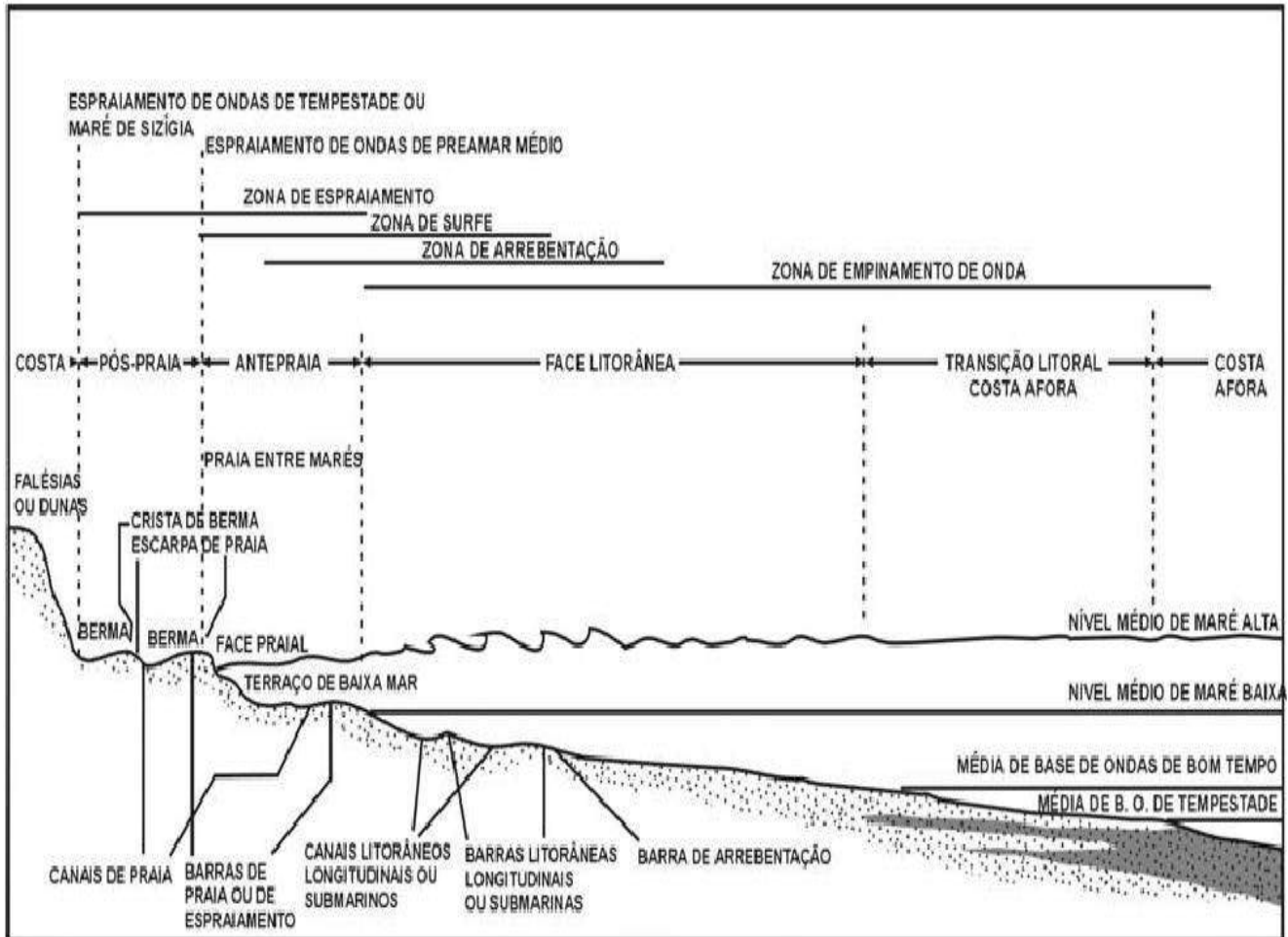


FIGURA 4 – TERMINOLOGIA DE AMBIENTES E SUBAMBIENTES LITORÂNEOS (ANGULO, 1996)

A pós-praia, em direção ao continente, limita-se geralmente pela presença de dunas e falésias, o que caracteriza a linha de costa. A linha de costa é o limite entre a costa e o litoral, sendo caracterizada hidrodinamicamente como o alcance máximo das ondas. Em direção ao mar, a pós-praia tem seu limite na antepraia. As principais feições morfológicas da pós-praia são as bermas, que tem a função de armazenamento dos sedimentos para reequilíbrio do perfil praial, servindo também como barreira natural contra o avanço das marés (AMORIM *et. al.* 2007).

A antepraia está situada entre a pós-praia e a face litorânea. Hidrodinamicamente seu limite superior é o máximo do espraimento das ondas de preamar médio e o limite inferior é o nível médio de maré baixa, ou seja, a antepraia corresponde a porção da praia sujeita a variação de maré. Porém, esses limites são arbitrários e durante os ciclos de marés e tempestades as zonas de ações das

ondas deslocam-se. O estirâncio é a principal feição morfológica da antepraia. Melo (2000) o situa entre o limite superior de preamar, que é delimitado por uma microfalésia, e a linha de baixa mar, permanecendo, portanto, exposto durante a maré baixa e submerso no decorrer da maré alta.

A face litorânea tem seu limite superior na antepraia e o limite inferior na zona de transição litoral-costa afora. Hidrodinamicamente a face litorânea pode ser dividida em três zonas: zona de empinamento das ondas, onde as ondas iniciam uma interação com o fundo; zona de arrebenção; e zona de surf. Como mostra a FIGURA 4, na face litorânea podem ser encontrados canais litorâneos longitudinais, barras litorâneas longitudinais e barra de arrebenção.

A zona de transição litoral costa afora tem sua localização entre a face litorânea e a plataforma continental.

3.3 Desembocaduras e deltas dominados por ondas

A palavra delta foi utilizada pela primeira vez por Heródoto há cerca de 2500 anos passados, referindo-se à configuração exibida pela porção subaérea da foz do Rio Nilo. Nesta área, a planície aluvial está situada entre dois distributários principais e apresenta grande semelhança com a quarta letra do alfabeto grego, Δ (delta) (SUGUIO, 2003). Atualmente as definições muito amplas de sistemas deltaicos resultaram no agrupamento sob um mesmo nome (delta), de acumulações costeiras exibindo características bastante variadas e que apresentam em comum apenas o fato de estarem associadas geograficamente a uma desembocadura fluvial (DOMINGUEZ, 1990; SUGUIO, 2003).

Acredita-se que a alimentação transversal é o principal modo de introdução de sedimentos em planícies de cordões litorâneos associadas a desembocaduras fluviais. Porém, exemplos brasileiros mostram que a alimentação longitudinal por correntes longitudinais geradas por ondas desempenham um importante papel na introdução de sedimentos arenosos nas planícies, e em alguns casos o volume de sedimentos introduzidos por correntes longitudinais suplantou o volume de

sedimentos fluviais (DOMINGUEZ, 1990). Dominguez (1990) propôs que a definição de Ficher *et al.* (1969), de que delta é um “sistema deposicional alimentado por rio que resulta na progradação irregular da linha de costa” mude para “delta é um sistema deposicional associado a uma desembocadura fluvial, alimentado por diversas fontes de sedimentos, e que resulta na progradação irregular da Unha da costa”.

O efeito de molhe é um mecanismo importante que caracteriza as porções da planície costeira situadas a sotamar e a barlamar da desembocadura de um rio. Durante períodos de alta descarga fluvial, o rio se comporta efetivamente como um molhe interrompendo a deriva litorânea de sedimentos. A linha de costa na porção da planície costeira situada a barlamar da desembocadura então prograda (FIGURA 5A). Durante períodos de baixa descarga fluvial ou estiagem, o "efeito de molhe" do rio é menos efetivo. A linha de costa a barlamar da desembocadura irá então experimentar erosão. Os sedimentos erodidos serão modelados em um esporão arenoso, que obstrui parcialmente a desembocadura fluvial, forçando-a a ocupar uma nova posição, ligeiramente a sotamar (FIGURA 5B). No próximo período de descarga elevada, o efluente fluvial irá novamente atuar como um molhe, interrompendo a deriva litorânea de sedimentos. Em consequência, a progradação será retomada na porção da planície costeira situada a barlamar da desembocadura fluvial (FIGURA 5C). A repetição desses processos resultará em um padrão escalonado com truncamentos erosivos para os cordões litorâneos situados a barlamar da desembocadura fluvial (FIGURA 5C). Este padrão é muito bem ilustrado na desembocadura do Rio Paraíba do Sul (FIGURA 5D) (DOMINGUEZ, 1990).

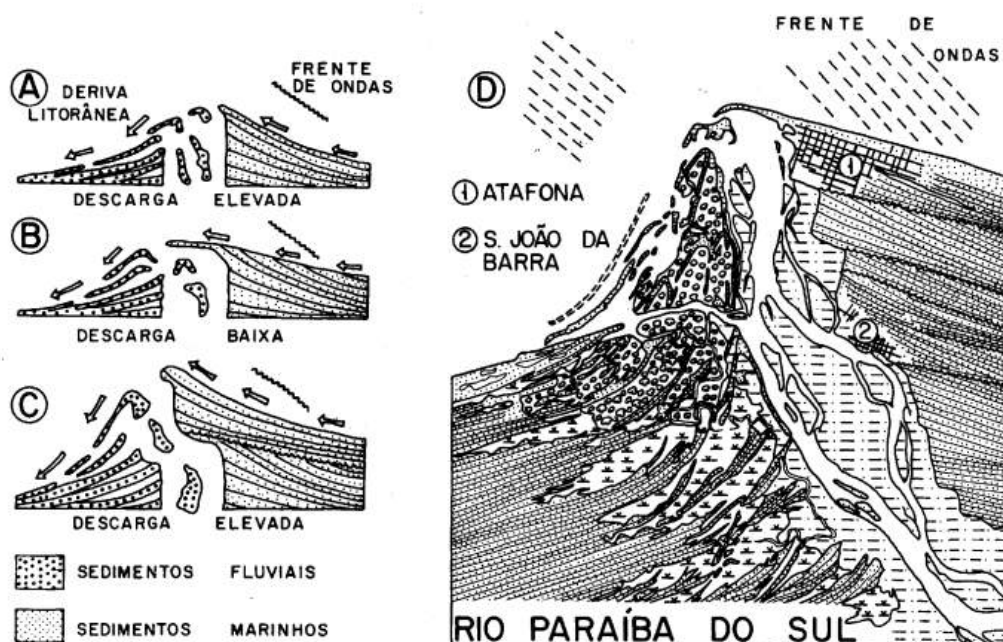


FIGURA 5 – A, B E C. ESQUEMA MOSTRANDO O MECANISMO DE MIGRAÇÃO INTERMITENTE DA DESEMBOCADURA FLUVIAL NO SENTIDO DE SOTAMAR. ESTA MIGRAÇÃO RESULTA DA INTERAÇÃO ENTRE A DERIVA LITORÂNEA E FLUTUAÇÕES NA DESCARGA FLUVIAL. D. MAPA GEOLÓGICO DAS VIZINHANÇAS DA DESEMBOCADURA DO RIO PARAÍBA DO SUL. O MAPA MOSTRA CLARAMENTE O PADRÃO ESCALONADO COM TRUNCAMENTOS EROSIVOS PARA OS CORDÕES LITORÂNEOS SITUADOS A BARLAMAR DA DESEMBOCADURA FLUVIAL (DOMINGUEZ 1990). Modificado de MARTIN *et al.* (1985).

4. ÁREA DE ESTUDO

4.1 Localização

O litoral paranaense está localizado entre as latitudes de 25°19'S e 25°58'30"S e as longitudes 48°06'W e 48°35'30"W (ANGULO, 1993). A planície costeira paranaense está situada entre o sopé da Serra e o oceano, possui aproximadamente 90 Km de comprimento e largura máxima de 55 Km na região de Paranaguá (ANGULO, 1992). A planície está profundamente recortada pelos complexos estuarinos das baías de Paranaguá, Laranjeiras, Pinheiros e Guaratuba, o que resulta em numerosas ilhas (ANGULO, *et. al* 2006). As praias arenosas estendem-se ao longo de todo o litoral de mar aberto e são interrompidas apenas por alguns pontais rochosos e pela embocadura das baías (ANGULO, 1993).

Noernberg *et al.* (2007) dizem que a costa paranaense pode ser dividida em três setores, compartimentado em função da ocorrência das Baías de Paranaguá e Guaratuba: ao norte da Baía de Paranaguá encontra-se a planície de Superagüi; entre Pontal do Sul e Caiobá encontra-se a planície da Praia de Leste; e ao sul da Baía de Guaratuba a planície do Brejatuba.

A área de estudo está inserida na Planície Praia de Leste, conforme mostra a FIGURA 6, sendo que a área em destaque corresponde aos balneários Grajaú, Marissol, Olho D'Água e Carmery do município de Pontal do Paraná.

