

Universidade Federal do Paraná

RAISSA DE ARAUJO NOGUEIRA

**CARACTERIZAÇÃO BATÍMETRICA DO MAR DE ARARAPIRA, NA DIVISA
LITORÂNEA DOS ESTADOS DO PARANÁ E SÃO PAULO, BRASIL.**

Pontal do Paraná

2010

RAISSA DE ARAÚJO NOGUEIRA

**CARACTERIZAÇÃO BATÍMETRICA DO MAR DE ARARAPIRA, NA DIVISA
LITORÂNEA DOS ESTADOS DO PARANÁ E SÃO PAULO, BRASIL.**

Monografia apresentada ao curso de Graduação em Oceanografia, Setor de Ciências da Terra da Universidade Federal do Paraná, como requisito parcial à obtenção do título de Bacharel em Oceanografia.

Orientador: Prof. Dr. Eduardo Marone.

Pontal do Paraná

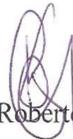
2010

TERMO DE APROVAÇÃO

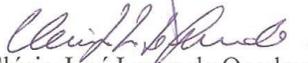
Raissa de Araujo Nogueira

“Caracterização batimétrica do mar de Ararapira, na divisa litoranea dos estados do Paraná e São Paulo, Brasil ”

Monografia aprovada como requisito parcial para a obtenção do grau de Bacharel em Oceanografia, da Universidade Federal do Paraná, pela Comissão formada pelos professores:



Prof. Dr. Carlos Roberto Soares UFPR/CEM



Msc. Clécio José Lopes de Quadros CEM



Prof. Dr. Eduardo Marone UFPR/CEM
Presidente

Pontal do Paraná, 20 de agosto de 2010.

Dedico ao meu pai, que onde quer que ele esteja tenho certeza que fez de tudo para estar comigo e me deu forças para nunca desistir de realizar meu sonho.

À minha mãe, que do jeitinho dela me deu amor, segurança e muita fé para que sempre eu pudesse levantar depois dos meus tombos.

Ao meu irmão que mesmo do jeito dele sempre esteve comigo, me apoiou, me fez rir e nunca me deixou sozinha.

Dedico também a toda a minha família que de um jeito ou de outro esteve comigo, nas horas boas e ruins, quando eu precisei e até quando eu não os queria muito perto.

Agradecimentos

Agradeço a Deus pela experiência de estar viva e assim poder realizar tudo aquilo que planejo na minha vida.

Agradeço aos meus tios todos que sempre, mas sempre que eu precisei de me ajudaram como puderam, me deram força, foram pais e mães substitutos. A Priscilla pois por mais difícil que fosse a gente se vêr, sempre estávamos juntas, é uma irmã que eu não tive.

Agradeço demais a todos meus amigos de Pontal que me agüentaram por todos esses anos, que riram, choraram e se divertiram comigo. Vocês sabem o quanto são especiais pra mim, o quanto foram necessários para me manter firme e segura, queria falar o nome de todos vocês mais tenho medo de esquecer alguns. Por tanto muito obrigada mesmo: Cacá, Kalina, Bárbara, Noele, Monica, Josi, Thais, Bot, Tinho, Marco....enfim todos que eu amo e eles sabem quem são.

Agradeço demais ao Prof. Dr Eduardo Marone pela orientação e ajuda nesse trabalho, por toda paciência e preocupação durante todos os anos que passei no GFM. Agradeço a todos os companheiros de laboratório em especial a Rafa, e ao Joaquim pela ajuda inicial quando eu não tinha nem noção de como fazer as coisas. Ao Rangel por tudo que me ensinou e como me ajudou a mexer no programa que me fez fazer esse trabalho. Ao Magrão e ao Glauco por me aturarem nas minhas crises dentro do laboratório. Enfim a todos do Grupo de Física Marinha que sabem que sempre ajudamos uns aos outros.

Quero agradecer ao CNPq e a UFPR, pelo auxilio financeiro que me deu subsídios para a minha permanência na faculdade e realização desse trabalho.

E por fim agradeço a todas as pessoas que de uma forma ou de outra estiveram comigo e com certeza sabem o quão importantes vocês foram, porque sozinho ninguém chega a lugar algum.

Não sei por que amo o mar. É físico.
Quando você mergulha, começa a se sentir
um anjo.

J. Cousteau.

RESUMO

A região do mar do Ararapira sofre variações morfodinâmicas significativas na linha de costa interna, tanto por efeito de erosão quanto de deposição de sedimentos. A morfodinâmica do mar pode estar ligada à dinâmica erosional e deposicional governada por fenômenos estuarinos, a dinâmica presente na região costeira adjacente ou, ainda, processos disparados pela abertura do Canal da Draga ou do Varadouro, e que só agora começaram a ser percebidos (ou uma combinação destas e outras causas, como efeitos das mudanças climáticas, uso do solo no interior da bacia de drenagem, etc.). O mar do Ararapira vem sofrendo influências oceanográficas e está deslocando a sua desembocadura com uma migração em sentido SW. Por ser uma região protegida, separada do oceano, não sofre influências diretas da morfodinâmica oceânica (como a agitação marítima, marés meteorológicas, etc.), sendo assim um local de águas aparentemente calmas, com variações ocorrendo principalmente nos deltas de marés. A caracterização batimétrica da região do mar do Ararapira tem por objetivo ajudar no início da compreensão da dinâmica local e de sua influência sobre as áreas ao redor. As campanhas batimétricas foram realizadas de setembro de 2007 sendo a piloto, a abril de 2009, com intervalos de 4 meses entre elas. Como resultado o mar do Ararapira foi mapeado em cada campanha indicando áreas de maior e menor profundidade, podendo com isso observar regiões de erosão e acreção entre uma coleta e outra. A região apontada como de uma possível nova abertura ao oceano é onde as profundidades do canal aparecem com os maiores valores. A desembocadura existente do canal está assoreando devido ao aporte de sedimentos trazidos pelo canal e os carregados pela deriva litorânea, que são retidos pelo efeito do molhe hidráulico. A região apresenta um padrão de erosões mais frequentes nas margens côncavas e assoreamento nas margens convexas.

Palavras chaves: mar de Ararapira, batimetria, morfodinâmica, erosão.

ABSTRACT

The *Mar do Ararapira* region shows significant morphodynamical changes in its coastlines, either by erosive processes as well as sedimentation ones. The morphodynamics of the studied area is linked with those erosive and siltation processes, which seems to be driven by the estuarine dynamics, the dynamic of the adjacent coastal region one and for processes triggered by the artificial opening of the *Canal da Draga / do Varadouro*, which only nowadays are being recorded (a combination of these causes with other phenomena as climate and land use changes affecting the drainage basin, etc, cannot be disregarded). The mouth of the *Mar do Ararapira*, under oceanographic forcings, is migrating to the SW direction. The inner part, as a not exposed coastal system not directly influenced by the ocean dynamic (waves, storm surges, etc), has a relative calm surface conditions, with its changes forced by those ocean energies only at the mouth on the tidal deltas. The bathymetric characterization of the *Mar do Ararapira* targeted the better understanding of the local morphodynamic and the influence of the surrounding areas. The bathymetric surveys were performed from September 2007 (pilot) to April, 2009 with four months intervals. As a result, the *Mar do Ararapira* was mapped in each survey, indicating the geo-referenced depths at each campaign and, by comparison, it was possible to observe areas with erosion or siltation processes. The area that is indicated to be transformed in a new mouth to the ocean is the one where higher depths were recorded. The actual mouth is under siltation processes due to the sediment load carried by the coastal drift currents, which is being interrupted by the hydraulic wall effect. In the inner meandering channels, erosive processes are more frequent in the concavities, with erosive action in the convexities.

Key Words: Mar do Ararapira, bathymetry, morphodinamics, erosion, siltation.

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	1
1.1 Objetivos:	3
2. ÁREA DE ESTUDO	4
3. MATERIAS E MÉTODOS	7
3.1 Batimetria:	7
3.2 Processamento de dados:	9
3.3 Erro Embutido:	10
4. RESULTADOS	13
4.1 Dados de Batimetria:	17
4.2 Qualitativo de pontos de erosão e acresção no mar do Ararapira:	48
4.3 Quantitativo de erosão e Acresção:	53
5. DISCUSSÃO	54
6. CONCLUSÃO	57
REFERÊNCIAS	59

1. INTRODUÇÃO

Estuários são ambientes costeiros de vida efêmera no tempo geológico, derivados de afogamento da linha de costa em função do nível do mar. Estes ambientes atuam como depósitos efetivos dos sedimentos fluviais, impedindo que grande parte destes chegue à plataforma continental. É uma região semi-confinada de mistura de água doce do continente, com água salgada vinda do oceano (NETO & AYRES, 2004).

O estuário de Cananéia – Iguapê apresenta uma desembocadura a norte, a desembocadura laguna de Cananéia e, mais ao sul suas águas saem pela desembocadura do Mar do Ararapira.

De maneira geral o nome de mar, como o do Ararapira, está relacionado com uma região de água salgada que apresenta ligação com o oceano e que é influenciada indiretamente pela co-oscilação do nível do mar da plataforma continental adjacente (maré). Além destes fatores, sua hidrodinâmica recebe influência da descarga dos rios que chegam à região, das forçantes atmosféricas regionais e remotas, além da própria dinâmica do uso do solo na região do seu entorno ou bacia de drenagem. Por ser uma região separada do oceano, não sofre influências diretas da dinâmica oceânica, sendo um local de águas aparentemente calmas, com variações morfológicas que deveriam ocorrer principalmente nas suas desembocaduras ou nos seus deltas de marés.

O Mar do Ararapira é a região costeira mais ao norte do Paraná na divisa litorânea entre o estado e o sul de São Paulo. Faz a ligação das águas do complexo estuarino de Paranaguá - PR, através da baía de Pinheiros, com o complexo estuarino de Cananéia-Iguape - SP. A baía de Pinheiros se comunica com o mar de Ararapira pelo canal do Varadouro, criado na década de 60 para

fins econômicos e transporte de passageiros entre Paranaguá e Cananéia, ligando os dois complexos estuarinos.

A região do mar do Ararapira é uma área protegida cercada do lado do Paraná pelo parque nacional do Superagui, criado em 1989; e na margem de São Paulo com o parque estadual da ilha do Cardoso. Por estar cercado por áreas de proteção ambiental é uma região com características naturais bem preservadas e sem muita influencia antrópica, com tudo sofre processos erosivos, certamente devidos à dinâmica do local ainda não estudada. Estes fenômenos erosivos adquirem especial relevância quando causam danos e ameaçam às poucas populações que habitam o local.