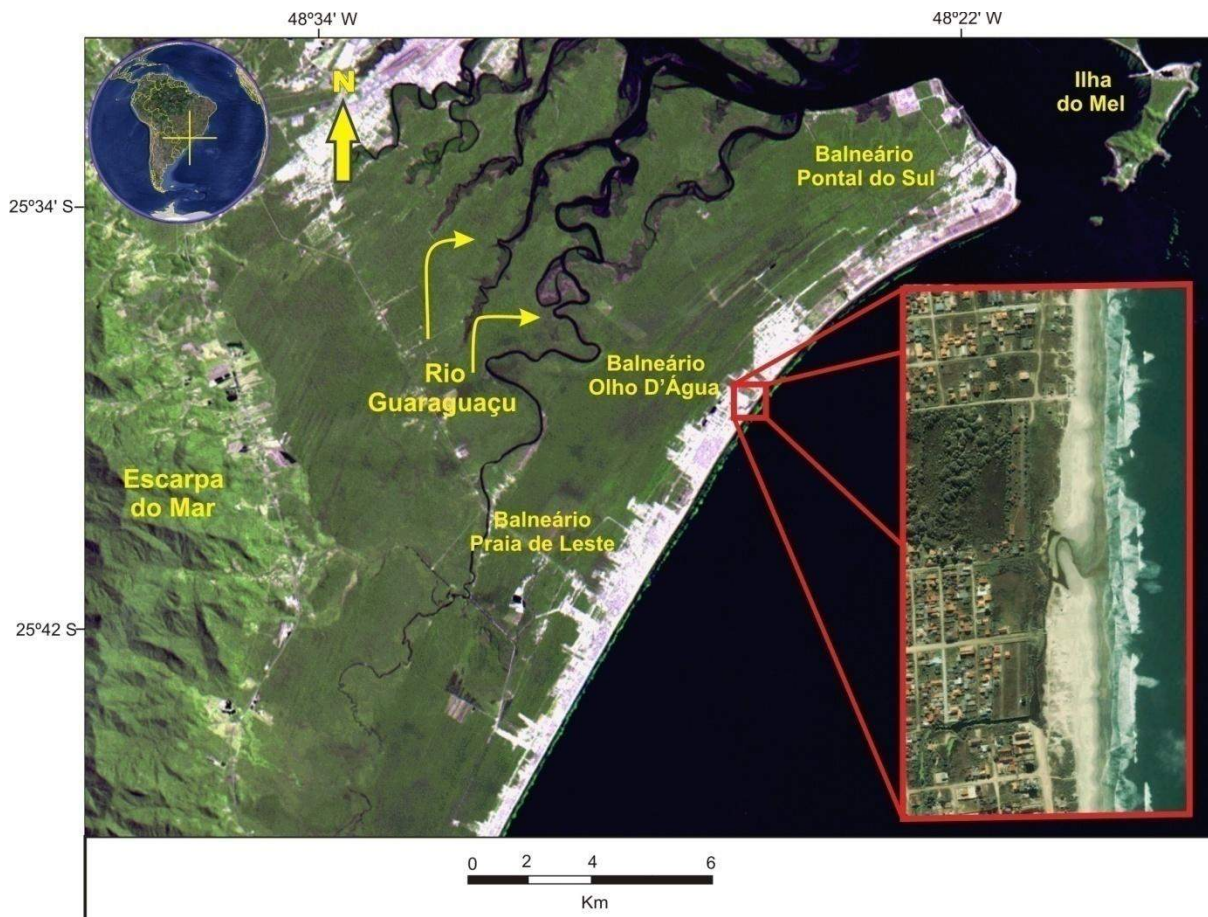


FIGURA 6 – ÁREA DE ESTUDO

4.2 Geologia

A planície costeira é constituída por sedimentos continentais e costeiros, sendo que os costeiros têm origem em dois tipos de sistema principal: o de planície costeira com cordões litorâneos, e o estuarino (ANGULO, 1992). Em uma análise dos cordões litorâneos, Angulo (1992) identifica três situações distintas: na parte externa da planície (100 m a 150 m da praia) os cordões apresentam de 5 m a 10 m de largura e menos de 1 m de altitude; na parte intermediaria os cordões tem de 10 m a 15 m de largura e altitude superior a 1 m; na parte externa é possível definir feições semelhantes a cordões com mais de 100 m de largura, porém a partir da parte intermediaria a analise fica difícil devido à cobertura vegetal.

Veiga *et. al* (2004) estudou a plataforma continental interna rasa da região central do litoral paranaense e encontrou gradiente de 1/65 entre o nível médio do mar e 7 m, gradiente de 1/300 entre 7 e 12 m e gradiente de 1/700 entre 12 e 15 m. A granulometria predominante da plataforma continental foi de areia fina e a maior parte dos sedimentos pertencem a classe moderadamente selecionada e bem selecionada.

Köhler (1996) ao estudar a granulometria dos sedimentos e a morfologia do perfil praiado do balneário Olho D'Água encontrou sedimentos arenosos finos com o diâmetro médio variando entre $2,91 \Phi$ e $2,53 \Phi$, e um terreno com baixa declividade.

4.3 Clima

O clima de uma região é determinado através de uma série de dados de 30 anos sobre o tempo do local. Na costa sul brasileira, a acentuada amplitude topográfica, a orientação do relevo e a proximidade do oceano condicionam substancialmente o clima. As principais influências ocorrem na temperatura, na redução da amplitude térmica diária e anual, no aumento da umidade relativa do ar e na quantidade de chuva (IPARDES, 1990).

Os centros de ação atmosférica que atuam no Brasil meridional são os anticiclones subtropicais do Atlântico e do Pacífico, o anticiclone Migratório Polar e o centro de baixa pressão, que é denominado depressão do Chaco (IPARDES, 1990). A FIGURA 7 representa estes centros de pressão atmosférica.



FIGURA 7 – CENTROS DE AÇÃO QUE CONTROLAM AS CONDIÇÕES METEOROLÓGICAS DO SUDESTE E SUL DO BRASIL. FONTE: BIGARELLA, J.J 1978.

Mendonça & Danni-Oliveira (2007) discorrem sobre as influências e atuações dos centros de ação na América do Sul, a seguir um pequeno resumo sobre os centros que mais condicionam o clima do litoral paranaense:

Anticiclone Semifixo do Atlântico - Sua característica semifixa é decorrente do deslocamento sazonal do centro de altas pressões. No verão ele é atraído para próximo da costa e no inverno sua tendência é se afastar, caracterizando-se por um movimento leste/oeste.

Anticiclone Semifixo do Pacífico - Apresenta as mesmas características do Anticiclone Semifixo do Atlântico porém sua atuação é limitada no continente devido a barreira imposta pela cordilheira dos Andes.

Anticiclone Migratório Polar - Forma-se no extremo sul da América do Sul e tem o deslocamento regido pela radiação solar. No inverno chega até próximo da latitude dos 30° S devido a queda sazonal da radiação no hemisfério Sul, já no verão recua para latitudes próximo aos 60° S por causa do fluxo de energia que aumenta no hemisfério Sul.

Depressão de Chaco - A elevação sazonal da temperatura acentua este centro de baixa pressão que atrai o Anticiclone Semifixo do Atlântico no verão e o Anticiclone Migratório Polar durante o inverno.

Os Anticiclones Migratórios Polares são sempre precedidos por um sistema frontal ou frontogênese durante seus deslocamentos. Os sistemas frontais são as perturbações atmosféricas de maior importância para o clima do sul e sudeste brasileiro. Estes sistemas frontais têm uma velocidade média de 500 km/dia, gerando ondas dos quadrantes sudoeste, sul e sudeste que atingem os litorais sul, sudeste e leste do Brasil (TESSLER & GOYA, 2005). Ainda segundo Tessler & Goya (2005) estudar os centros de ações é de extrema importância para compreender os processos que ocorrem na costa, pois o clima de ondas da região é determinado pela ação de ventos originados no Atlântico Sul.

O clima do litoral paranaense pode ser classificado como Cfa de Köppen (IPARDES, 2001). A categoria em que se enquadra a letra “C” maiúscula, na classificação de Köppen, está baseada principalmente em critérios de temperatura da seguinte forma: o mês mais frio tem temperatura média entre -3°C e 18°C e o mês mais moderadamente quente tem uma temperatura média maior do que 10°C . Já a letra “f” é uma subdivisão da categoria C para a distribuição sazonal da temperatura e significa que não existe nenhuma estação seca, e a região é úmida o ano todo. A letra “a” adiciona dados sobre a temperatura e quer dizer que o verão é quente e o mês mais quente tem temperatura média maior do que 22°C (MENDONÇA & DANNI-OLIVEIRA, 2007). IPARDES (1991) classifica a região da serra do mar como do tipo Cfb, com a letra “b” significando verão moderadamente quente, com o mês mais quente tendo temperatura média inferior a 22°C .

4.4 Características oceanográficas

O relatório elaborado pela Portobrás (1983) com auxílio de um ondógrafo instalado a 13 km de Praia de Leste e 2,6 km do arquipélago de Currais registrou entre agosto e dezembro de 1982 ondas predominantes do quadrante ESSE e SE. Em 8 coletas realizadas após a zona de arrebenção, em períodos de mar calmo,

entre janeiro de 2000 e junho de 2001 no balneário Atami, Martins (2002) obteve através de um ondógrafo S4 a direção preferencial das ondas que foi de S e SE. A altura máxima foi de 1,48 m em novembro de 2000 e direção predominante de SE. Com um ondógrafo S4 fundeado na isóbata de 10 m entre Ipanema e Shangrilá, Lima (2008) obteve a altura máxima de ondas de 4 m, período máximo de 9 s com a direção de ondas sendo do quadrante SE. Essa foi uma situação extrema que ocorreu em outubro de 2006.

O predomínio de ondas do quadrante S-SE gera uma deriva litorânea orientada para Norte (ANGULO *et al* 2006), como pode ser constatado por Angulo (1993) ao observar pequenos córregos que drenam para o mar e apresentam a foz sempre desviada para norte. Noernberg (2001) observou diversas correntes de retorno no litoral de Pontal do Paraná, sendo que as mais fortes ocorreram no balneário Gaivotas, porém as correntes podem mudar de acordo com as condições climáticas.

A região do litoral paranaense apresenta uma amplitude de marés de sizígia inferior a 2 m, o que caracteriza um regime de micromarés (ANGULO *et. al* 2006). O tipo de maré é semidiurno (ANGULO, 1992) com duas preamares e duas baixamares desiguais durante o dia. Eventualmente a maré de sizígia relacionada à maré meteorológica pode causar mudanças na amplitude da maré, Marone & Camargo (1994) registraram elevação de 80 cm da preamar astronômica prevista em Pontal do Sul no mês de agosto de 1993.

4.5 Hidrografia

A região litorânea do Paraná abrange principalmente duas bacias hidrográficas: a de Paranaguá, com aproximadamente 3.882 km² de extensão, e a de Guaratuba, com uma área em torno de 1.886 km². Existem ainda bacias de pequenos riachos, que drenam diretamente para o mar (ANGULO, 1992).

Os principais rios das bacias litorâneas têm o curso superior na área serrana, região marcada por forte declives e padrão retilíneo de canal. Já o curso

inferior, localizado nas planícies, possui padrão de canal meandrante influenciado pelas marés. A hidrografia atual do litoral é completada por diversos canais artificiais escavados pelo DNOS com fins de drenagem e navegação que alteraram a configuração de diversos rios, notadamente o Perequê, o Peri e o Pai Antônio (PDU, 2002).

4.6 Variações do nível relativo do mar (eustasia)

A serra do mar possui uma orientação de cristas e vales em três direções predominantes, NE-NNE, NNW e NW, que se correspondem com os principais lineamentos do substrato geológico. As orientações NE-NNE e NNW estão associadas a antigas linhas estruturais pré-cambrianas e condicionam as principais formas do relevo, tais como serras e vales maiores (ANGULO, 2004). A orientação NW coincide com a orientação das intrusivas mesozóicas, e se apresentam na forma de um enxame de diques paralelos (ANGULO *et al.* 2006). Os alinhamentos associados a cordões litorâneos, rios e canais de maré que cortam a planície costeira tem a direção NNE e NE (ANGULO, 1992). Essas formas que caracterizam o litoral tiveram sua gênese a partir das variações do nível relativo do mar.

Angulo (1992) propõe que durante o máximo da transgressão Cananéia (120.000 mil anos A.P/ elevação de 8m) o mar alcançou o sopé da Serra da Prata, e em sua regressão foi formada uma extensa planície costeira com cordões litorâneos de orientação NNE a NE. No período da última glaciação (17.000 anos A.P – regressão Wisconsiniana) a linha de costa estava situada abaixo da isóbata de 110 m (TESSLER & GOYA, 2005), e particularmente os estados do Paraná e São Paulo possuíam uma extensa rede de drenagem, desenvolvida pelos fortes gradientes da serra do Mar, que cortava a plataforma (REMAC 1977).

Na última transgressão (Max 5.150 A.P/ elevação de 4 a 5m) os canais foram progressivamente afogados e formou-se uma laguna protegida por uma ilha-barreira no local que desaguava o Rio Guaraguaçu, e onde atualmente o Rio corre ao longo dessa paleolaguna. A datação de conchas demonstrou que na última transgressão já existia um corpo sedimentar isolando a área do mar. A ilha-barreira

foi fechada durante a fase regressiva da última transgressão através da formação de cordões de dunas frontais que se desenvolveram juntamente com cordões litorâneos e foram fixados através vegetação (ANGULO, 1992). Souza (2005) também encontrou evidências de uma barreira que separava o mar de um estuário, sendo que os sedimentos paleoestuarinos tem idade de até 6.500 anos A.P.

Nos últimos 7.000 anos pode-se distinguir 3 estágios evolutivos: 1) crescimento de esporões para sudoeste, quando a queda do nível do mar foi mais acelerada, até aproximadamente 4.000 anos A.P; 2) alternância entre a progradação e crescimento de esporões para nordeste, entre 4.000 e 2.500 anos A.P., quando o mar encontrava-se mais ou menos estável; e 3) após 2.500 anos A.P até o presente formação de cordões regressivos, favorecidos por uma aceleração da queda do nível do mar (Souza, 2005).

5. MATERIAIS E MÉTODOS

5.1 Procedimentos de campo

Para entender a dinâmica de migração da desembocadura do Rio Olho D'Água foram realizadas 6 coleta de amostragem entre 10/2007 e 08/2008. Os intervalos de coleta foram estabelecidos com uma periodicidade de 2 meses, sendo sempre realizadas na baixa mar da maré de sizígia, para se obter a maior extensão de praia possível para amostragens dos perfis e caminhamento na desembocadura com GPS (Sistema de Posicionamento Global). As informações de maré foram obtidas no site do Centro de Previsão de Tempo e Estudos do Clima (CPTEC) sendo consultadas as informações de maré para o Porto de Paranaguá-Galheta. As datas das coletas foram: 26/10/2007, 15/12/2007, 25/02/2008, 23/04/2008, 03/07/2008 e 17/08/2008. Em cada coleta foram realizados 2 perfis de praia (um a sul da desembocadura – Grajaú; e outro a norte – Carmery), obtenção de sedimento, caminhamento na margem do canal com GPS e determinação da vazão do mesmo.

5.1.1 Topografia de praia

O levantamento topográfico que resultou no perfil praiial foi feito através da técnica de nivelamento e com a utilização de uma mira topográfica com 4 m, tripé, estacas, trena de 50m e nível de precisão. O nivelamento geométrico é uma técnica de levantamento que permite determinar o desnível entre pontos com precisões que alcançam a ordem do milímetro. Mesmo com o grande avanço nas técnicas de levantamento, como o uso de estações totais e receptores GPS, o nivelamento ainda é a técnica mais precisa para determinar desníveis em levantamentos topográficos e geodésicos (BRUM, 2005). Em cada coleta foram realizados 2 perfis topográficos, sendo que cada perfil possui um transecto central e outros 2 transectos laterais espaçados de 30 m (FIGURA 8).. A distância entre os pontos de

amostragem foram definidas em virtude das feições do terreno, e quando essa não era visível procurou-se manter o máximo de 10 m de distância entre cada ponto.

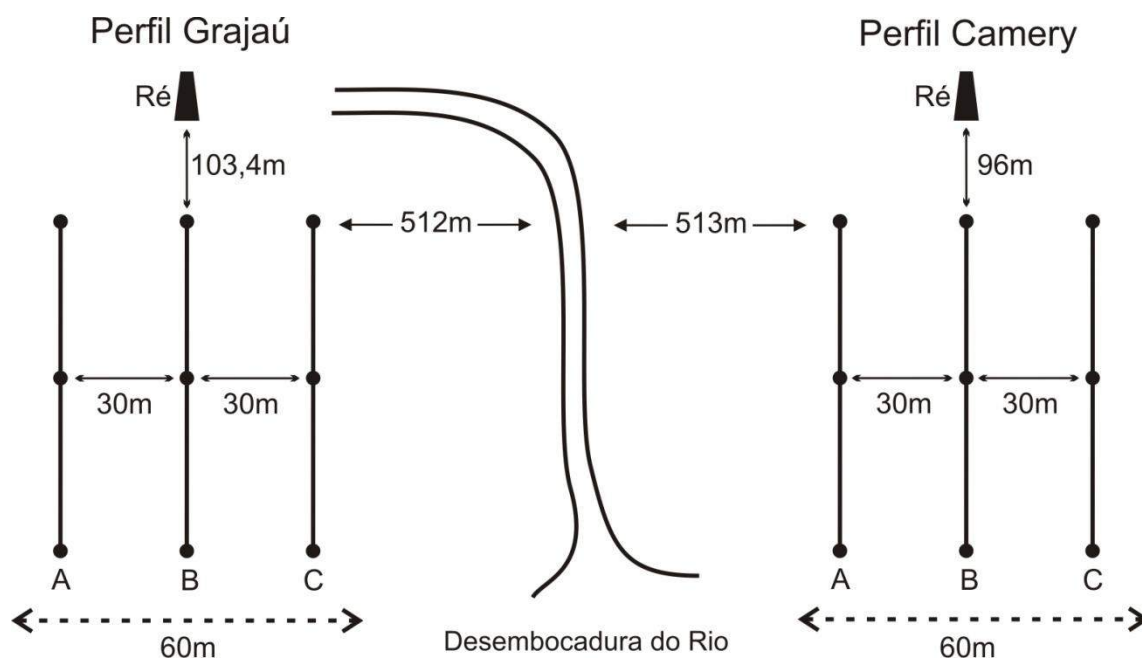


FIGURA 8 – DESENHO AMOSTRAL DOS PERFIS TOPOGRÁFICO

Perfil Grajaú

O perfil Grajaú está localizado a sul da desembocadura do Rio. A ré fica a direita dos portões do Edifício Dunas, esquina da Rua Anibal Khury (beira mar) com a Rua Ulysses Guimarães, balneário Grajaú (FIGURAS 9, 10 e 18).



FIGURA 9 – EDIFÍCIO DUNAS



FIGURA 10 – RÉ

O ponto 1 do transecto central do perfil Grajaú foi definido na primeira coleta (10/2007) como sendo o limite da vegetação e a praia, e se encontra a 103,4 m da ré, e 512 m a sul do ponto considerado fixo na desembocadura do Rio. O alinhamento é feito através de dois postes como mostram as FIGURAS 11 e 12. As coordenadas UTM (Universal Transversal de Mercator) da ré são: E 757838,300 ; N 7161387,318.



FIGURA 11 – POSTES 1 E 2



FIGURA 12 – ALINHAMENTO DOS POSTES

Perfil Carmery

O perfil Carmery está localizado a norte da desembocadura do Rio. A ré é a coluna de uma casa na esquina da Rua Anibal Khury (beira mar) com a Rua Fernando Elias (em frente ao totem 31), balneário Carmery (FIGURAS 13, 14 e 18).



FIGURA 13 – RÉ



FIGURA 14 – LOCAL DE APOIO DA MIRA, ATRÁS DE PEQUENO DEGRAU

Assim como no perfil Grajaú, o ponto 1 do perfil Carmery foi definido na primeira coleta com base no limite entre a vegetação e a praia, sendo encontrando a 96 m da ré e a 513 m a norte do ponto considerado fixo na desembocadura do Rio. As coordenadas UTM da ré são: E 758441,233 ; N 7162206,919. O alinhamento é feito através de dois postes como mostram as FIGURAS 15 e 16.



FIGURA 15 – POSTES 1 E 2



FIGURA 16 – ALINHAMENTO DOS POSTES

5.1.2 Amostragem de sedimento

Para completar as informações obtidas através do nivelamento topográfico foi realizada a coleta de sedimentos visando a caracterização sedimentológica e

granulométrica do perfil praiial. Em cada segmento do perfil foram coletadas 3 amostras de sedimentos superficiais, cada com aproximadamente 200 g. Os pontos de coletas foram a linha d'água, meio da praia e linha de vegetação. Foram coletadas 9 amostras de sedimento por perfil, totalizando 18 amostra por coleta, que acondicionadas em sacolas plásticas foram levadas para o Laboratório de Oceanografia Geológica (LOGEO) do Centro de Estudos do Mar (CEM) da Universidade Federal do Paraná (UFPR) para posterior análise.

5.1.3 Amostragem da vazão do Rio

A fim de se estabelecer alguma possível relação da migração da desembocadura com a vazão do Rio e analisar a variabilidade do fluxo de água durante o ano, foi desenvolvido um método para a amostragem da vazão. Em um ponto do Rio, próximo a desembocadura, considerado fixo devido à existência de vegetação nas margens foi realizada a coleta de dados. O fluxo d'água foi medido com o uso de um fluxômetro da General Oceanics Model 2030 Series durante 2 min no meio do Rio. Para estimar a vazão foi estimada a seção transversal do canal. Para isso, foi medida com uma trena a largura do Rio e com a régua graduada foram amostradas 5 profundidades aproximadamente eqüidistantes e transversais às margens do Rio.

O ponto em que foi determinada a vazão esta localizado entre uma pequena construção na beira mar e um poste, sua coordenada UTM é a seguinte: E 758107,590 ; N 7161847,697 (FIGURA 17 e 18).



FIGURA 17 – FOTO RETIRADA DO PONTO AONDE FOI REALIZADA A COLETA DOS DADOS DE VAZÃO DO RIO

5.1.4 Monitoramento da desembocadura

O monitoramento da desembocadura do Rio foi feito através de um caminhamento na margem esquerda a partir do ponto aonde foi feita a medição do fluxo até o encontro do fluxo d'água com o mar (FIGURA 18). Foi utilizado um GPS 12 Garmin software 4.6 que possui acurácia de 15 m, e necessita que o usuário fique no mínimo 15 s parado no ponto a ser georreferenciado para uma melhor aquisição dos dados (MANUAL DE INSTRUÇÕES DO GPS). Para um maior detalhamento no georreferenciamento da desembocadura os pontos foram marcados respeitando todas as curvaturas no curso muitas vezes meandrante da desembocadura.

A seguir está a FIGURA 18 aonde é possível localizar os perfis e o ponto de amostragem da vazão e início do caminhamento com GPS.



FIGURA 18 – DA ESQUERDA PARA DIREITA: BALNEARIOS CARMERY, OLHO D'ÁGUA, MARISSOL E GRAJAÚ

5.1.5 Determinação da linha de vegetação

A linha de vegetação que foi usada como parâmetro para definir os pontos 1 de cada perfil foi considerada como sendo o limite de ocorrência das vegetações na área de amostragem. Eventualmente algumas espécies pioneiras têm ramos que avançam em direção do mar. Esses ramos, no entanto, não foram usados para determinar a linha de vegetação. Procurou-se identificar uma mínima uniformidade da vegetação nos 60 m (FIGURA 9) de abrangência de cada perfil.

5.2 Procedimentos em laboratório

5.2.1 Variação morfológica e volumétrica

Os dados de topografia obtidos em campo foram planilhados através do software Excel 2007 (MICROSOFT), aonde foram gerados gráficos para cada

transecto dos perfis. Os dados planilhados no Excel foram exportados para o software Surfer 8.0 visando a geração de mapas de declividade e de isolinhas de contorno, além do cálculo das variações volumétrica dos perfis. Para execução do cálculo de variações volumétricas é necessário que os perfis tenham o mesmo comprimento, para isso foi utilizado como base o menor transecto coletado que atingiu 85 m. Para geração dos gráficos no Surfer foi utilizado o método de triangulação com interpolação linear, e para o cálculo de volumes foi feita a média dos valores obtidos pelos métodos Trapezoidal, Simpson e 3/8 de Simpson. Por sugestão do fabricante, se a diferença entre os três volumes obtidos for menor que 5% deve ser utilizado o valor da média dos três métodos. A distância entre a ré e o ponto 1 dos perfis não entrou no cálculo volumétrico e também não está representada nos gráficos.

5.2.2 Análise de sedimento

O método usado para determinação das frações granulométricas foi o descrito por Suguio (1973). Aproximadamente 100 g de sedimento de cada amostra foi colocada em uma marmitex e depois guardadas em estufa com temperatura entre 50°C a 70°C por 24 h para secagem. Cerca de 60 g de sedimento seco foi submetido ao processo de elutrição por 10 min para separação dos sedimentos finos (silte e argila). Logo após, o sedimento foi colocado novamente para secar por aproximadamente 24 h, e depois pesado para se fazer o cálculo de porcentagem para quantificar o total de finos. Deste sedimento seco, 50 g foi submetido ao peneiramento mecânico em agitador vibratório (rot-up) por 5 min, acondicionado em um conjunto de 12 peneiras sobrepostas, com intervalos granulométricos de $0,5 \Phi$, desde a fração 4Φ (0.062 mm) até $-1,5 \Phi$ (4 mm). O sedimento retido nas peneiras foi pesado em uma balança de sensibilidade 10^{-3} e o cálculo dos parâmetros granulométricos estatísticos (média, mediana, seleção, assimetria e curtose) foram calculados pelo software SysGran 3.0 (CAMARGO, 2006) pelo do método de Folk & Ward (1957).

A porcentagem de Carbonato de Cálcio (CaCO_3) das amostras foi obtida através de 10-11 g do sedimento seco colocado em recipientes de vidro e submetido

ao ataque químico de HCl (10%) por 12h, visando a queima dos carbonatos. Posteriormente o sedimento foi lavado com água fervente e novamente seco e pesado, com o teor de CaCO₃ sendo obtido através da diferença entre o peso inicial (antes da queima do CaCO₃) e o peso final (após queima do CaCO₃) da amostra.

O teor de matéria orgânica foi obtido com a separação de 5-6 g de sedimento colocado na mufla a uma temperatura de 550°C por 60 min aproximadamente. A matéria orgânica foi eliminada por calcinação e a porcentagem calculada pela diferença entre o peso final (após calcinação) e o peso inicial (antes da calcinação) da amostra. Não foi possível o cálculo do teor de matéria orgânica para as coletas dos meses de fevereiro de 2008 e abril de 2008, pois a mufla estava danificada.