Segundo Tessler *et. al.* (1990) a desembocadura do Mar do Ararapira apresenta um processo contínuo de migração lateral no sentido SW, oposto ao da deriva litorânea predominante que é de NE-NW. Angulo (1992), comparando fotografias aéreas, identificou um deslocamento da desembocadura de aproximadamente 1200 m, entre 1953 e 1980.

Conforme Suguio & Tessler (1983) processos erosivos e deposicionais atuantes nas regiões vizinhas a Barra de Cananéia, conjugadas as ações conflitantes das correntes de marés, ondas e correntes de deriva litorâneas, ocasionam a ativa dispersão dos sedimentos arenosos. Foi estimada uma grande quantidade de bancos de areia submersos nesta barra. Dentro desse estudo são feitas comparações com estudos realizados por Sandowsky 1954 onde foi observada a presença de processos erosivos na área.

O que torna especialmente interessante o estudo da dinâmica da região do Mar de Ararapira é que esta região sofre modificações tanto na parte externa (oceânica) quanto na parte interna (Mar do Ararapira), devido a processos hidrodinâmicos ainda pouco estudados. Apesar de alguns trabalhos terem sido realizados na região para evidenciar os padrões hidrodinâmicos e morfológicos,

sedimentológicos, químicos, etc., ainda não houve uma boa caracterização da dinâmica local e suas conseqüências.. Segundo Mihály & Angulo (2002) a dinâmica do corpo lagunar da região foi estudada, no que diz respeito à circulação dos sedimentos e das correntes de marés, através de perfis topográficos, observações das variações do volume de areia e na elaboração de um modelo conceitual da circulação na desembocadura. Os autores concluíram que a deriva costeira predominante é no sentido noroeste e a maré vazante, de maneira inversa, flui em sentido SW; assim, o trabalho sugere que uma nova desembocadura poderá abrir, invertendo, assim, a circulação costeira da região.

Segundo Tessler *et. al.* (1990), a evolução geomorfológica do litoral sul paulista está intimamente associada aos mecanismos hidrodinâmicos atuantes junto à costa e à circulação atmosférica do continente sul-americano.
COMPLETAR.

1.1 Objetivos:

O objetivo do presente trabalho é caracterizar a batimetria do Mar do Ararapira, com dados coletados ao longo de dois anos (2007-2009) com intervalos regulares.

2. ÁREA DE ESTUDO

O mar do Ararapira é uma região que está localizada na divisa litorânea de São Paulo e do Paraná sendo uma região com características de desembocadura de estuário (fig.1). Está separado do oceano por um estreito esporão e possui uma desembocadura que migra para SW (Mihaly & Angulo, 2002). O Mar do Ararapira possui orientação NE, comprimento de 16 km e largura média em torno de 400 m. Comunica-se com a Baía de Tapandré - SP, através do Canal do Ararapira, e com a Baía dos Pinheiros - PR, através do Canal da Draga ou do Varadouro, escavado na década de 50 (MIHALY & ANGULO, *op cit*).

Mihaly & Angulo (*op. cit*), com base em um estudo utilizando mapas antigos também identificaram no período de 1968 a 1980, um deslocamento no sentido SW. Angulo (1999) identificou deltas de maré, vazante e enchente associada à desembocadura do Mar do Ararapira, assim como a ocorrência de leques de sobrelavagem localizados na margem da Ilha do Superagui.

Segundo Mihály & Angulo (2002) o Mar do Ararapira apresenta um padrão meandrante com erosão nas margens côncavas. A erosão nas margens correspondentes ao esporão do Ararapira pode originar a abertura de nova desembocadura localizada a NE da atual, o que provocaria o assoreamento do corpo lagunar a jusante da nova desembocadura. Os autores também observaram na região um deslocamento lateral da sua desembocadura, para SW, estimando que a abertura da nova desembocadura possa vir a ocorrer no início da segunda década do século XXI.

O canal principal do Mar do Ararapira assume uma configuração semelhante a um meandro fluvial, erodindo a planície costeira na sua margem côncava e promovendo deposição na margem convexa (Tessler & Mahiques 1993, Mihály & Angulo 2002). A direção de migração da desembocadura para

SW e uma deriva predominante para NE ocasionam períodos de acúmulo de areia a montante na desembocadura, provavelmente quando as correntes de maré são mais fortes, aumentando o efeito de molhe hidráulico do canal principal no delta de maré vazante. Assim, a erosão na margem direita tende a deslocar a desembocadura para SW, sendo o delta de maré vazante da desembocadura do Mar do Ararapira do tipo delta de maré dominado por ondas, com transporte predominante na sua direção.

A localização do canal marginal de enchente a NE da desembocadura indicaria transporte predominante de SW para NE. A localização do canal principal de vazante próxima à margem direita se deve a que o Mar do Ararapira tem orientação paralela a linha de costa atual. Quando as correntes são mais fracas (por exemplo, em períodos de estiagem e marés de quadratura), as correntes de deriva litorânea predominantes, provenientes de SW, aumentam a eficiência no transporte de sedimentos através da desembocadura em direção NE (MIHÁLY & ANGULO 2002). Por outro lado, estas mesmas correntes tendem a erodir a margem direita da desembocadura do Mar do Ararapira, quando são forçadas a mudar sua direção pela configuração da costa.

O esporão que separa a região do oceano aberto sofre processos de erosão podendo com isso ocorrer a sua abertura. Esta abertura poderá causar mudanças hidrodinâmicas e sociais importantes. Mihály & Angulo (*op. cit.*), trataram da dinâmica do corpo lagunar da região, no que diz respeito à circulação dos sedimentos e das correntes de marés, através de perfis topográficos, observações das variações do volume de areia e na elaboração de um modelo conceitual da circulação na desembocadura. De acordo com este estudo, Mihály & Angulo (2002) concluíram que a deriva costeira predominante é no sentido NW e a maré vazante, de maneira inversa, flui em sentido SW; assim, o trabalho sugere que a desembocadura poderá abrir, invertendo, assim, a circulação costeira da região.

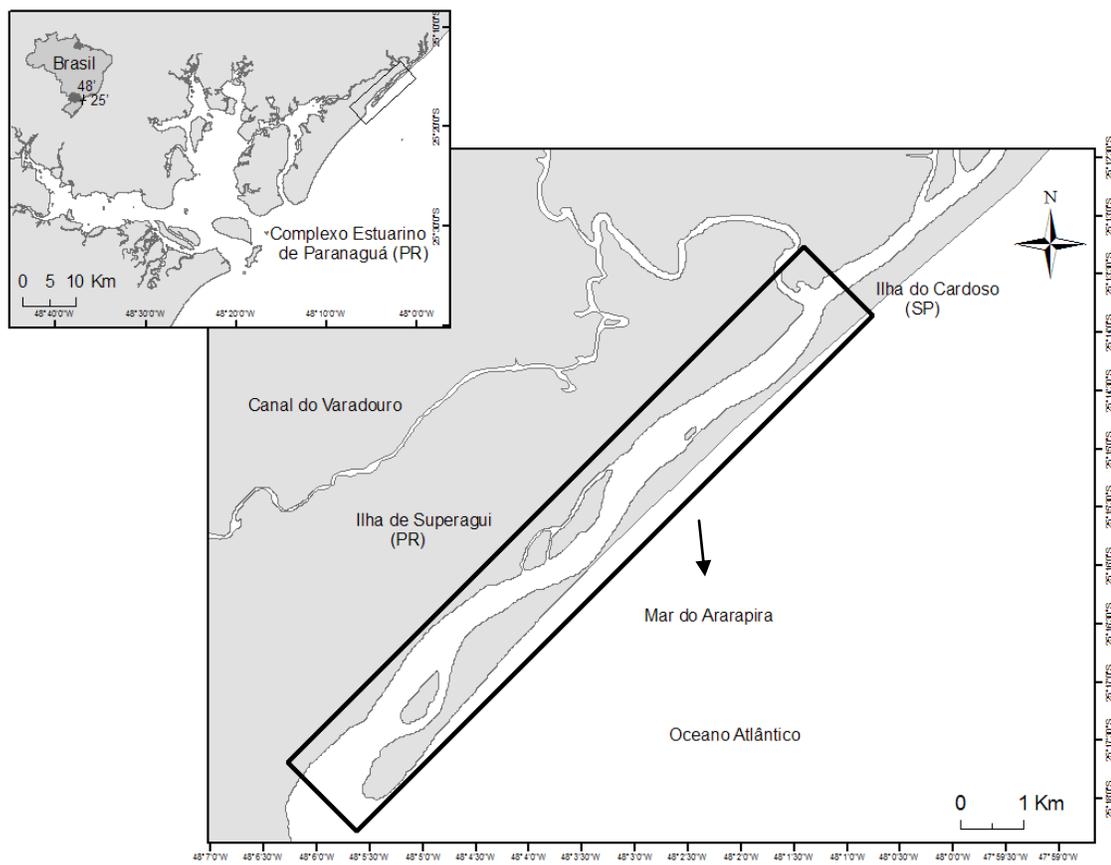


Fig.1)- Localização do mar do Arapira.

3. MATERIAIS E MÉTODOS

3.1 Batimetria:

As batimetrias foram realizadas com ecobatímetro GS GARMIM 178C acoplado a uma embarcação de pequeno porte, inflável com casco rígido e motor de popa. Ecobatímetros são aparelhos utilizados para medir a profundidade de regiões aquáticas, consistem em um sensor que emite sinais acústicos e um relógio interno que mede o intervalo entre a emissão do sinal e seu retorno ao sensor, utilizando o cálculo:

$$P = \frac{V \cdot \Delta t}{2}$$

Onde:

P = profundidade calculada;

V = velocidade do som na água (~1500m/s);

Δt = diferença entre a emissão e a recepção do sinal.

A salinidade não influencia nos valores obtidos pelo aparelho, pois todas as amostragens foram feitas em águas rasas, com profundidade de até 20m, quando as variações de salinidade podem apenas introduzir erros desprezíveis. Variações da salinidade podem influenciar nos valores medidos no ecobatímetro, pela variação da velocidade do som, em profundidades de centenas de metros. O que influencia realmente a propagação de ondas sonoras nas águas rasas são as irregularidades no fundo, grandes agitações na superfície, heterogeneidade de massas de água e as correntes marítimas (Wright, 1998). Contudo em águas rasas não há grande variação desses

aspectos, e em regiões como a do mar de Ararapira, por ser um corpo semi-fechado há pouca influência desses parâmetros, mantendo a velocidade do som na água quase constante.

Os perfis batimétricos realizados com o barco a velocidade constante e reduzida, em torno de 3 nós, com espaçamento de aproximadamente 100m um do outro, e perpendiculares às margens, procurando formar uma rede de amostragem que recobrisse toda área (fig.2). As medições, feitas manualmente, uma vez que o aparelho não registra os valores automaticamente foram registradas a cada 30s, ficando armazenados os pontos marcados em sua memória.



Fig. 2)- Mapa da localização dos perfis de amostragem.

A oscilação do nível da água nos momentos da amostragem foi monitorada a partir de dados de maré, provenientes de um marégrafo instalado nas proximidades da área, em cada coleta realizada. Esse dado de maré foi utilizado para correção dos dados juntamente com o valor referente a profundidade do aparelho localizado no barco, que era de 0,2 m abaixo da linha d'água. Destaca-se que todas as amostragens aconteceram em maré de sizígia, o que apresenta uma grande variação de maré.

3.2 Processamento de dados:

a)- Geração dos dados:

Os dados de profundidade foram calculados a partir dos valores obtidos pela leitura do aparelho ecobatímetro durante as coletas, com coordenadas geográficas em UTM, de latitude e longitude e a profundidade no mesmo local. Feitas as correções de maré e profundidade relativa do aparelho, os dados foram usados para geração de mapas.

b)- Interpolação e geração de mapas:

Os dados foram processados no software ArcGis 9.2 utilizando a interpolação TIN. O ambiente ArcGis é baseado em três aplicativos: *ArcMap*, *ArcCatalog*, *ArcToolbox*. O uso integrado desses aplicativos permite que sejam feitas análises simples e complexas, incluindo análises espaciais e a confecção de mapas. *ArcCatalog* é o aplicativo que permite a gestão das informações geográficas, ou seja, é um gerenciador de arquivos. O *ArcMap* constitui um aplicativo de visualização, análise, edição e exportação de mapas. O *ArcToolbox* é o aplicativo de geoprocessamento propriamente dito, ou seja, é nele que se disponibiliza o acesso a todas as funcionalidades de processamento de dados fazendo uso de todos os aplicativos disponíveis no ArcGis. Dessa forma foram confeccionados os mapas e feitas as análises apresentadas nesse trabalho.

A interpolação TIN foi escolhida, por permitir o cálculo de volume, área e superfície da área mapeada. A interpolação segue o padrão de triangulação de Delaunay que utiliza triângulos em redes irregulares representando superfícies contínuas. As triangulações não apenas dividem o plano em triângulos, mas também em arestas e vértices, cujo plano é dividido em triângulos e com isso círculos circunscritos. Para ser satisfeita essa triangulação em cada círculo circunscrito obtido a partir dos vértices do triângulo, não pode conter em seu interior nenhum vértice ou aresta de outro triângulo. Sendo esses triângulos encontrados a partir dos dados mais próximos no desenho amostral. A partir desses triângulos são interpolados os valores e desenhado o plano para visualização.

3.3 Erro Embutido:

O erro do aparelho foi calculado para obter-se o grau de confiabilidade dos dados, procurando definir o intervalo de confiança das medidas obtidas nas amostragens. Esse intervalo é encontrado pelo grau de incerteza, sendo esse o denominado de erro quadrático médio, obtido a partir do desvio padrão. Para chegar a esse valor foram feitas medições sistemáticas durante dois dias com o barco atracado, observando-se dados do ecobatímetro e os obtidos com uma régua de precisão, para que pudessem ser calculadas as profundidades medidas pelos distintos métodos. Neste caso, os valores da régua foram considerados como a referência correta, estudando-se as diferenças entre ambos.

Um aparelho de GPS possui erro quadrático médio ou desvio padrão que deve estar dentro do aceitável para validação dos dados. Foram armazenados 700 pontos e com isso feito os cálculos no Excel da media de erros, variância, desvio médio e, desvio padrão.

a)- Erro Médio

A média é um valor típico ou representativo de um conjunto de dados, ou seja, apenas representa o valor encontrado pela soma de todos os valores medidos divididos pela quantidade de dados. O erro médio é calculado do seguinte modo, subtrai-se o valor medido em cada ponto pelo valor da média desses pontos e se encontra assim o valor do erro. Com esse valor de erro conhecido, é calculada uma média, denominada de erro médio.

Os valores de profundidade foram obtidos através da subtração dos valores da régua pelos valores do aparelho, sendo que os do aparelho foram corrigidos com a adição da profundidade do aparelho em relação à linha d'água. Em notação científica, uma observação deve ser expressa pelo seu valor X , sua unidade [un] mais/menos o erro estimado ($X[\text{un}] \pm \text{Erro}[\text{un}]$). No presente caso, as profundidades observadas podem ser expressas como $X \text{ m} \pm 0,2 \text{ m}$ sendo o erro encontrado. O erro estimado de uma medição pode ser obtido do erro médio ou do erro quadrático médio (ou desvio padrão).

Os valores das médias das coordenadas geográficas foram calculadas diretamente, já que ao se monitorar um ponto fixo no espaço o GPS "ideal" deveria fornecer sempre os mesmos valores de latitude e longitude (um erro nulo). A variabilidade ao redor da média nas duas coordenadas horizontais, e principalmente seu desvio padrão, indicando o erro quadrático médio do instrumento.

b)- Medidas de Dispersão

Trata-se do grau aos quais os dados numéricos tendem a se dispersar em torno de um valor médio, podendo ser calculados de diversas maneiras. Porém, para esse estudo, foi calculado apenas o desvio médio, desvio padrão e variância.

b.1)- Desvio médio

É calculado pela divisão dos valores encontrados menos a média deles pela quantidade de pontos que foram amostrados. Indicando assim a distância dos pontos à suas médias.

b.2)- Desvio padrão

Desvio padrão é a raiz média quadrática dos desvios em relação à média, ou desvio da raiz média quadrática, sendo calculada a raiz quadrada a partir da média ao quadrado:

$$D = \sqrt{\frac{\sum (X-x)^2}{n}}$$

Onde :

D = desvio padrão;

X = valor do ponto;

x = média dos pontos.

b.3)- Variância

A variância é definida como o quadrado do desvio padrão, e serve para estimar o erro do desvio padrão.

4. RESULTADOS

A partir das amostras em um ponto fixo foram obtidos os valores de erro do aparelho pelo método citado no capítulo acima. Foram encontrados baixos valores de erro em todos os parâmetros medidos indicando uma boa qualidade dos dados. Os dados de profundidade foram divididos em dois gráficos (Fig. 3 e Fig. 4) devido aos dois dias em que os trabalhos de campo realizadas. Os dados de profundidade tiveram uma média de erros de 0.2 m. Isto indica que existe um erro médio entre a medida do aparelho e a da régua de 0.2 m, mostrando que as medidas não possuem 100% de precisão, cujo erro é quase irrelevante.

Os valores de profundidade tiveram um desvio médio de 0.11m, indicando que cada medida calculada está a aproximadamente 11 cm da média encontrada da profundidade, sendo essa distância para mais ou para menos.

A profundidade apresentou um desvio padrão de 0.13 m, o que indica que não é significativo para profundidades da ordem dos metros a dezenas de metros, por ser de pequena mensuração. Esse valor de profundidade não apresenta um erro que possa causar problemas na medição dos dados.

Os dados de profundidade apresentaram uma variância de 0.01 m^2 indicando uma parcela de erro bem pequena do valor do desvio padrão.

Todos esses valores indicam que os erros apresentados pelo aparelho não são significativo, não comprometendo os dados do trabalho.

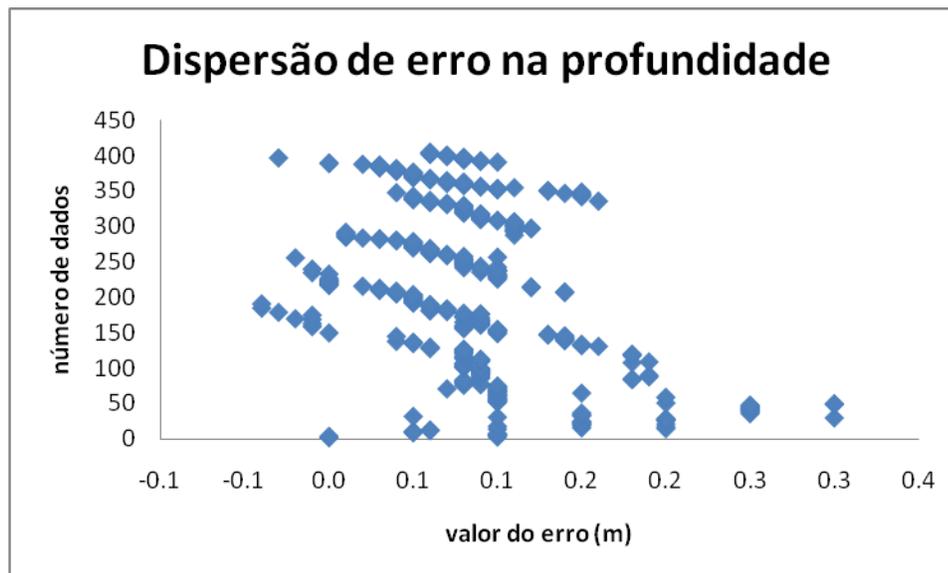


Fig. 3)- Gráfico de erro da profundidade no primeiro dia (29/04/2010).

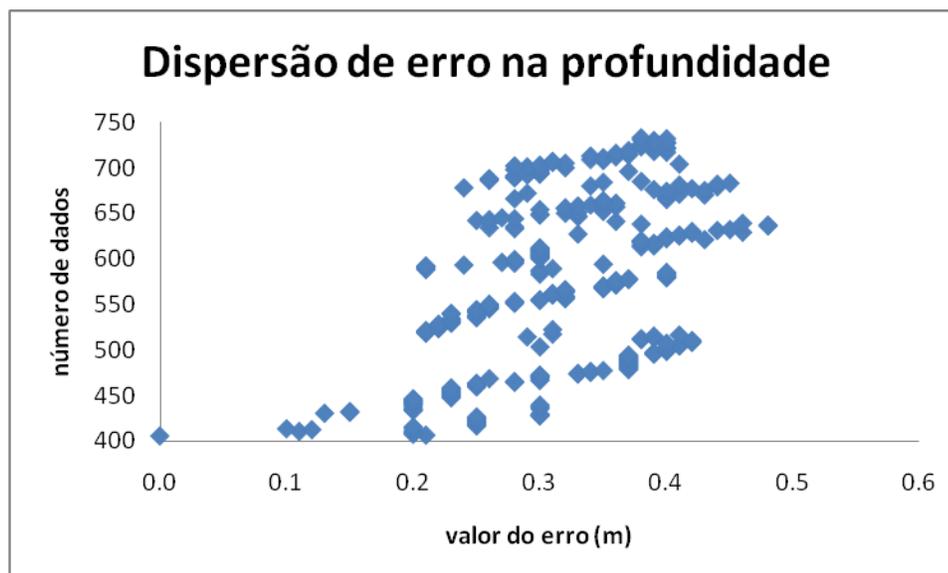


Fig. 4)- Gráfico de erro da profundidade no segundo dia (30/04/2010).