5.2.3 Quantificação da Vazão

Com o valor da diferença entre fluxo inicial e fluxo final é feita uma divisão pelo tempo de amostragem da vazão, no caso deste estudo de 2 min. O valor obtido é aplicado em uma tabela, disponível no manual do fluxômetro, que fornece a velocidade da corrente. Para o cálculo da área do transecto foi realizada a média das 5 profundidades amostradas e multiplicada pela largura do canal. A área calculada corresponde a um retângulo e foi considerado que a corrente é igual em todos os pontos, o que não é real, por isso o resultado final será chamado de estimativa da vazão. Para se conseguir a estimativa da vazão basta multiplicar a velocidade da corrente pelo valor da área. Em 3 coletas a estimativa não foi calculada pois o fluxo do Rio não conseguia girar a hélice do fluxômetro.

5.2.4 Processamento dos dados obtidos pelo GPS

Após cada coleta os dados foram transferidos para o computador e organizados através do software GPS Track Maker 13.3. Com todos os dados coletados foi utilizado o software ArcGis 9.2 para categorizar os pontos por mês de coleta e colocá-los em uma foto aérea georeferenciada. A fotografia aérea é de abril

de 2003 e foi utilizada pela SEMA (Secretaria Nacional do Meio Ambiente) na elaboração do zoneamento marinho do estado do Paraná. A escala original é 1:25.000, porém para uma melhor representação dos pontos no terreno a escala do mapa gerado ficou em 1:5.000. Os cálculos de migração foram feitos através do Track Maker.

5.2.5 Dados meteorológicos

Foram utilizados os dados gerados por Peixoto (2008) que analisou os avisos de mau tempo disponibilizados pela Marinha do Brasil para as regiões Bravo e Charlie (Cabo de Santa Marta/SC - Cabo Frio/RJ). O período monitorado por Peixoto (2008) é semelhante ao período em que foram realizadas as coletas deste trabalho, foi necessário somente acrescentar as informações correspondentes aos meses de julho e agosto de 2008. A Marinha do Brasil considera um evento de ressaca quando as ondas que atingem a costa ultrapassam os 2,5 m.

6. RESULTADOS

6.1 Variações morfológicas e volumétricas

6.1.1 Perfil Grajaú

O perfil Grajaú apresentou variações com tendência erosiva entre os meses de outubro de 2007 e abril de 2008, apresentando neste período um volume de sedimentos retirado da praia de 1.350,21 m³ (TABELA 1). Entre os transectos do perfil, o que mais chamou atenção neste período foi o transecto C, que apresentou as maiores variações morfológicas e volumétricas (FIGURA 21). Entre dezembro de 2007 e fevereiro de 2008 houve no transecto C um grande acúmulo de sedimentos, porém no período de fevereiro a abril de 2008 estes sedimentos foram totalmente removidos. Os transectos A e B do perfil Grajaú (FIGURA 21) apresentaram pequenas variações em sua morfologia e volume, mas ainda sim, contrastam com a homogeneidade do perfil um degrau de 40 cm em 1,45 m de praia no mês de fevereiro de 2008 no transecto B e as variações da cota altimétrica no ponto 1 dos transectos A e C.

Entre os meses de abril e julho de 2008 ocorreu o maior déficit sedimentológico registrado durante o estudo, com perda de 1.320 m³ de sedimentos (TABELA 1). Os transectos A e B registram déficit principalmente na região da antepraia, já o transecto C apresentou acresção de sedimentos na pós-praia e teve uma berma totalmente erodida na antepraia (FIGURA 22). A maior variação volumétrica aconteceu entre julho e agosto de 2008, com acresção de 1.739 m³ de sedimentos. No transecto A essa acresção ocorreu principalmente na antepraia, já nos transectos B e C ela ocorreu em toda a praia ajudando a suavizar a declividade do perfil praial (FIGURA 21).

O balanço volumétrico total do perfil Grajaú mostra que a área perdeu 931,09 m³ de sedimentos (TABELA 1 e FIGURA 27), sendo que os meses de outono e inverno de 2008 foram responsáveis pelas maiores variações.

TABELA 1 – BALANÇO VOLUMÉTRICO DE SEDIMENTOS ERODIDOS (-) OU DEPOSITADOS (+), EM METROS CÚBICOS (M³), ENTRE OS MESES DE OUTUBRO DE 2007 E AGOSTO DE 2008 NO BALNEÁRIO GRAJAÚ

Perfil	Período	Balanço Volumétrico (m ³)	Varição total (m ³)
Grajaú	Out/07	-	
	Dez/07	- 336,45	
	Fev/08	- 299,11	- 931,09
	Abr/08	- 714,65	
	Jul/08	- 1.320,40	
	Ago/08	+ 1.739,54	

As FIGURAS a seguir mostram as variações morfológicas do perfil Grajaú que ocorreram entre dezembro de 2007 e fevereiro de 2008, aonde o transecto C apresentou uma grande acresção de sedimentos e mudou a configuração praial.