A figura 5 apresenta a variação de erro entre a medição do aparelho e o valor lido na régua de precisão. Os valores seguem o mesmo padrão, com alguma pequena diferença com menos de 0.5m.

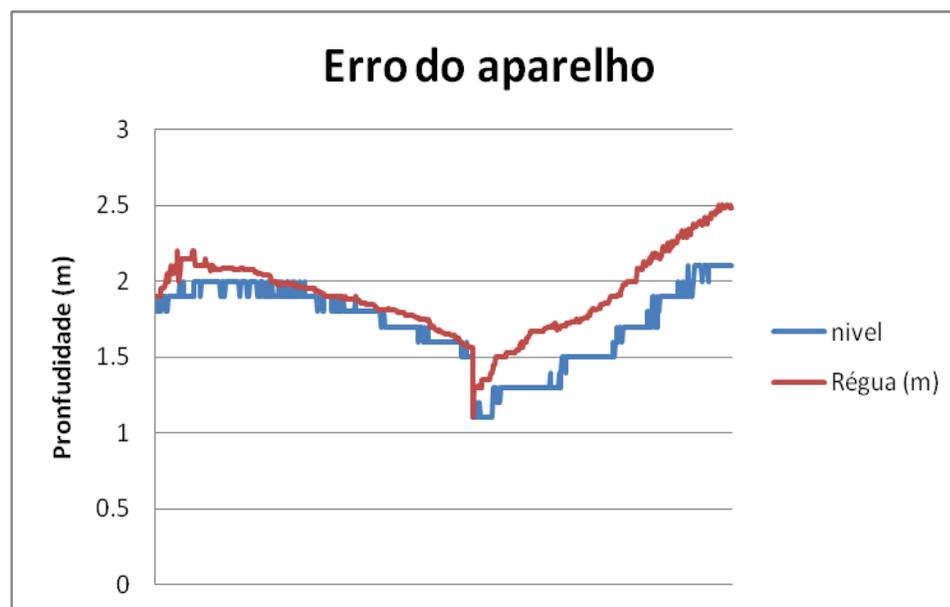


Fig. 5)- Gráfico de erro entre as medições do aparelho e da régua de precisão.

Com os dados de coordenadas foram feitas as mesmas medições para encontrar o erro. Para as coordenadas de latitude (fig.6) foi encontrada uma variação média de $3.01E-12$ m e, para as coordenadas de longitude (fig.7) $3.79E-10$ m. O GPS “ideal” deveria dar valores nulos desta variação, mas nosso GPS “real” deu valores muito pequenos, o que indica que não devem ter havido erros muito grandes nas medidas.

As coordenadas de latitude e longitude tiveram respectivamente um desvio médio de 0.5m e 0.84m, indicando um maior erro médio nas medidas de longitude. Não sendo significativo, pois, o erro em cada uma das duas coordenadas mostrou-se inferior a ± 1 m.

Os valores de desvio padrão para as coordenada foram de 0.68 m para latitudes e de 1.05 m para longitude. Como esses valores são bem pouco significativos, os erros embutidos na amostragem desses dados não causam danos importantes nos valores encontrados.

Os dados de latitude e longitude apresentaram respectivamente variância de 0.47 m^2 e 1.11 m^2 , com valores maiores porem não significativos por serem menor, ou um pouco maior que 1 m^2 .

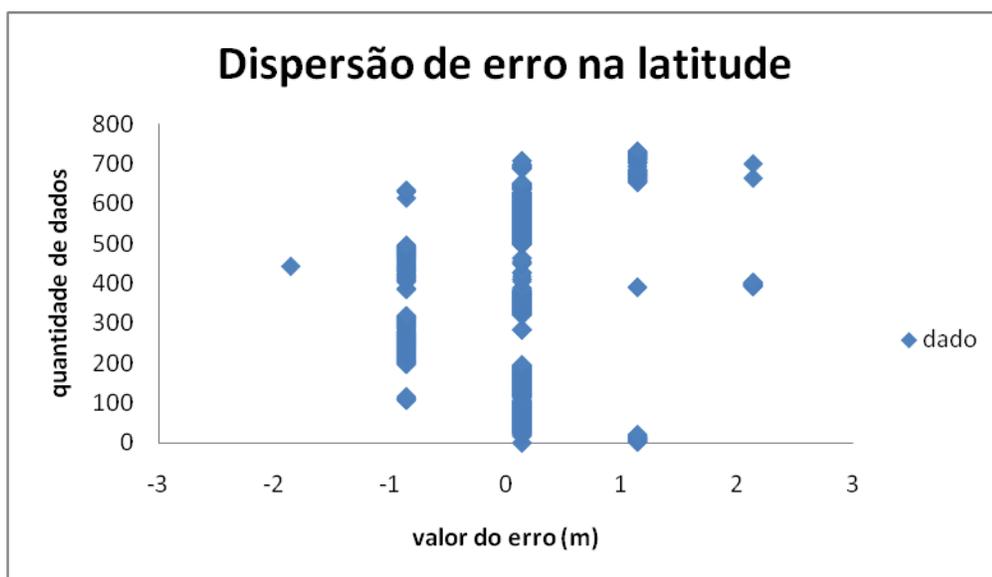


Fig. 6)- Gráfico de erro na latitude.

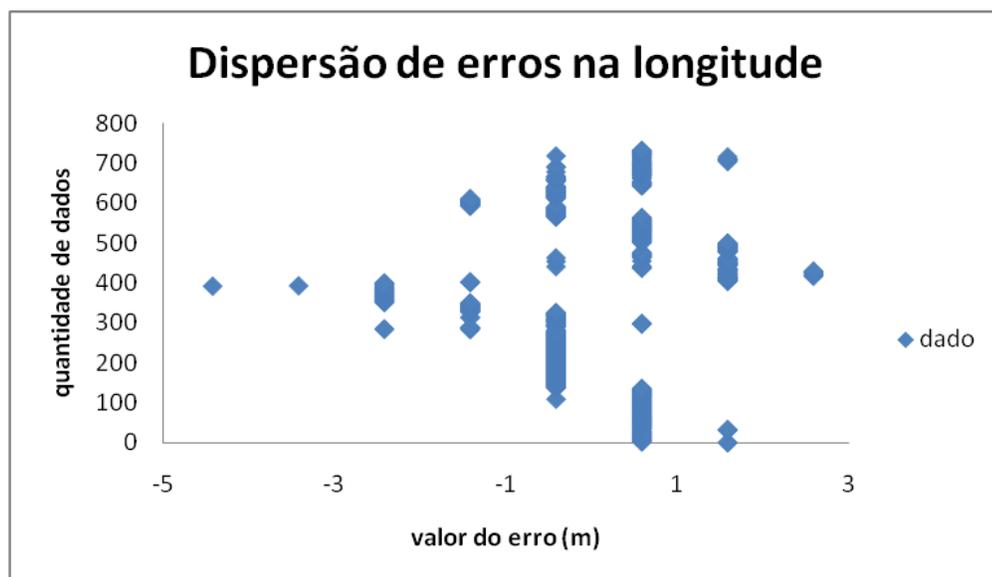


Fig. 7)- Gráfico de erro na longitude.

Com todos esses erros calculados foi possível mostrar que o aparelho possui erro nas medições cujo erro não é significativo nos cálculos a serem realizados neste estudo.

Assim, em termos do erro quadrático médio, como definido pelo desvio padrão, as observações realizadas neste estudo têm as seguintes variabilidades:

Profundidade: $Z \text{ m} \pm 0,13 \text{ m}$

Latitude (UTM): $Lat \text{ m} \pm 0,5 \text{ m}$

Longitude (UTM): $Lon \text{ m} \pm 0,84 \text{ m}$

4.1 Dados de Batimetria:

Foi observado nos mapas que o canal conhecido como canal do Ararapira segue um padrão meandrante mais profundo nas áreas côncavas e mais raso nas áreas convexas. Ao longo de toda a extensão do canal são observados vários bancos de areia causados possivelmente pelo constante processo erosivo/deposicional que sofre a região.

A amostragem de setembro de 2007 mostrou o comportamento meandrante do canal em torno da margem, com a presença de regiões mais profundas perto das margens côncavas. Devido essa constatação a amostragem foi modificada, já que a leitura dos dados foi insatisfatória não cobrindo toda a região (fig.8). A profundidade máxima encontrada na amostragem foi de 13m na região próxima ao esporão que separa o mar de Ararapira do oceano e bem próximo a desembocadura do canal do Varadouro; e as mínimas foram de 1m nas margens convexas.

Na área mais próxima a desembocadura a profundidade é pequena, com valores de 3 m de profundidade indicando uma área de deposição. Trata-se de uma região com grande quantidade de bancos, que dificultam a passagem de

embarcações. Devido a essas características, essa é uma região com tendência de fechamento, podendo unir o lado do Estado de São Paulo ao Estado do Paraná.

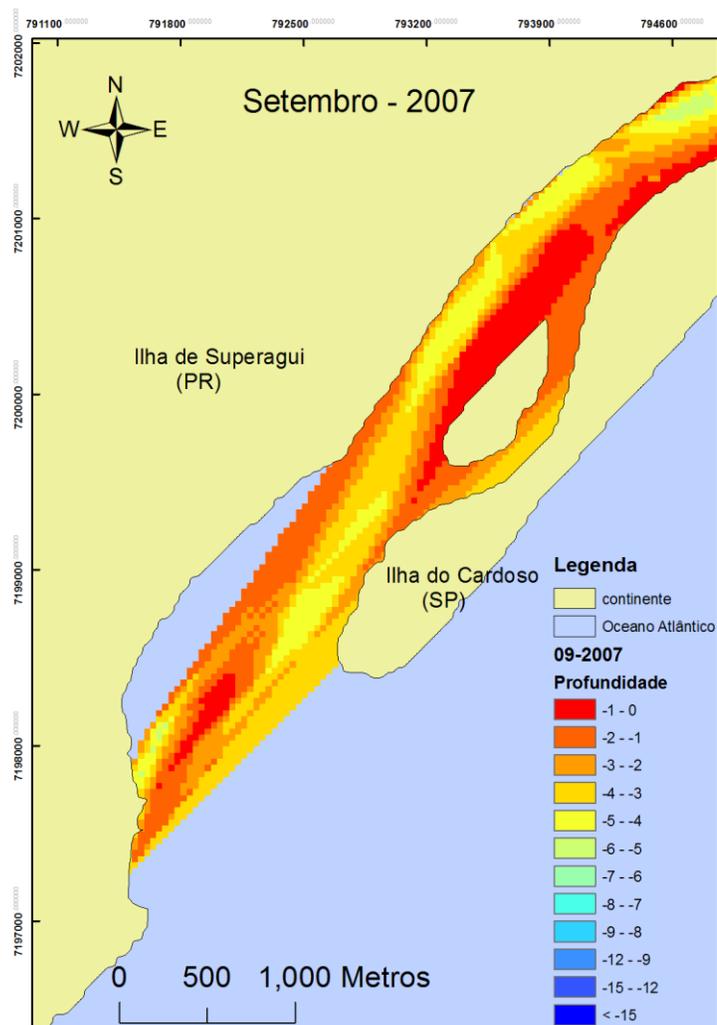
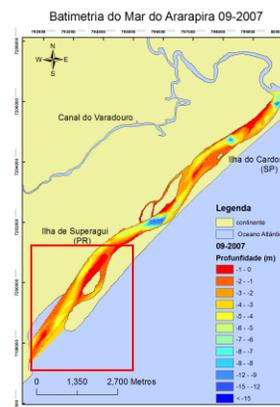


Fig. 8)- Mapa batimétrico da desembocadura do mar de Arapira (setembro/2007).