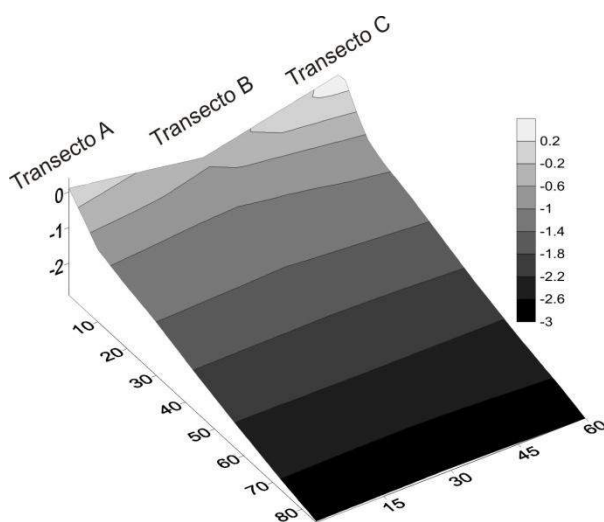


FIGURA 19 – TOPOGRAFIA PRAIAL NO MÊS DE DEZEMBRO DE 2007, TODOS OS NÚMEROS ESTÃO NA UNIDADE DE METRO

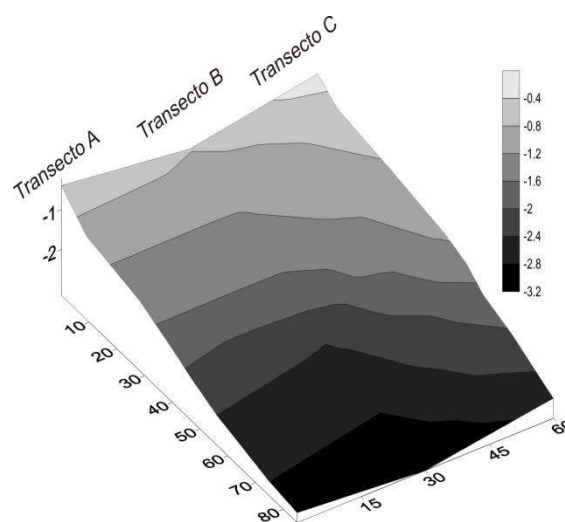


FIGURA 20 – TOPOGRAFIA PRAIAL NO MÊS DE FEVEREIRO DE 2008, TODOS OS NÚMEROS ESTÃO NA UNIDADE DE METRO

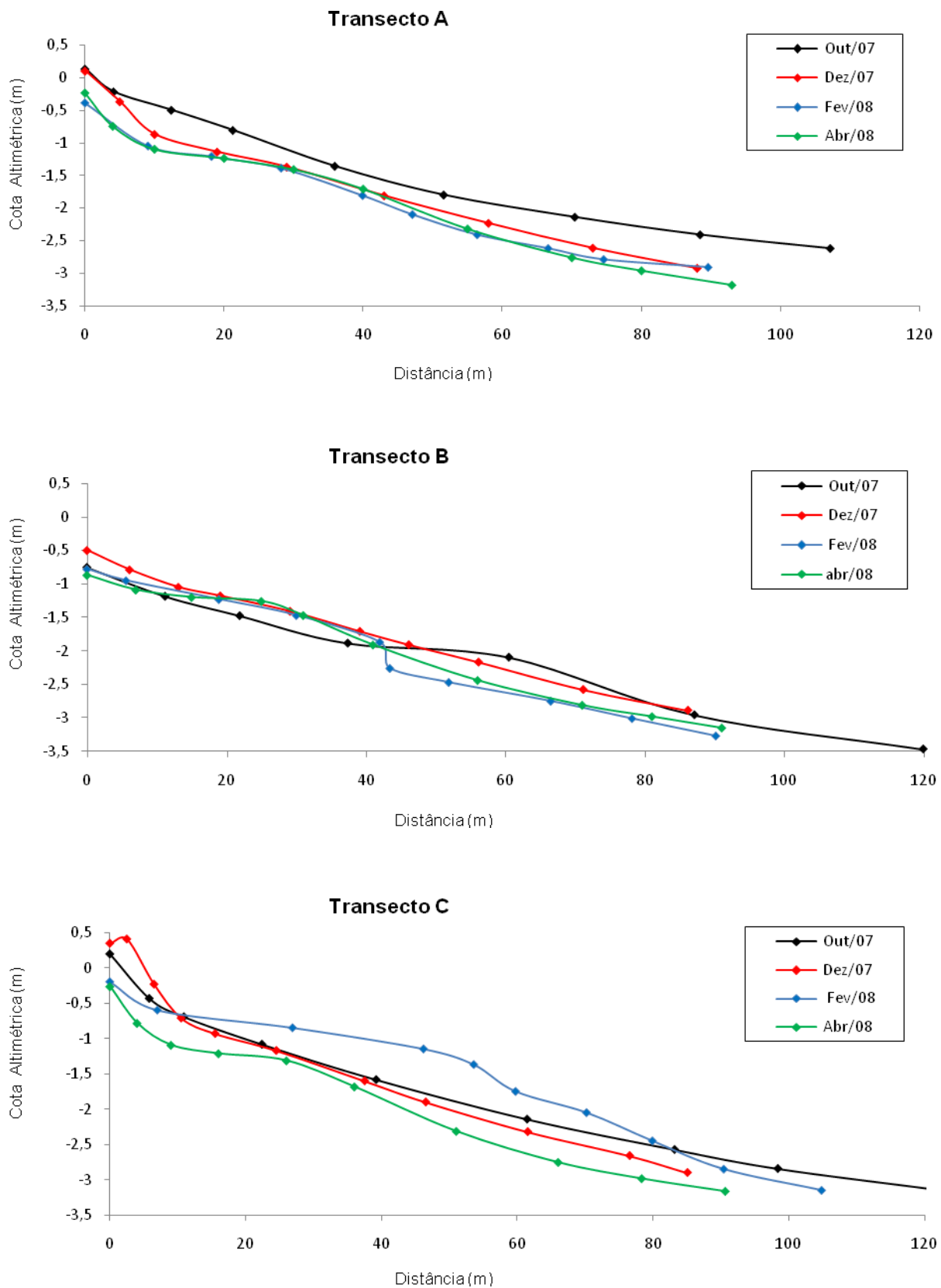


FIGURA 21 – PERFIS PRAIAIS COM TRANSECTOS A, B E C DO BALNEÁRIO GRAJAÚ

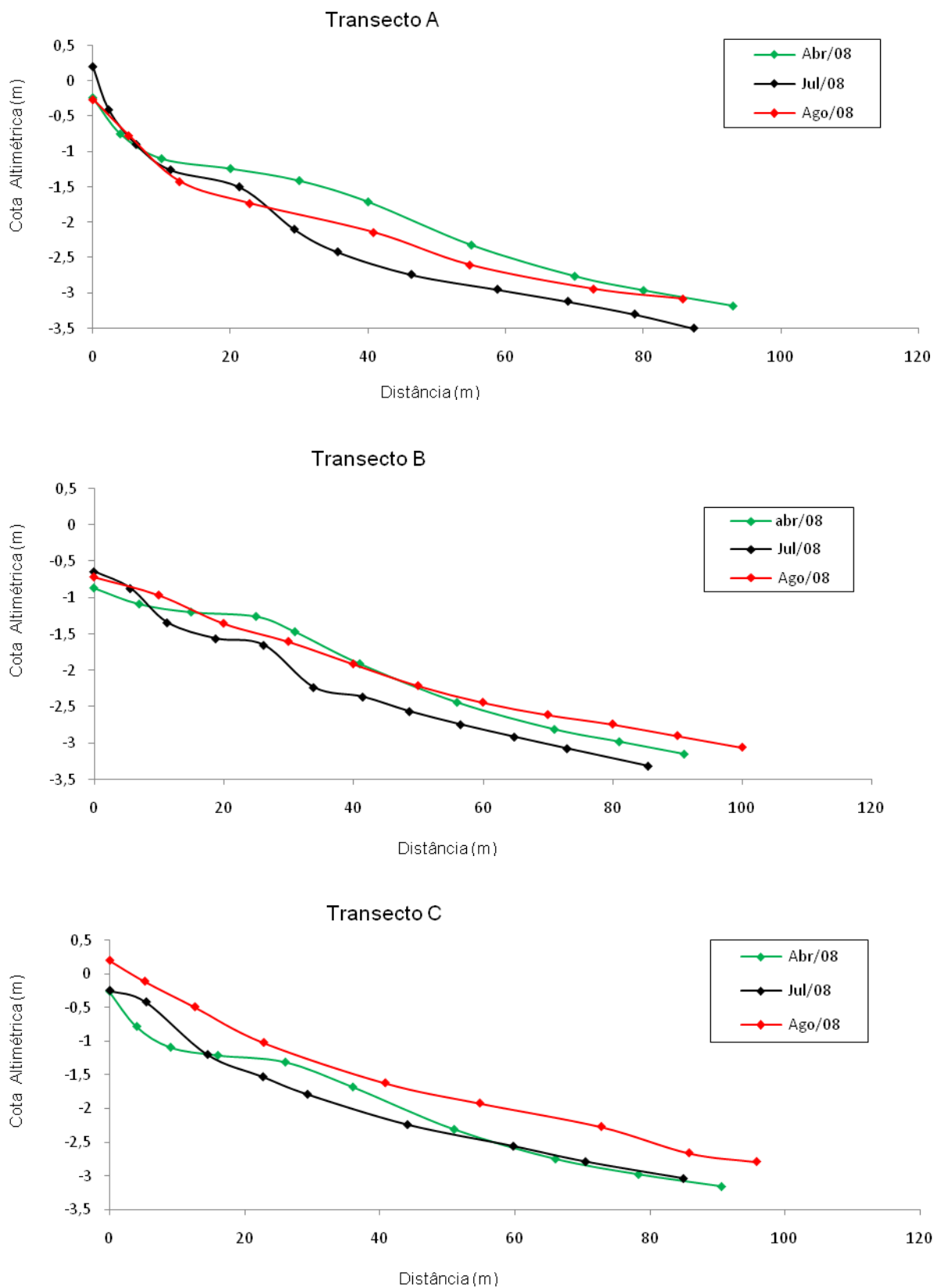


FIGURA 22 – PERFIS PRAIAIS COM TRANSECTOS A, B E C DO BALNEÁRIO GRAJAÚ

6.1.2 Perfil Carmery

O perfil Carmery obteve uma pequena deposição de 6,47 m³ de sedimentos entre os meses de outubro de 2007 e abril de 2008 (TABELA 2), período marcado por erosão entre outubro e dezembro de 2007 (-432,03 m³) e acresção entre dezembro de 2007 e abril de 2008 (+438,5 m³). A morfologia da praia apresentou pequenas variações durante este período (FIGURA 23), com o transecto C sendo responsável pela maior variação morfológica. Chama a atenção a gênese de uma berma entre os meses de fevereiro e abril de 2008 nos transectos B e C no início da antepraia (FIGURAS 23 e 25).

Entre os meses de abril e julho de 2008 ocorreu no perfil Carmery a maior variação volumétrica com 816,06 m³ de sedimentos removidos (TABELA 2). A berma que havia se formado nos transectos B e C foi totalmente erodida, fato que deixou esses transectos praticamente sem nenhuma feição morfológica e semelhantes a uma reta (FIGURA 24 e 26). O ultimo perfil amostrado, em agosto de 2008, apresentou em relação a julho de 2008 acresção de 600 m³ de sedimentos, porém a variação volumétrica total do perfil Carmery foi negativa, com erosão de 209,2 m³ de sedimentos (TABELA 2 e FIGURA 27).

TABELA 2 – BALANÇO VOLUMÉTRICO DE SEDIMENTOS ERODIDOS (-) OU DEPOSITADOS (+), EM METROS CÚBICOS (M³), ENTRE OS MESES DE OUTUBRO DE 2007 E AGOSTO DE 2008 NO BALNEÁRIO CARMERY

Porção	Período	Balanço Volumétrico (m ³)	Varição total (m ³)
Carmery	Out/07	-	
	Dez/07	- 432,03	
	Fev/08	+ 22,26	- 209,2
	Abr/08	+ 416,24	
	Jul/08	- 816,08	
	Ago/08	+ 600,41	