Na área mais central do mar do Ararapira, próximo ao esporão que separa o mar do Ararapira do oceano localiza uma das áreas mais profundas encontradas na morfologia do canal podendo chegar e ter 13m de profundidade. A profundidade média do canal encontrada nessa coleta do mês de setembro de 2007 foi de 7m, marcando bem o canal meandrante. As margens convexas, por sofrerem menos erosão, apresentaram profundidades em torno de 1 a 2m (fig.9).

A profundidade encontrada no buraco vai aumentando sem um gradiente muito marcado até que se apresenta a maior profundidade, bem próxima a uma margem côncava, que são as margens que mais alterações, principalmente a margem do esporão com uma falésia de mais ou menos 2m de altura acima do nível da água.

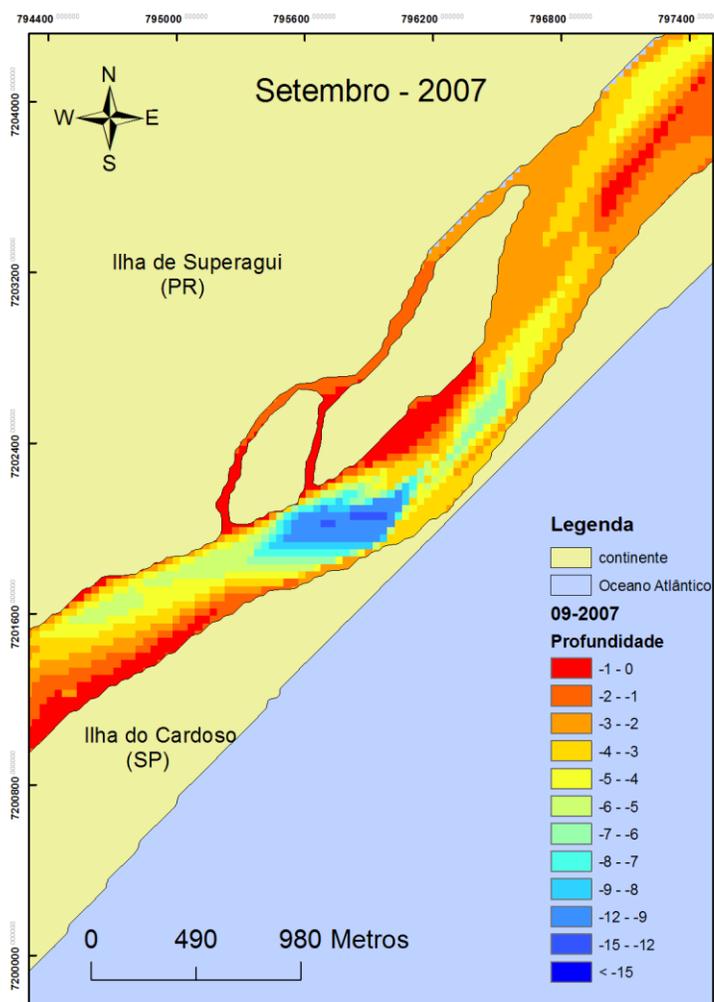
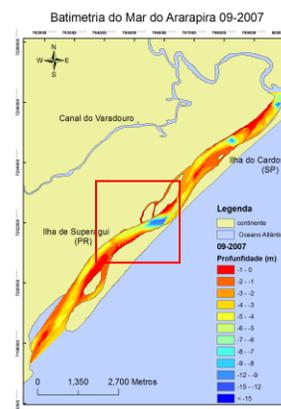


Fig. 9)- Mapa batimétrico da região central do Mar de Ararapira, (set/2007).



Na região próxima à desembocadura do canal do Varadouro existem dois buracos como os encontrados próximas ao esporão, com profundidade similares. A primeira está localizada bem próxima a margem côncava antes da desembocadura, e a segunda na região onde o canal do Varadouro deságua. Essas feições apresentam profundidades entre 12 e 13m, porém essa profundidade se apresenta apenas no centro da cavidade, as suas margens possuem uma profundidade menor, entre 8 e 9m (fig. 10)

Os dois buracos apresentam menores extensões, estando em áreas de processos erosivos intensos, que são observados nas margens, exceto a que se localiza no deságüe do canal, e que está localizada em uma área central cercada apenas de água.

Devido à mudança da metodologia após a amostragem realizada em setembro de 2007 não foi possível efetuar uma interpretação adequada das profundidades nas feições entre esta coleta e as demais. Porém, a persistência desses buracos em todas as outras coletas, provam a sua importância.

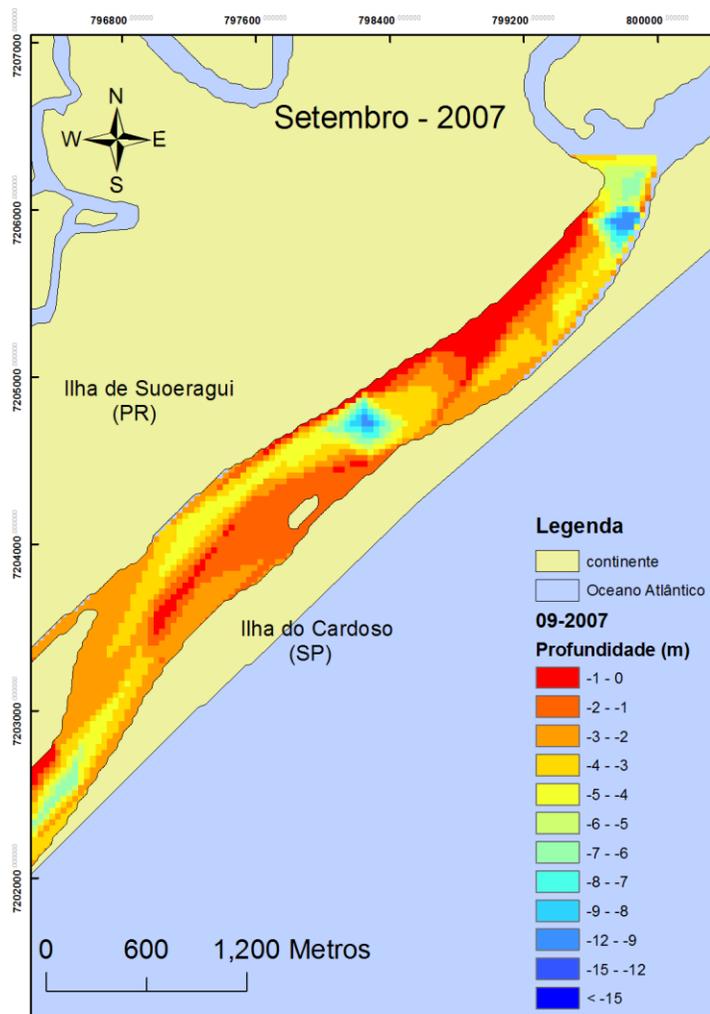
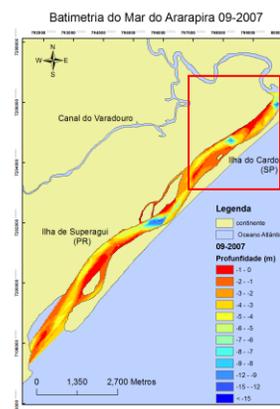


Fig. 10)- Mapa batimétrico da desembocadura do Varadouro no Mar de Arapirã (set/2007).



Na coleta de abril de 2008 foi encontrada uma profundidade média de 5.5m, e as regiões de maior profundidade foram as áreas de desembocadura do canal do Varadouro e próximo ao esporão que separa a região do oceano aberto

A presença em todo o canal de uma grande quantidade de bancos de areia, entre 1 e 2m de profundidade, dificultou amostragem em alguns pontos. Próximo á desembocadura do mar do Ararapira foi observada a presença de uma área de maior profundidade. Esse buraco está localizado bem próximo à margem convexa da desembocadura, sendo essa área uma região que sofre grande processo de assoreamento (fig.11).

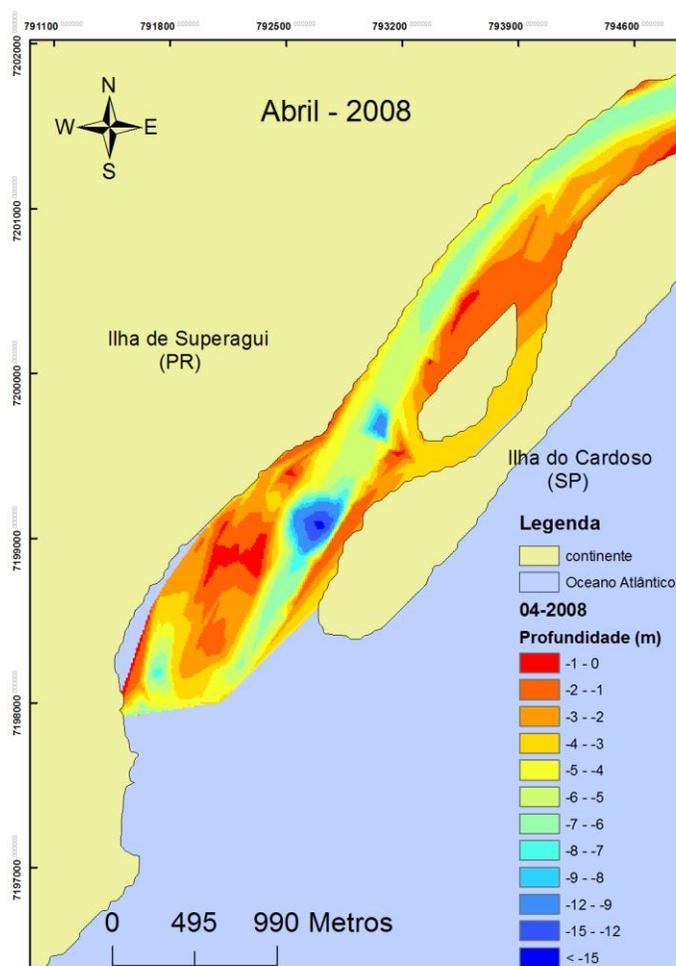
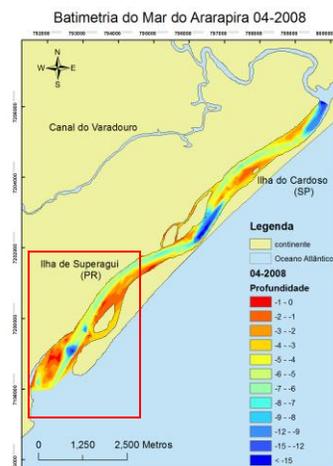


Fig. 11)- Mapa batimétrico da desembocadura do Mar do Ararapira (abril/2008).



A profundidade média do canal constatada foi de 6 a 7m, com um canal meandrante bem marcado (fig. 12). Próximo à margem côncava do esporão, que separa o canal do oceano aberto, existe um buraco alcançando 19m de profundidade e com um suave declive, próximo à margem côncava, cujas margens estão sujeitas a erosão.

Próximo às margens convexas aparecem bancos de areia com profundidades entre 2 e 4m, indicando assoreamento.

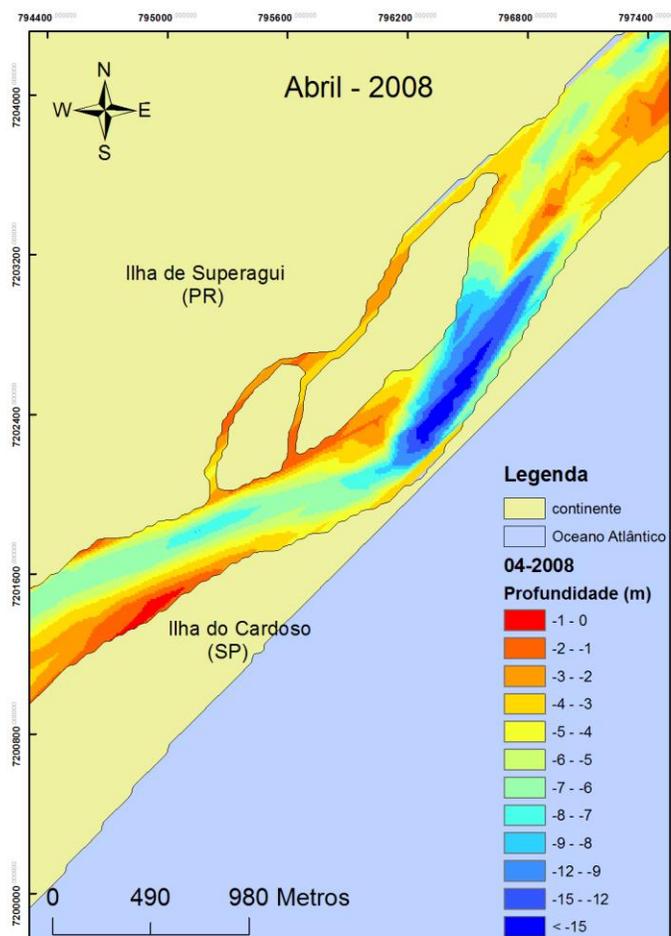
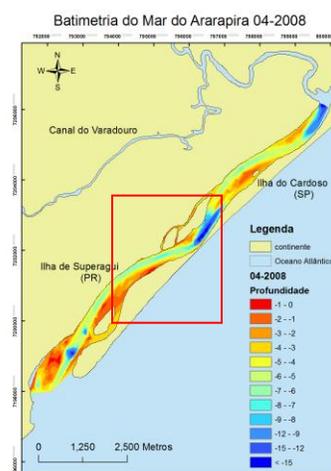


Fig. 12)- Mapa batimétrico da região central do Mar do Ararapira (abril/2008).



Próximo a desembocadura do canal do Varadouro foi registrada a presença de um canal, com uma profundidade média de 13m. Porém, bem próximo a margem dessa desembocadura a profundidade chega até 23m, porém não houve registros suficientes com isso não ficou registrado até onde estende essa profundidade (fig. 13).

A partir dessa região observa-se que o canal torna-se meandrante, havendo áreas mais profundas próximas às margens côncavas e mais rasas próximas das margens convexas, seguindo o padrão de áreas de maior erosão nas margens côncavas e de acreção nas margens convexas.

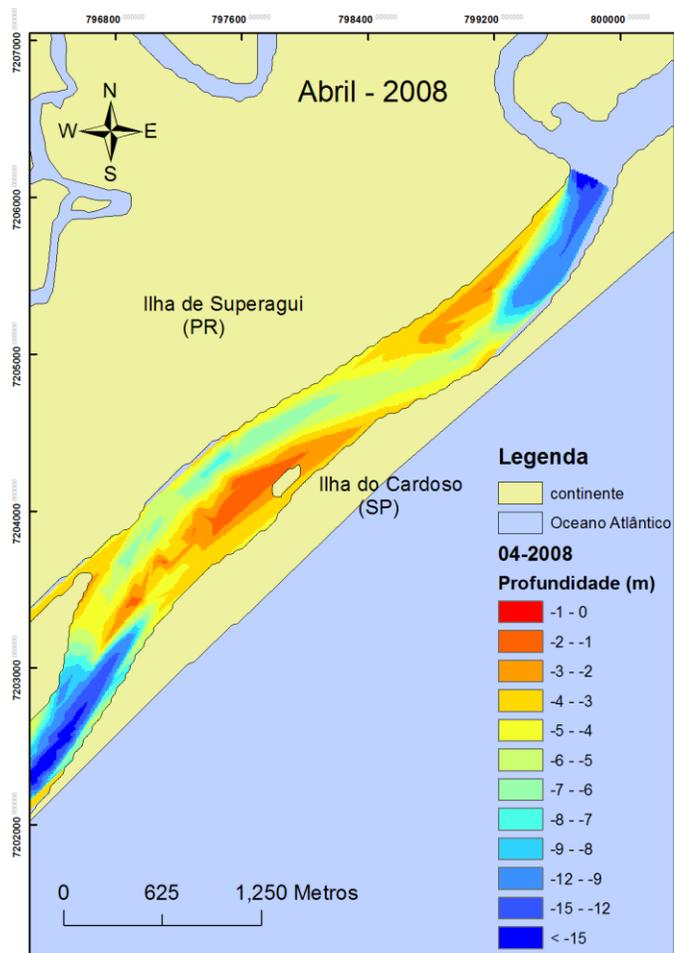
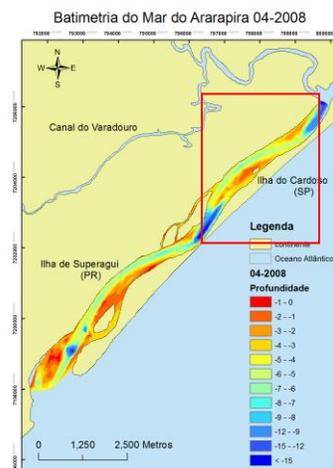


Fig. 13)- Mapa batimétrico da desembocadura do Varadouro no Mar do Ararapira (abril/2008).



Na campanha de agosto de 2008 foram encontradas, maiores profundidades em áreas específicas, sendo quatro pontos. O primeiro localizado na região do deságüe do canal do Varadouro. Um em direção ao sul no começo da margem côncava, outro na região do esporão contendo nesse local o da maior profundidade encontrada e o último mais a frente na última margem côncava antes da desembocadura. O restante do canal sofreu uma variação de 1 m na sua profundidade média baixando para 4 - 5 m.

Na área da desembocadura existem bancos de areia com profundidades de até 2 m, que representam o limite como canal do mar do Ararapira bem marcado. Contudo há uma área de maior profundidade na margem côncava, com uma cavidade de profundidade máxima de 12m, mais suave (fig. 14).

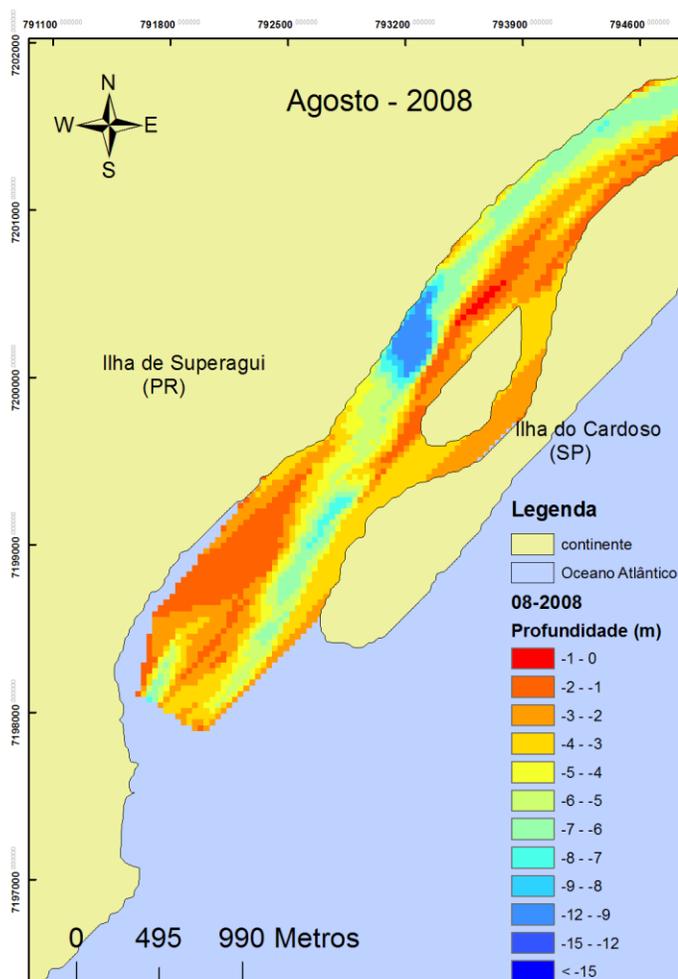
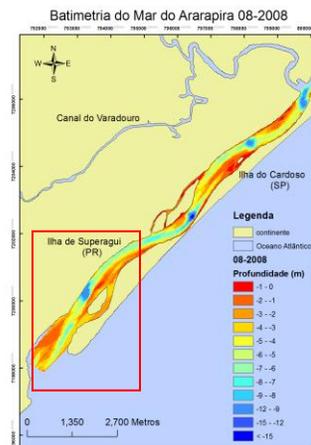


Fig.14)- Mapa batimétrico da desembocadura do Mar do Ararapira(agosto/2008).