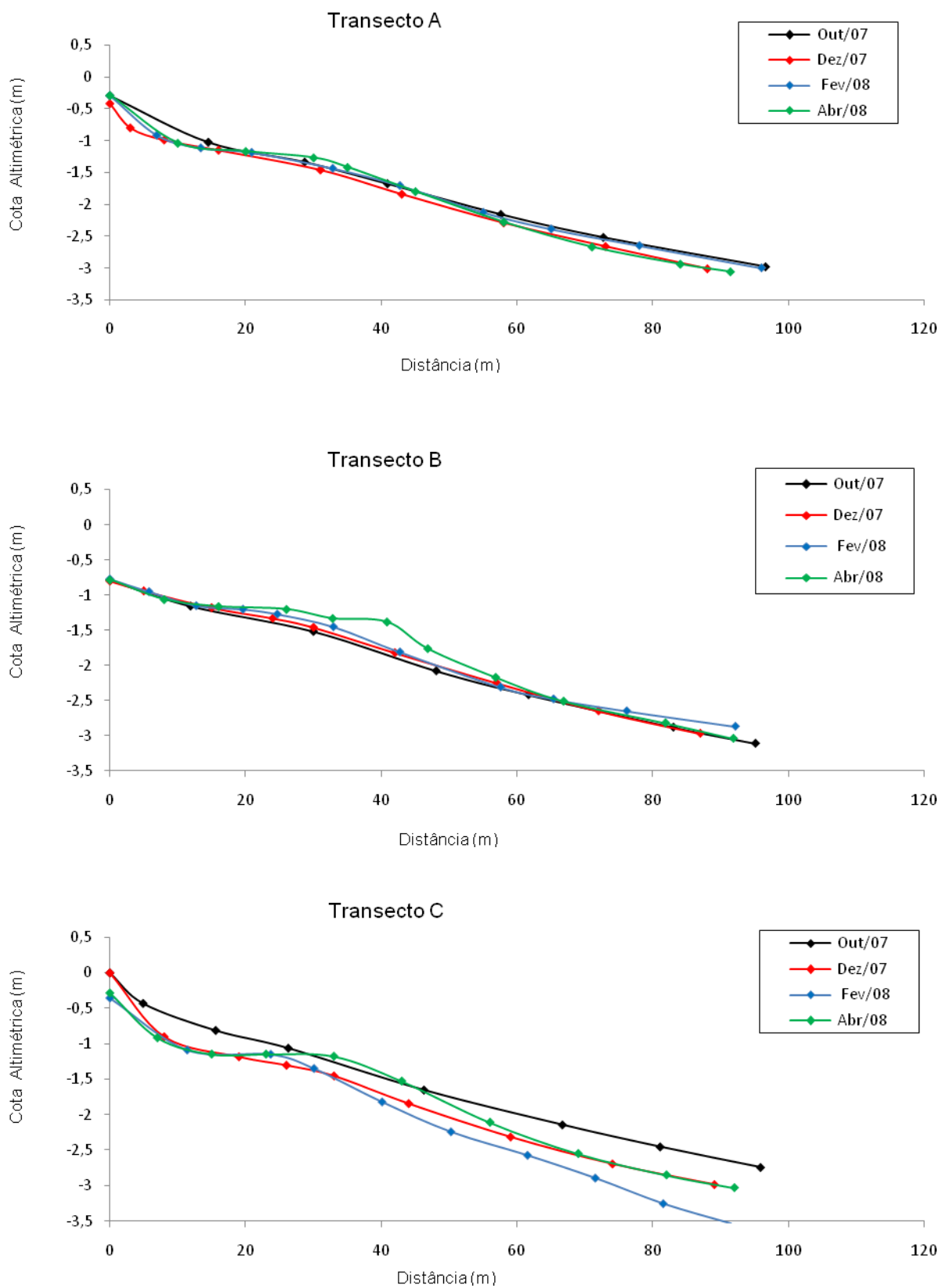


FIGURA 23 – PERFIS PRAIAS COM TRANSECTOS A, B E C DO BALNEÁRIO CARMERY

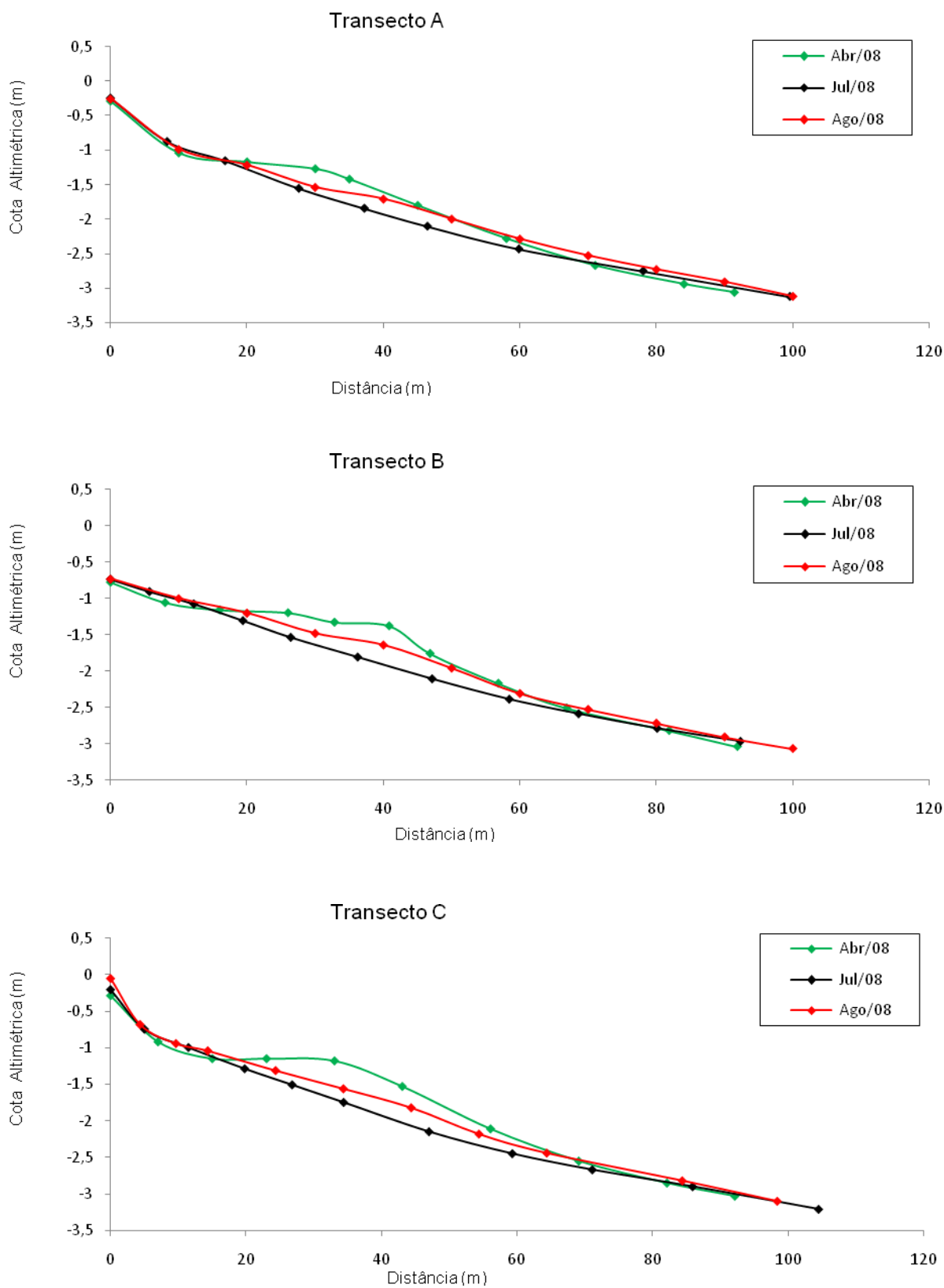


FIGURA 24 – PERFIS PRAIAIS COM TRANSECTOS A, B E C DO BALNEÁRIO CARMERY

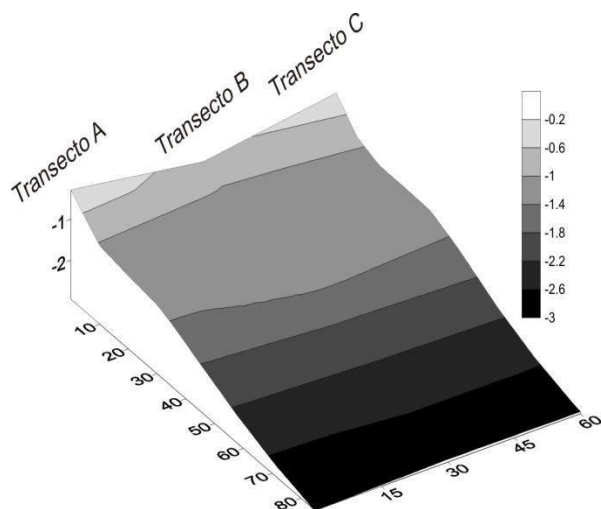


FIGURA 25 – TOPOGRAFIA PRAIAL NO MÊS DE ABRIL DE 2008, TODOS OS NÚMEROS ESTÃO NA UNIDADE DE METRO

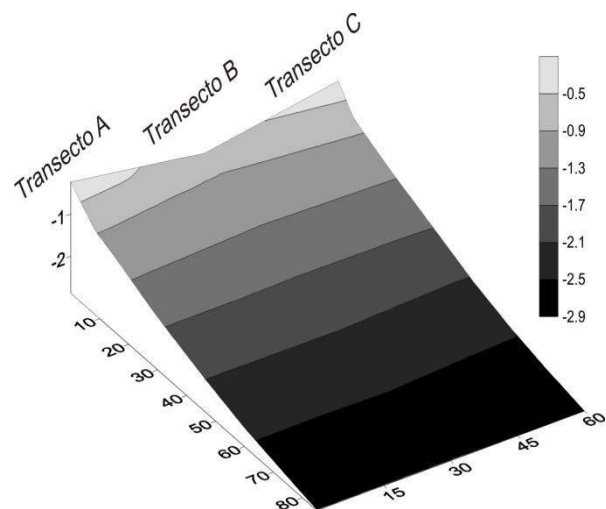


FIGURA 26 – TOPOGRAFIA PRAIAL NO MÊS DE JULHO DE 2008, TODOS OS NÚMEROS ESTÃO NA UNIDADE DE METRO

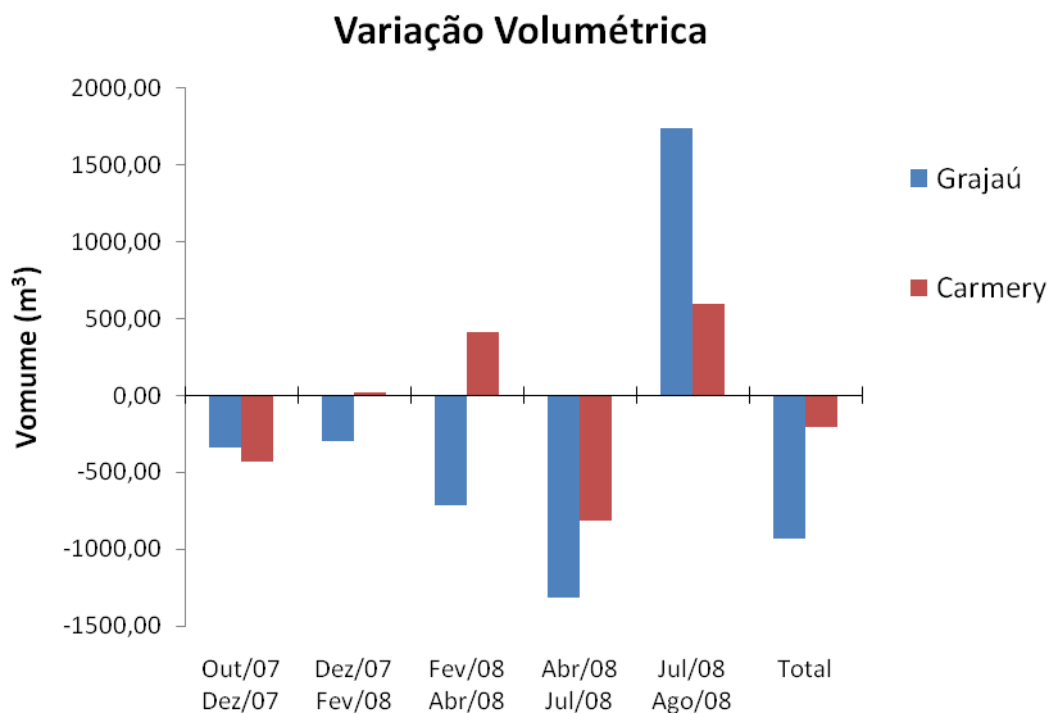


FIGURA 27 – VARIAÇÕES VOLUMÉTRICAS DOS BALNEÁRIOS GRAJAÚ E CARMERY ENTRE OS MESES DE OUTUBRO DE 2007 E AGOSTO DE 2008

6.2 Variações da Linha de Vegetação

A linha de vegetação que foi usada como parâmetro para decidir o primeiro ponto de amostragem do perfil apresentou variações relativamente pequenas durante o ano. No perfil Grajaú a vegetação avançou 1,5 m em direção ao mar entre outubro de 2007 e dezembro de 2007. Nos meses de fevereiro e abril de 2008 a vegetação apresentou 2 m de avanço em relação à primeira coleta. Em julho e agosto de 2008 houve um avanço de mais 0,5 m, que resultou em um avanço total de 2,5 m da linha de vegetação no perfil Grajaú.

No perfil Carmery houve um avanço de apenas 0,5 m entre outubro de 2007 e fevereiro de 2008. No mês de abril de 2008 foi detectado mais 0,5 m de avanço, que foi mantido até a coleta de agosto de 2008, com um avanço total de 1 m da linha de vegetação.

6.3 Parâmetros Sedimentológicos

Os resultados obtidos com as análises laboratoriais mostraram que das 108 amostras de sedimento coletadas 107 pertencem a classe de areia fina e apenas 1 pertence a classe areia muito fina. O diâmetro médio dos grãos variou entre $3,045\Phi$ (Grajaú - Outubro/07 - transecto C - linha de costa) e $2,19\Phi$ (Grajaú - Agosto/08 - transecto B - meio da praia), com a média geral sendo $2,60\Phi$, mesmo valor das médias individuais dos perfis (TABELA 3).

No perfil Grajaú os grãos aumentaram no meio da praia e na linha d'água a partir de fevereiro de 2008, porém no mês de agosto o diâmetro médio apresenta uma pequena queda na linha d'água enquanto continua a aumentar no meio da praia. No perfil Carmery é difícil estabelecer um padrão para a variação temporal, pois existiu alternância do diâmetro médio durante as coletas. Tanto a linha de vegetação como a linha d'água tiveram o mesmo comportamento, com exceção do

mês de julho de 2008 em que houve aumento no tamanho dos grãos na linha d'água e diminuição na linha de vegetação.

De uma maneira geral é possível perceber que os sedimentos mais grossos se concentraram na linha d'água em ambos os perfis, e no mês de agosto de 2008 o perfil Grajaú apresentou a maior média para o diâmetro médio enquanto no perfil Carmery os grãos mais grossos foram registrados em dezembro de 2008 (TABELA 3).

TABELA 3 - DIÂMETRO MÉDIO EM Φ PARA OS PERFIS GRAJAÚ E CARMERY

Perfil Grajaú	Out/07	Dez/07	Fev/08	Abr/08	Jul/08	Ago/08	Média Geral
Linha de vegetação	2,73	2,49	2,62	2,67	2,65	2,58	2,63
Meio da praia	2,50	2,73	2,71	2,70	2,65	2,44	2,62
Linha d'água	2,46	2,74	2,65	2,50	2,44	2,47	2,54
Média por mês	2,56	2,65	2,66	2,62	2,58	2,50	2,60
Perfil Carmery							
Linha de vegetação	2,59	2,48	2,59	2,64	2,80	2,53	2,60
Meio da praia	2,59	2,67	2,64	2,61	2,88	2,61	2,67
Linha d'água	2,39	2,36	2,60	2,64	2,57	2,54	2,51
Média por mês	2,52	2,50	2,61	2,63	2,75	2,56	2,60

O grau de seleção variou entre muito bem selecionada e moderadamente selecionada, sendo a classe muito bem selecionada correspondente a 46% das amostras. Já a classe bem selecionada representa 52%, enquanto apenas 2% (1 amostra) pertence à classe moderadamente selecionada. No perfil Grajaú a predominância dos sedimentos foram da classe muito bem selecionada, sendo que o perfil Carmery apresentou a maior parte das amostras pertencentes à classe bem selecionada (FIGURA 28).

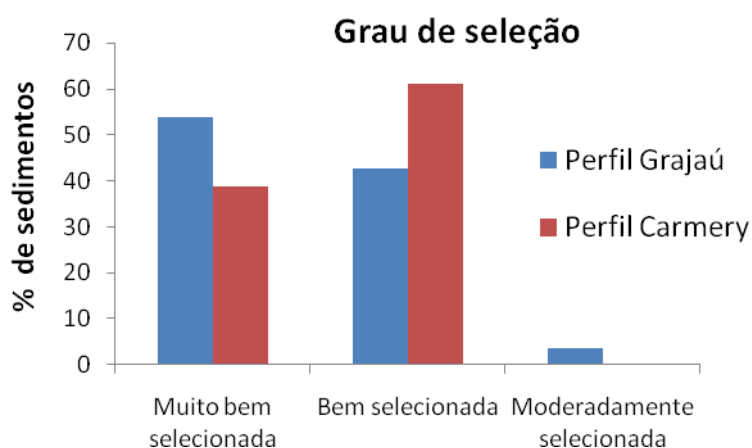


FIGURA 28 – COMPARAÇÃO DO GRAU DE SELEÇÃO DOS SEDIMENTOS ENTRE O PERFIL GRAJAÚ E CARMERY

A seguir as FIGURAS 29 e 30 mostram o histograma dos valores extremos do grau de seleção encontrados durante o estudo.

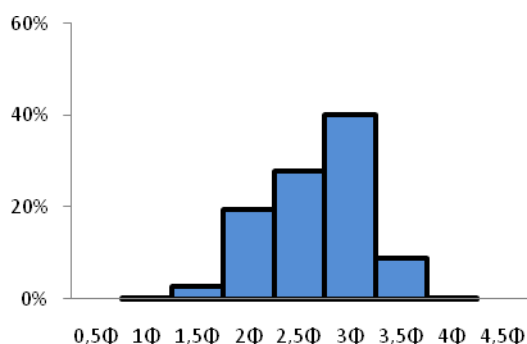


FIGURA 29 – VALOR MÁXIMO DO GRAU DE SELEÇÃO 0,5287 (MODERADAMENTE SELECIONADA) - AMOSTRA DO PERFIL GRAJAÚ COLETADA NO MÊS DE OUTUBRO/07 NO TRANSECTO A E REGIÃO DA LINHA D'ÁGUA

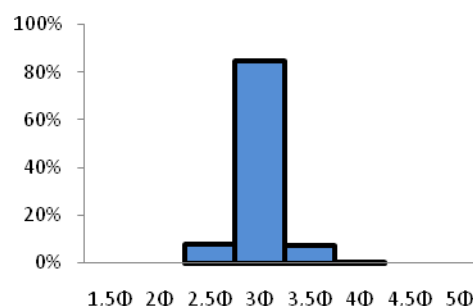


FIGURA 30 – VALOR MÍNIMO DO GRAU DE SELEÇÃO 0,234 (MUITO BEM SELECIONADA) - AMOSTRA DO PERFIL GRAJAÚ COLETADA NO MÊS DE ABRIL/07 NO TRANSECTO A E REGIÃO DO MEIO DA PRAIA

Os valores do teor de carbonato de cálcio das amostras variaram entre 4,05% e 0% com a média geral sendo 1,64%. O mês de agosto de 2008 apresentou as maiores médias no teor de carbonato, já o perfil Grajaú teve média de 2,24% enquanto o perfil Carmery apresentou média de 2,26%. As médias dos teores de carbonato de cálcio por regiões dos transectos mostraram uma maior concentração

de carbonatos na linha d'água, já a linha de vegetação apresenta as menores concentrações.

As variações nos teores de matéria orgânica foram pequenas. O maior valor foi de 5,8% enquanto o menor foi 0% e a média geral foi 0,66%. Somente 12,2% das amostras apresentaram teores de matéria orgânica maiores que 1%, sendo que a linha d'água e o meio da praia apresentaram as maiores médias de concentração com 0,82% enquanto a linha de vegetação teve média de 0,34%. As diferenças entre os perfis foram pequenas, sendo que o perfil Carmery apresentou média de 0,71% enquanto o perfil Grajaú teve média de 0,62%, e o mês de outubro alcançou a maior concentração de matéria orgânica com 0,84%, enquanto o mês de dezembro teve as menores concentrações.

As porcentagens de sedimentos finos variaram entre 7% e 0,51%, a maior concentração média mensal aconteceu no mês de agosto de 2008 (4,05%) e a menor no mês de abril de 2008 (1,45%), já a média de cada perfil e a média geral foram de 2,51%.

6.4 Vazão do canal

A desembocadura do Rio Olho D'Água sofreu grandes variações durante o período de estudo, entre outubro de 2007 e fevereiro de 2008 a largura se manteve próxima aos 6 m, porém entre fevereiro de 2008 e abril de 2008 houve um aumento de 12,5 m de seção transversal (TABELA 4). Em agosto de 2008 a desembocadura atingiu 22 m de largura, ou seja, em dez meses o aumento foi de 16 m. A profundidade média sofreu pequenas variações durante o estudo, a maior média foi coletada no mês de abril de 2008 com 46,6 cm e a menor profundidade média ocorreu na coleta seguinte, julho de 2008, com 28,2 cm (TABELA 4). Ao observar as cinco profundidades amostradas em cada seção transversal é possível perceber que a margem sul é muito mais profunda do que a margem norte, chegando a profundidades de 80 cm nos meses de dezembro de 2007 e abril de 2008.

Entre os meses em que foi possível coletar a vazão, merece destaque o mês de fevereiro de 2008 que apresentou 3,04 m³/s de vazão, valor 6 vezes maior do que

a segunda maior vazão que aconteceu em abril de 2008 (TABELA 4). A velocidade da corrente foi de 1,4 m/s para fevereiro de 2008, 0,175 m/s para dezembro de 2007 e 0,05 m/s para abril de 2008.