A feição presente na região central do mar do Ararapira permanece constante e bem marcada, porém com a aparência de um poço pontual com declividade mais aguda. A espessura do buraco não foi muito larga nessa coleta, mas é profundo, com uma profundidade máxima de 18 m, com as partes laterais com uma profundidade de 14 m (fig. 15).

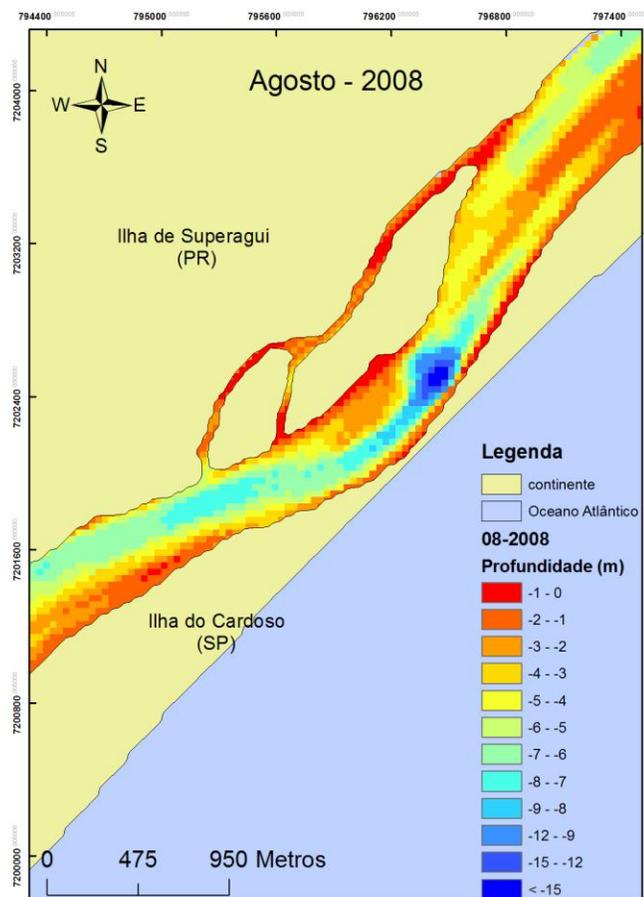
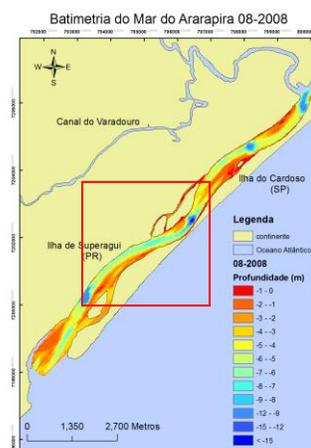


Fig.15)- Mapa da região central do Mar do Ararapira (agosto/2008).



A desembocadura do canal do Varadouro é caracterizada no período de agosto de 2008 por uma feição suave, devido a sua ampla largura, de profundidades máximas de 12 - 13m. Ela se estende da desembocadura do canal ate praticamente o meio da margem côncava, no início do mar do Ararapira (fig. 16).

Na margem côncava que segue mais ao sul do início do mar existe uma área mais profunda bem suave em seu início, com uma profundidade de 12m, seguindo o fluxo meandrante da região.

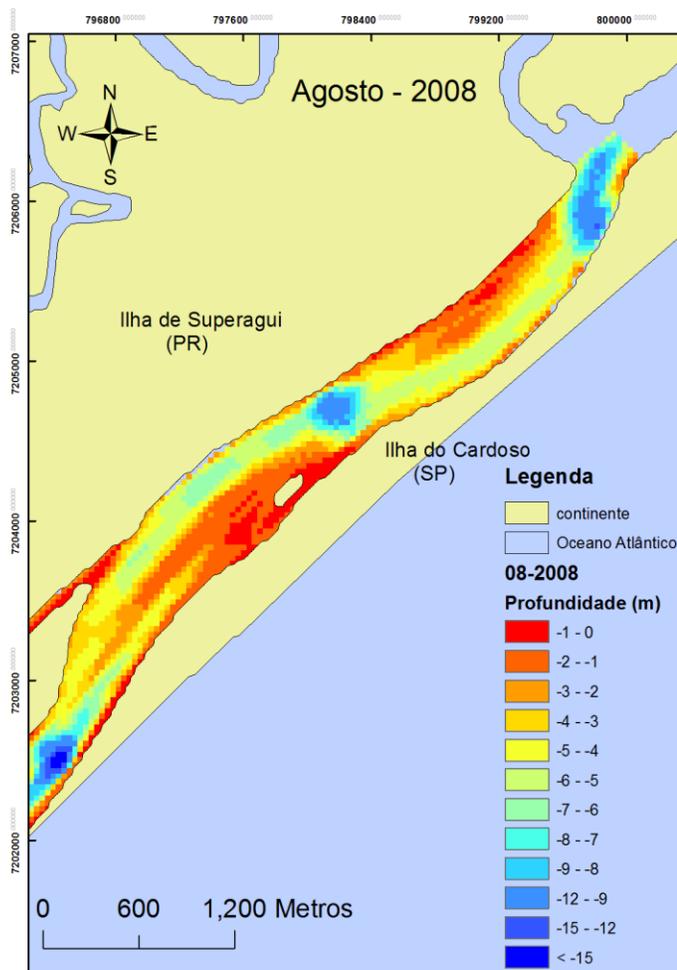
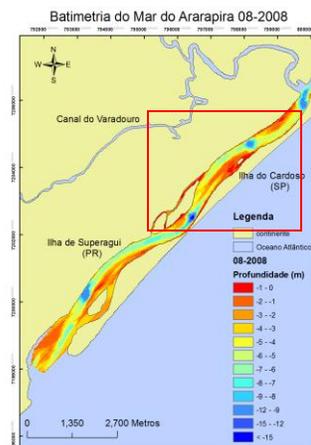


Fig.16)- Mapa batimétrico da desembocadura do Varadouro no Mar do Ararapira (agosto/2008).



Em dezembro de 2008 o canal aparece bem mais marcado e mais profundo em relação as outras campanhas batimétricas, como pode ser observado nos valores amostrados. Porém a profundidade média permanece relativamente baixa entorno de 4 m. Os buracos ainda aparecem nas mesmas regiões da amostragem anterior, porém mais suavizados e com profundidades menores.

O canal que aparece bem mais marcado durante essa amostragem mostra uma profundidade de 7 m, com bancos de areia próximos às margens. Na desembocadura aparecem regiões de maior profundidade, ainda há mais bancos de areia do que áreas profundas atingindo os 7 m próximo à margem convexa do canal (fig. 17).

A desembocadura foi a região que apresentou as maiores profundidades (7 m), dispostas entre os bancos de areia, os quais são numerosos na área. Novamente observa-se maiores profundidades próximas a margem convexa do canal.

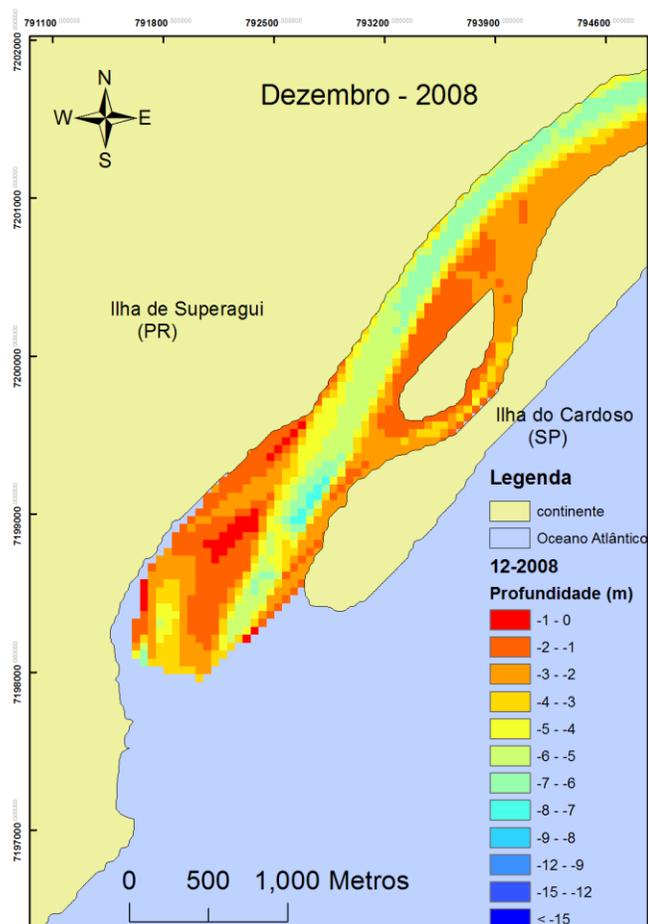
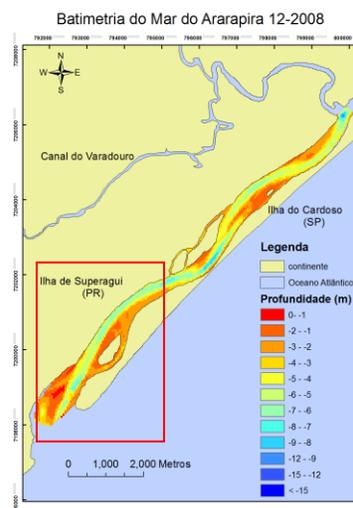


Fig. 17)- Mapa batimétrico da desembocadura do Mar do Arapira (dezembro/2008).



Na região onde está localizado o esporão que separa o mar do Ararapira do oceano aberto ocorre uma depressão com profundidade média de 9 m uma área de grande declividade. É uma feição de grande profundidade e desta vez mais próxima à margem, com uma profundidade máxima de 9 m, mas de gradiente suave, em relação a sua espessura (fig. 18).

Na região mais ao sul dessa depressão ocorre outra área de maior profundidade. Porém os valores são um pouco menores (8 m) do que a encontrada na região do esporão.