TABELA 4 – PARÂMETROS DA DESEMBOCADURA DO CANAL

Mês	Largura (m)	Prof. Média (cm)	Vazão m³/s	Corrente m/s
Out/07	6	34,2	0	
Dez/07	6,5	34,8	0,39585	0,175
Fev/08	6,8	32	3,0464	1,4
Abr/08	19,3	46,6	0,44969	0,05
Jul/08	19	28,2	0	
Ago/08	22	30,2	0	

6.5 Monitoramento da desembocadura

Após 10 meses de coleta foi possível observar variações significativas no leito móvel do Rio Olho D'Água que migra sobre a praia (FIGURA 31). No mês de outubro de 2007 apenas 226 m separavam a parte fixa do Rio até seu encontro com o mar (TABELA 5). Neste mês, ficou evidente que o curso que migrava sobre a praia havia sido retificado por máquinas, pois as margens apresentavam marcas de escavadeira e o curso do Rio sobre a antepraia estava totalmente retilíneo. Entre outubro e dezembro de 2007 a migração foi de 108 m, maior migração entre coletas, porém foi em fevereiro de 2008 em que a migração atingiu seu ponto mais a norte chegando a 197 m em relação a outubro de 2007. Nos meses entre fevereiro de 2008 e julho de 2008 houve um recuo de 138 m para sul, e no último registro, em agosto de 2008, a desembocadura do Rio migrou 22 m para norte. O maior comprimento para o leito meandrante sobre a praia foi registrado em fevereiro de 2008 com 389 m, porém manchas características do leito mostravam que a vazão havia avançado mais a norte.

Mapa da variação da desembocadura do Olho D'Água

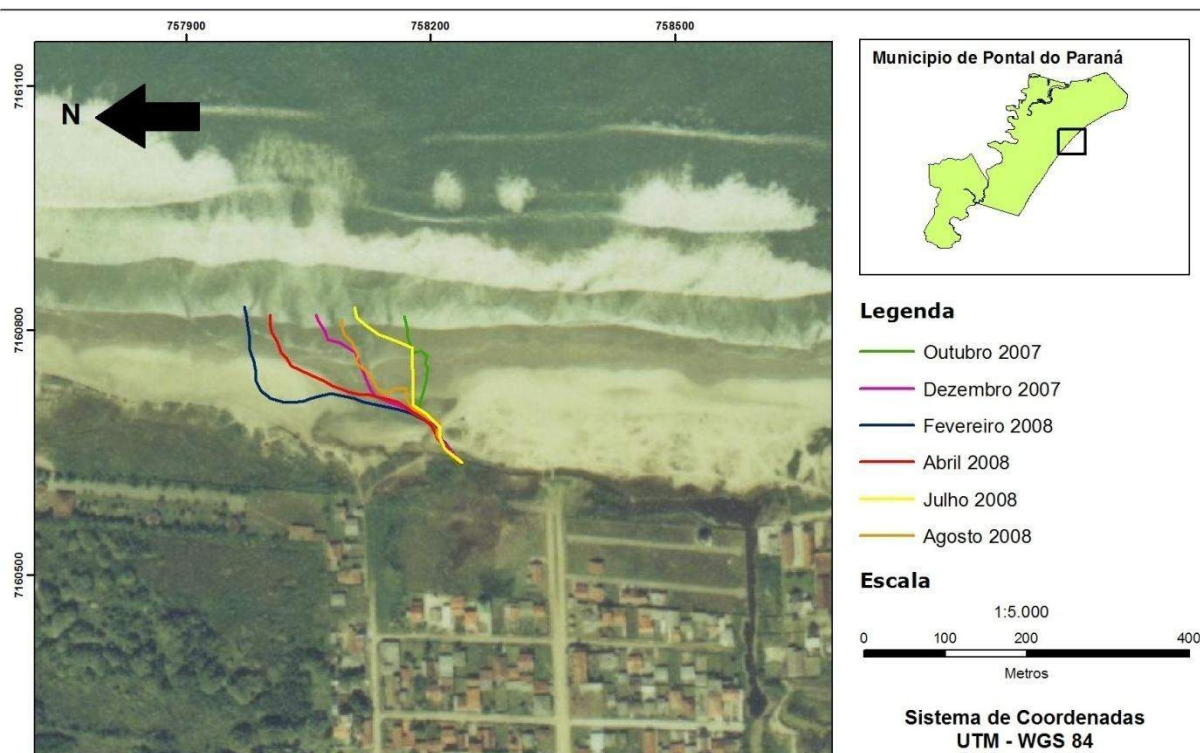


FIGURA 31 – MAPA DA MIGRAÇÃO DA DESEMBOCADURA DO RIO OLHO D'ÁGUA ENTRE OUTUBRO DE 2007 E AGOSTO DE 2008

TABELA 5 – COMPRIMENTO DO LEITO MÓVEL MONITORADO A PARTIR DE PONTO FIXO E MIGRAÇÃO DO CANAL – OS VALORES NEGATIVOS REPRESENTAM MIGRAÇÃO PARA SUL

Mês	Comprimento Total (m)	Migração (m) por mês	Migração (m) Total
Out/07	226	0	0
Dez/07	269	108	108
Fev/08	389	89	197
Abr/08	317	-34	163
Jul/08	259	-104	59
Ago/08	264	22	81

6.6 Agitações Marítimas

A TABELA 6 mostra os avisos de ressaca emitidos pela Marinha do Brasil para área Charlie para o período entre 26/10/2007 a 17/08/2008. Houve uma grande

variação dos avisos durante o ano, sendo que entre abril e julho de 2008 foram emitidos 10 avisos de ressaca, número que supera todos outros avisos emitidos.

TABELA 6 – AVISOS DE RESSACAS EMITIDOS PELA MARINHA DO BRASIL PARA AREA CHARLIE. MODIFICADO DE PEIXOTO 2008

Período	Avisos de ressacas
26/10/07 - 15/12/07	3
15/12/07 - 25/02/08	0
25/02/08 - 23/04/08	1
23/04/08 - 03/07/08	10
03/07/08 - 17/08/08	4

7. DISCUSSÃO

Tanto o perfil Grajaú quanto o perfil Carmery apresentaram balanço volumétrico negativo para o período monitorado, porém o perfil Grajaú mostrou-se mais sensível às variações morfológicas e volumétricas (FIGURAS 21, 22, 23, 24 e 27). Em uma análise das variações volumétricas dos perfis relacionadas aos avisos de ressaca emitidos pela Marinha (TABELA 6), é possível perceber que o perfil Carmery apresentou maior relação com a agitação marítima do período. Já o perfil Grajaú, em períodos favoráveis a acresção de sedimentos, como entre os meses de dezembro de 2007 e abril de 2008 em que existiu somente um aviso de ressaca, teve 1.013,76 m³ de sedimentos erodidos (TABELA 1). O perfil Carmery, para o mesmo período, apresentou acresção de 438,5 m³ de sedimentos (TABELA 2).

A maior erosão que ocorreu entre abril e julho de 2008 (FIGURA 27) pode ser explicada por 10 avisos de ressaca emitidos pela Marinha (TABELA 6), aonde o perfil Grajaú teve 504,32 m³ de sedimentos erodidos a mais do que o perfil Carmery, fato que demonstra uma maior fragilidade as condições ambientais do perfil Grajaú. A grande deposição de sedimentos registrada no perfil Grajaú durante julho e agosto de 2008, em pleno inverno, também foi registrado no perfil Carmery, só que em menores proporções (FIGURA 27). Gobbi (1997) diz que durante eventos erosivos associados a tempestades os sedimentos são retirados da praia e depositados como uma barra na direção costa afora. As forças construtivas que ocorrem após as tempestades agem movendo a areia em direção a praia. Essa dinâmica pode explicar o grande volume de sedimentos depositados nos perfis entre julho e agosto de 2008 (+2.339,95 m³), já que no período antecedente foram erodidos 2.136,48 m³ de sedimentos nos perfis.

No balneário Atami, aproximadamente 7,5 km da área de estudo, após a passagem de um sistema frontal Quadros *et. al* (2007) registraram erosão na porção emersa de um perfil, e deposição na porção submersa, o que resultou em uma variação positiva. O fato das amostragens deste projeto terem sido feitas somente na zona emersa limita a compreensão da dinâmica sedimentar na região de estudo,

dados de topografia da zona de arrebentação poderiam mostrar um possível local de depósito de sedimentos após agitações marítimas.

A morfologia dos perfis não sofreu grandes alterações durante o estudo, porém Köhler (1996), ao amostrar durante 5 coletas um perfil topográfico realizado na desembocadura do Rio, notou grandes alterações na morfologia que foram atribuídas a evolução natural e também às modificações antrópicas na área. Köhler (1996) monitorou a região entre 1993 e 1994, anos marcados pela retificação da desembocadura do Rio e tentativa de implantação de dunas artificiais. Gobbi (1997) calculou o perfil de equilíbrio para praia do Olho D'Água e encontrou pequenas diferenças de inclinação em relação ao perfil médio. Em relação à linha de vegetação, o avanço de 2,5 m no perfil Grajaú e de 1 m no perfil Carmery não estão relacionados com a erosão encontrada no local, mas vale lembrar que os maiores avanços aconteceram entre outubro e dezembro de 2007, meses de primavera.

Os perfis Grajaú e Carmery são semelhantes em suas características granulométricas, sendo que 99% das amostras coletadas são do tipo areia fina e a média do diâmetro médio é igual para os perfis (TABELA 3). Porém, o perfil Grajaú foi o único relacionou-se com a incidência de ressacas, já que os grãos ficaram mais grossos entre abril e agosto de 2008. No perfil Carmery o mês de julho de 2008 apresentou na linha de vegetação e meio da praia as menores médias de diâmetro médio dos grãos. Com os 10 avisos de ressacas emitidos pela marinha (TABELA 6) o esperado era que os sedimentos com menor granulometria fossem levados para as barras submersas, porém eles podem ter sido carregados pelas ondas até as porções do meio da praia e linha da vegetação no perfil Carmery. Köhler (1996) obteve a média do diâmetro médio de $2,71\Phi$ para amostras na região da área de estudo, média de grãos ligeiramente mais finos do que a encontrada neste estudo que foi de $2,60\Phi$. Veiga *et al.* (2004) também encontrou predominância de areia fina na plataforma continental interna rasa da região central do litoral paranaense.

A predominância de areia fina muito bem selecionada e bem selecionada é característica da região (DEZINHO 2004; MASCARI 2007), e a variação entre perfis foi pequena, apesar de o perfil Grajaú apresentar uma maior quantidade de areia muito bem selecionada (53,7%), enquanto o perfil Carmery apresentou predominância de bem selecionada (61,1%) (FIGURA 28). Quanto ao teor de

carbonato de cálcio, matéria orgânica e sedimentos finos não foi possível identificar nenhum padrão temporal e as médias para cada perfil foram muito próximas, quando não iguais (como no caso do teor de finos).

A variação da largura do canal está relacionada com a vazão. Entre outubro de 2007 e fevereiro de 2008 a seção transversal se manteve próxima aos 6 m (TABELA 4), porém após o período de maior vazão registrada no estudo, em fevereiro de 2008, a largura aumentou para os 19,3 m no mês de abril de 2008. Entre abril e agosto de 2008, período em que quase não houve vazão registrada, o alargamento da seção transversal foi de apenas 2,7 m (TABELA 4). Períodos de elevada vazão devem erodir as laterais do canal proporcionando o alargamento da seção transversal.

O deslocamento da desembocadura durante o estudo alternou entre períodos de migração para norte e para sul. Porém a dinâmica local favorece a migração para norte, já que, em nenhum momento a desembocadura migrou para sul do ponto considerado fixo (TABELA 5). Ao relacionar os avisos de ressaca (TABELA 6) com os totais de migração (TABELA 5), é possível observar que no período entre outubro de 2007 e abril de 2008, em que houve somente quatro avisos de ressaca a desembocadura migrou 163 m para norte. Entre dezembro de 2007 e fevereiro de 2008, período em que não houve aviso de ressaca a migração foi de 89 m para norte, e a desembocadura atingiu seu máximo deslocamento a norte. No período entre abril e julho de 2008 em que foram emitidos 10 avisos de ressaca a desembocadura migrou 104 m para sul, ficando a 59 m da posição inicial registrada em outubro de 2007 (FIGURA 31). Pode-se concluir que agitações marítimas não favorecem a migração da desembocadura para norte, talvez pelo motivo da ação das ondas cobrirem com sedimentos o canal migrante que está sobre a praia e obstruir sua saída para mar.

Os dados de variações morfológicas e volumétricas dos perfis Grajaú e Carmery não apresentam relações com a migração da desembocadura. A distância dos perfis com a desembocadura pode ser a razão para falta de relação entre os dados.

Dominguez, Bittencourt & Martin (1983) atribuíram a migração da desembocadura de grandes rios brasileiros a elevadas descargas fluviais.

Infelizmente, os registros de migração e vazão obtidos neste estudo são pontuais, para uma melhor interpretação da migração é necessária a obtenção de dados com melhores escalas temporais.

8. CONSIDERAÇÕES FINAIS

Os dados levantados neste estudo sugerem que a migração da desembocadura apresenta características oscilatórias, já que, após um grande deslocamento para norte (197 m) a desembocadura recuou e chegou a ficar a 59 m da origem das medições. As praias dos balneários Grajaú e Carmery apresentaram tendência erosiva durante o estudo, sendo que a praia do balneário Grajaú mostrou-se mais sensível as variações hidrodinâmicas.

Intervenções antrópicas alteram a dinâmica da desembocadura todos os anos, moradores do local abrem a desembocadura (geralmente em setembro) próxima ao ponto considerado fixo para evitar que esta desembocadura migre para norte até as estruturas dos pescadores. Os resultados deste projeto sugerem que esta intervenção não é necessária, pois o recuo para sul da parte migrante ocorreu naturalmente. Porém, um monitoramento mais longo da migração é aconselhável para melhor entendimento desta dinâmica.

Caso os balneários Olho D'Água e Carmery passem por um processo de intensa erosão, sugere-se que o Rio seja reaberto no local de sua antiga foz (ao lado do perfil Grajaú), solução aplicada no Parque Estadual de Itaúnas – ES. Neste local, foi aberta uma foz artificial a 3 km a norte da foz natural do Rio Itaúnas para evitar que a deriva litorânea, orientada para sul, continuasse favorecendo a erosão e migração da desembocadura para sul que colocava em risco as estruturas de um hotel (CEPEMAR, 2002).

Para o desenvolvimento de futuras pesquisas na região, ficam as seguintes sugestões:

- Utilizar a FIGURA 31 para definir perfis na área migrante do Rio com o objetivo de melhor mensuração dos efeitos da desembocadura na praia
- Coletar sedimento em pontos no canal do Rio para caracterização granulométrica do mesmo; e

- Fazer o monitoramento por GPS e coletar dados da vazão antes e depois de períodos com grandes precipitações.

9. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

AMORIM, D. C.; CAMPION, G. L.; OMENA, E. C.. Importância ecofisiográfica e socioeconômica da berma na região da Praia do Francês (Marechael Deodoro – AL). Congresso de Ecologia do Brasil, VIII, 2007, Caxambu. **Anais**, Caxambu, 2007.

ANGULO, R. J. **Geologia da planície costeira do estado do Paraná**. 334 p. Tese (Doutorado em Geologia Sedimentar) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 1992.

ANGULO, R. J. Variações na configuração da linha de costa no Paraná nas últimas quatro décadas. **Boletim Paranaense de Geociências**. Curitiba, n. 41, p. 52-72, 1993.

ANGULO, R. J. Problemas na terminologia de ambientes e subambientes litorâneos clásticos dominados por ondas. **Boletim Paranaense de Geociências**. Curitiba, n.44, Curitiba, p.51-57, 1996

ANGULO, R. J. Mapa do Cenozóico do litoral do Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências**. Curitiba, n. 55, p. 25-42, 2004.

ANGULO, R. J.; SOARES, C. R.; MARONE, E.; SOUZA, M. C.; ODRESKI, L. L. R.; NOERNBERG, M. A. Paraná. In: MUEHE, D. **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2006. p. 347-400.

BRAOWN et al. 1989. Waves, tides and shallow waves process. In: **Open University Oceanography Course Team**. Oxford: Pergamon Press in association with the Open University, 1989. 187p.

BRUM, E.V.P. **Verificação e classificação de níveis de acordo com normas internacionais**. 77 f. Dissertação (mestrado em Ciências Geodésica) - Centro de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

CAMARGO, M. G. SysGran: Um sistema de código aberto para análises granulométricas de sedimento. **Rev. Bras. Geoc.**, v. 36, n. 2, p. 371-378. 2006.

CEPEMAR. **Plano de manejo do Parque Estadual de Itaúnas**. Vitória: CEPEMAR, 2002.

COLIT - CONSELHO DO LITORAL. **Plano Diretor de Desenvolvimento Urbano**. 2002. Disponível em: <<http://www.pr.gov.br/sema/>> Acesso em: 03/03/2008.

DEZINHO, H. **Estudo da dinâmica praias como subsídio à gestão costeira do balneário Pontal do Sul, PR**. 56 p. Monografia – Universidade Federal do Paraná. 2004.

DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; MARTIN, L.. Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas dos Rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA) Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). **Rev. Bras. Geoc.**, 11, p227-237, 1981.

DOMINGUEZ, J.M.L.; BITTENCOURT, A.C.S.P.; MARTIN, L. O papel da deriva litorânea de sedimentos arenosos na construção das planícies costeiras associadas às desembocaduras dos Rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ). **Rev. Bras. Geoc.**, 13, p98-105, 1983.

DOMINGUEZ, J.M.L. Deltas dominados por ondas: Críticas às idéias atuais com referencia particular ao modelo de Coleman & Wright. **Rev. Bras. Geoc.**, 20, 1-4, p352-361, 1990.

FISHER, W.L.; BROWN Jr., L.F.; SCOTT, A J.; McGOWEN, J.H. Delta systems in the exploration of oil and gas. **Bureau of Economic Geology**, Univ. do Texas. 212p, 1969.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos River Bay: study of the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 27, p. 3-27. 1957.

GOBBI, E. F. Gerenciamento Costeiro: **Análise de Casos do Litoral do Paraná sob a Perspectiva da Engenharia Costeira**. 277 p. Tese (Doutorado em Eng. Oceânica) - COPPE-UFRJ, Rio de Janeiro. 1997

IPARDES. **Zoneamento da APA de Guaraqueçaba**. Curitiba: 2001.

IPARDES. **Macrozoneamento da APA de Guaraqueçaba**. Curitiba: 1990.

KENNETT J. P. **Marine geology**. Englewood Cliffs: Prentice hall, 1982.

KOEHLER, P.H.W. **Análise espacial das formas de intervenção antrópica no parque da restinga, Pontal do Paraná – PR**. 66 p. Monografia – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2006.

K ÖHLER, V. B. **De Pontal do Sul a Praia de Leste/PR – estudo de geomorfologia costeira**. 221 p. Tese (Doutorado em Geografia Física) – Universidade de São Paulo, São Paulo, 1996.

LIMA, M. G. P. **Controle da Erosão em Praias Arenosas pelo Método de Recifes Submersos: Praia Brava de Matinhos – PR**. 81 p. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos) – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

Manual de instruções: GPS 12 - **Garmin software 4.6**.

Manual de instruções: Fluxômetro - **General Oceanics Digital Flowmeter Mechanical and Electronic Operators Manual** – disponível em <<http://www.GeneralOceanics.com>> – Acesso em 02/05/2009.

MARONE E. & CAMARGO R. Marés meteorológicas no litoral do Estado do Paraná: o evento de 18 de agosto de 1993. **Nerítica**, Curitiba: n. 8, 73-85. 1994.

MARTIN, L.; SUGUIO, K.; FLEXOR, J.M.; TESSLER, M.; EICHLER, B.B. Roundness in Holocene sands of the Paraíba do Sul coastal plain, **Journal of Coastal Research**, Rio de Janeiro, 1, 343-351. 1985.

MARTIN, L.; SUGUIO, K. Excursion route along the coastal plains of the states of Paraná and Santa Catarina. In: **International symposium on sea level changes and quaternary shorelines**, São Paulo: (Special Publication n. 1) 1986. p.124.

MARTINS, G. J. **Dinâmica da zona de arrebatamento e suas potenciais conseqüências no transporte de sedimentos na costa adjacente à desembocadura sul do complexo estuarino de Paranaguá – PR**. Dissertação (Pós graduação em geologia – geologia ambiental) - Setor de Ciências da Terra, UFPR, Curitiba, 2002.

MASCARI, M. K. **Dinâmica morfo-sedimentar das praias do balneário Pontal do Sul, PR. 107 p.** Monografia – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

MELO, F.T.L. **Aspectos morfo-dinâmicos do complexo lagunar Nísia Floresta-Papeba-Guaraíras, região costeira sul oriental do RN.** 74 p. Dissertação (Programa de pós graduação em Geodinâmica e Geofísica) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2000.

MENDONÇA, F. & DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia: noções básicas e climas do Brasil.** Edição. São Paulo: Oficina de Textos, 2007.

MIQUELANTE, F. ; KOLM, H. E. ; SIQUEIRA, A. . Indicadores microbiológicos de poluição fecal na desembocadura da Gamboa Olho d'Água, Paraná: subsídio para o monitoramento da balneabilidade no Brasil. In: CONGRESSO LATINOAMERICANO DE CIÊNCIAS DO MAR, XII, 2007, Florianópolis. **Livro de resumos, v. 1.** Florianópolis. 2007. P.116-117.

MIRANDA, J. **IMPACTOS URBANOS CAUSADOS SOBRE O CANAL – DEPARTAMENTO NACIONAL DE OBRAS E SANEAMENTO (DNOS), NO BALNEÁRIO PRAIA DE LESTE, MUNICÍPIO DE PONTAL DO PARANÁ – PR.** 45 p. Monografia (Licenciatura Plena em Geografia) - Instituto Superior do Litoral do Paraná – ISULPAR, Paraná, 2006.

MUEHE, D. **Erosão e progradação do litoral.** Brasília: MMA, 2006.

NOERNBERG M. A. **Processos morfodinâmicos no complexo estuarino de Paranaguá – Paraná – Brasil. Um estudo a partir de dados in situ e LandSat TM.** 180 p. Tese de Doutorado - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2001.

NOERNBERG, M. A.; QUADROS, C. J. L.; ANGELOTTI, R.; MARONE, E. Banco de dados sobre as praias do Estado do Paraná. **Boletim Paranaense de Geociências,** Curitiba, n. 60-61, p. 89-96. 2007.

Plano Diretor de Urbanização de Pontal do Paraná, disponível em <<http://www.meioambiente.pr.gov.br/modules/conteudo/conteudo.php?conteudo=114>>. Acesso em: 14/10/2009.

PEIXOTO, A. C. **Monitoramento topo-sedimentar do istmo arenoso de Nova Brasília, Ilha do Mel, litoral do Paraná.** 73 p. Monografia – Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2008.

PORTOBRAS – EMPRESA DE PORTOS DO BRASIL. **Campanha de medições de ondas em Paranaguá – PR, período 21.08.1982 a 21.01.1983.** Rio de Janeiro: Inst. Pesq. Hidrog. (INPH), Div. Lev. (DIDELE), 1983. 23 p. Relatório técnico.

PROJETO Orla. **Subsídios para um projeto de gestão.** Brasília: MMA e MPO, 2004.

QUADROS, J. L.; MARONE, E.; ANGULO, R. J.; MARTINS, G. J.; NETO JR., J. P. B. Dinâmica morfosedimentar associada à incidência de sistemas frontais em duas praias do litoral paranaense. **Boletim Paranaense de Geociências.** Curitiba, n. 60-61, p. 65-74, 2007.

REMAC. **Evolução sedimentar holocênica da plataforma continental e do talude do sul do Brasil.** Rio de Janeiro: Petrobrás, CENPES, DINTEP, 1977. 96 p. Série Projeto REMAC, n. 2. Reconhecimento global da margem continental brasileira

SAMPAIO, R. Ocupação das orlas das praias paranaenses pelo uso balneário. **Desenvolvimento e Meio Ambiente,** n. 13, Editora UFPR, p. 169-186, 2006.

SIQUEIRA, A. ; KOLM, H. E. ; MACHADO, E. da C. . Avaliação da qualidade da água de gamboas do município de Pontal do Paraná, Paraná, Brasil. In: Congresso Latinoamericano de Ciências do Mar, XII, 2007, Florianópolis. **Livro de resumos, v. 1.** Florianópolis. 2007. p.116-116.

SEPL & ADEA (Org.BIGARELLA, J.J.) **A Serra do Mar e a porção oriental do estado do Paraná: um problema de segurança ambiental e nacional: contribuição à geografia, geologia e ecologia regional.** Curitiba:1978. Relatório

SILVA, C. G.; PATCHINEELAM, S. M.; NETO, J. A. B.; PONZI, V. R. A. Ambientes de Sedimentação Costeira e Processos Morfodinâmicos Atuantes na Linha de Costa. In: BAPTISTA NETO, J. A.; PONZI, V. R. A.; SICHEL, S. E. **Introdução à Geologia Marinha.** Rio de Janeiro: Interciência, 2004. p. 175-218.

SOARES, C. R. **Projeto de regeneração da linha de costa na orla do Condomínio Marissol, município de Paranaguá.** Paranaguá: Convênio D'Villa Real, 1994. 22p. Relatório técnico UFPR-CEM.

SOARES, C. R; PARANHOS, A. C. F; SOUZA, M. C; BRANCO, J. C; FABIANOVICZ, R; FILHO, H. J. P; KOGUI, J. S. Variações da Linha de Costa no

Balneário Pontal do Sul (PR) no Período 1953-1993: Um Balanço Sedimentar. **Boletim Paranaense de Geociências**, Curitiba, 42:161-171. 1994.

SOUZA, M. C. **Estatigrafia e evolução das barreiras holocênicas paranaenses**. Tese de Doutorado. 99 p. Programa de pós-graduação em Geologia - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2005.

SUGUIO, K. **Introdução à Sedimentologia**. São Paulo: Edgard Blucher/EDUSP, 2003.

SUGUIO, K. **Dicionário de geologia marinha**. São Paulo: Ta. Queiroz, 1992.

SURFER. **User's Guide**. USA: Golden Software Inc., 2003.

TESSLER, M.G.; GOYA, S.C.. Processos Costeiros Condicionantes do Litoral Brasileiro. **Revista do Departamento de Geografia**. São Paulo: Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo n.17 p.11-23, 2005.

VEIGA, F.A.; ANGULO, R. J.; MARONE, E.; BRANDINI, F. P. Características sedimentológicas da plataforma continental interna rasa na porção central do litoral paranaense. **Boletim Paranaense de Geociências**. Curitiba: n. 55, p. 67-75, 2004.

WRIGHT, L.D & SHORT, A.D. Morphodynamics of beaches and surf zone in Australia. In: KOMAR, P.D. **Handbook of coastal processes and erosion**. . Flórida: CRC Press, 1983. p. 35-64.

WRIGHT, L.D. & SHORT A.D. Morphodynamic variability of surf zones and beaches A synthesis. **Marine Geology**, v. 56 p. 93-118, 1984.