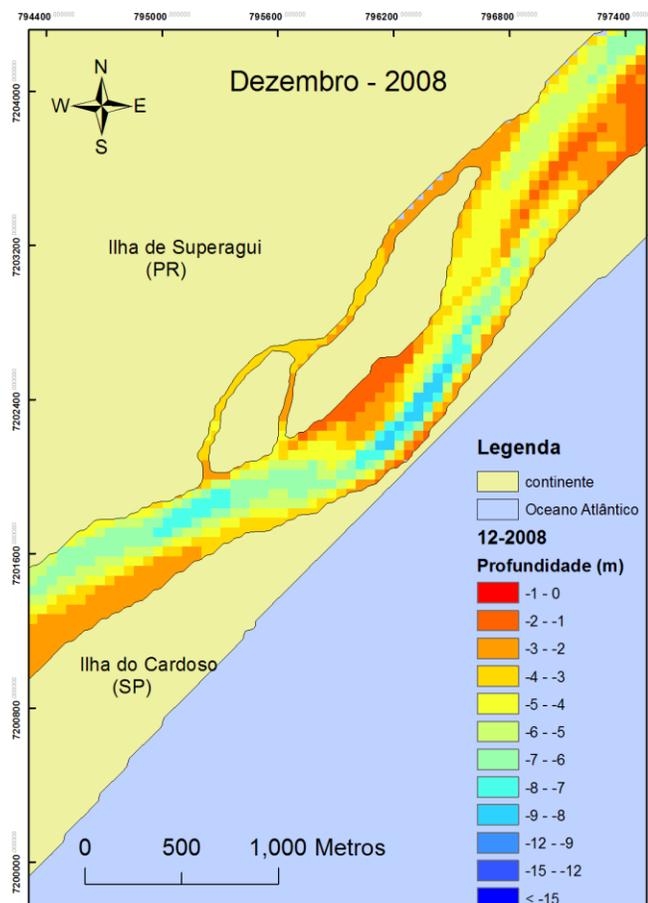
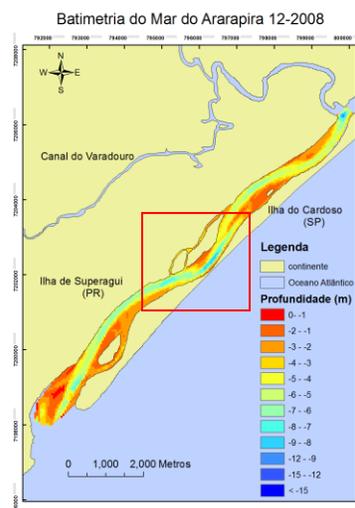


Fig.18)- Mapa da região central do Mar de Ararapira (dezembro/2008).



Na região de desembocadura do Varadouro há uma feição bem marcada com uma profundidade máxima de 9 m, porém ao centro desse buraco provavelmente devido ao erro do aparelho não existe um valor de profundidade medido (fig. 19).

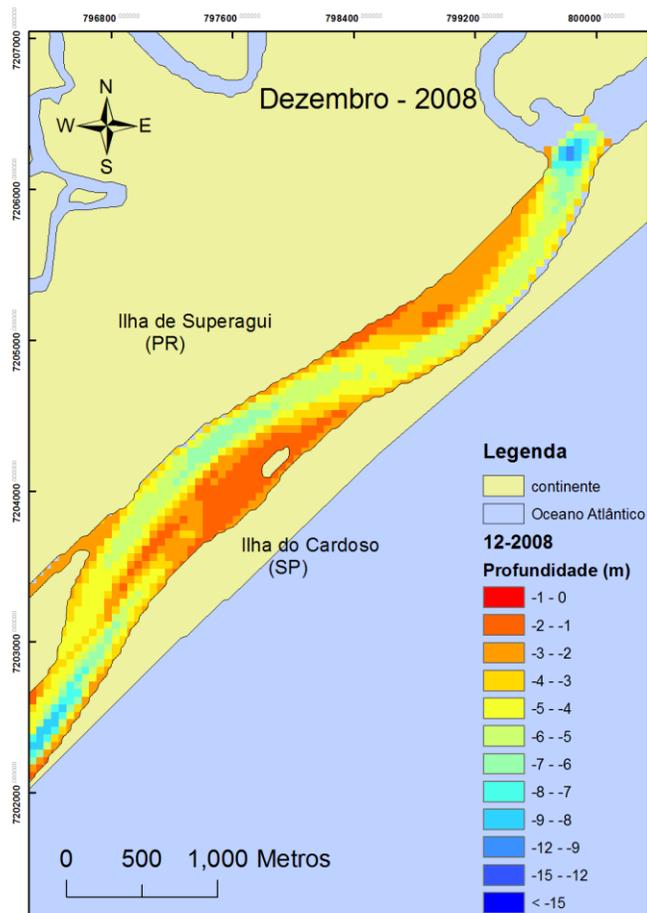
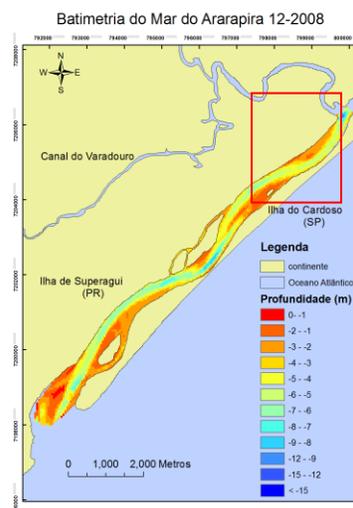


Fig. 19)- Mapa batimétrico da desembocadura do Varadouro no Mar do Ararapira (dez/2008).



Na última coleta datada de abril de 2009, foi observado um canal bem marcado com profundidades reduzidas, com a profundidade média do canal de 4 - 5m. Contudo, as regiões com maiores profundidades continuam aparecendo mais rasas e suaves, nas mesmas localidades dos levantamentos anteriores.

Na desembocadura observou-se presença de bancos de areia e o canal do mar do Ararapira continuou bem delimitado com regiões de maiores profundidades, mas sem a presença de buracos (fig. 20).

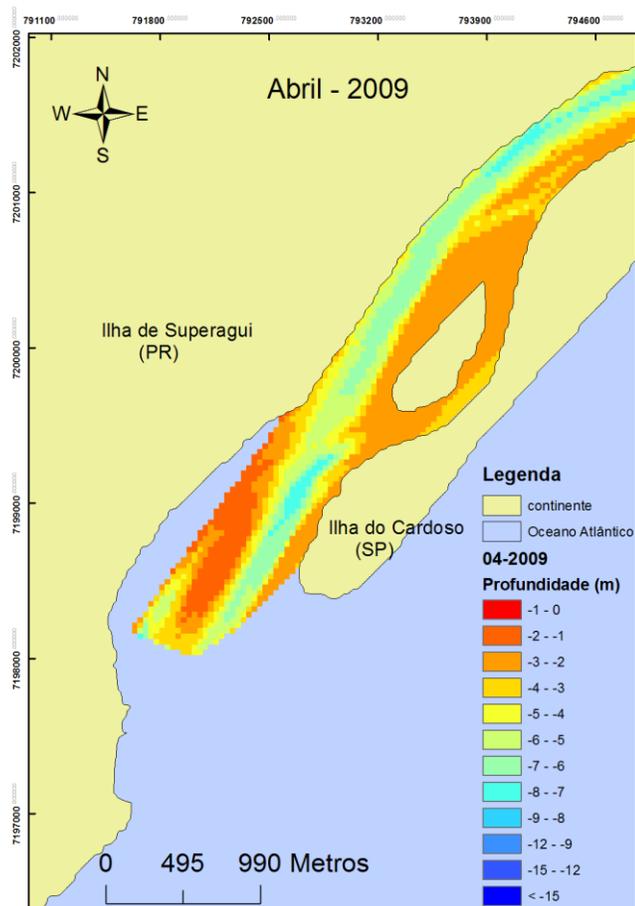
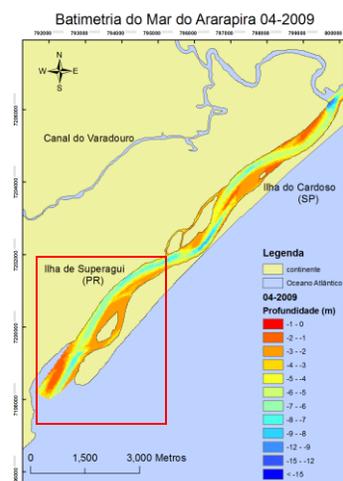


Fig. 20)- Mapa batimétrico da desembocadura do Mar do Ararapira (abril/2009).



Na região do esporão observou-se a manutenção da existência de regiões mais profundas com a presença, de buracos bem marcados e suaves na região da margem côncava (fig. 21).

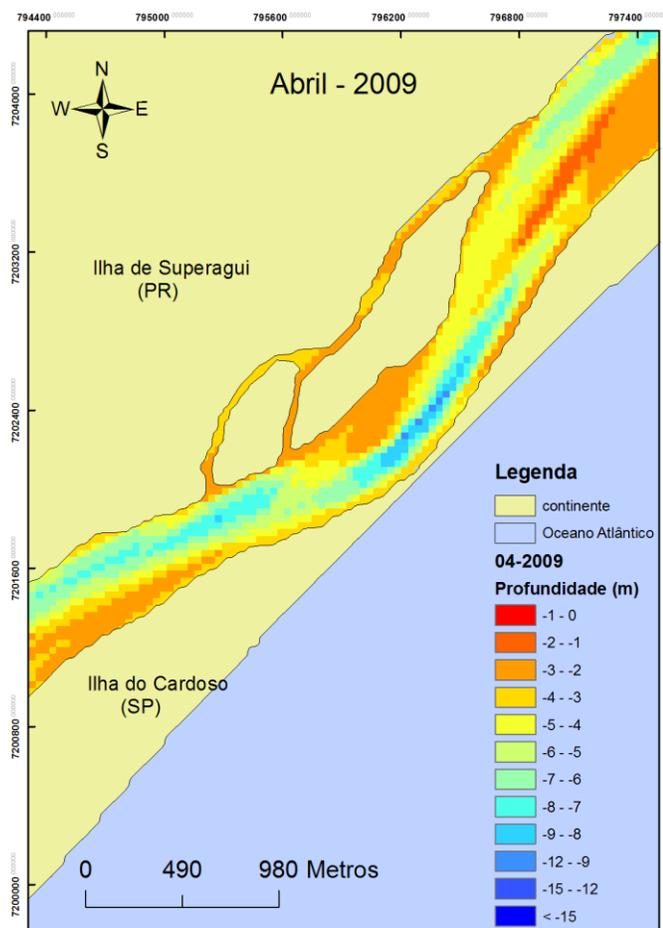
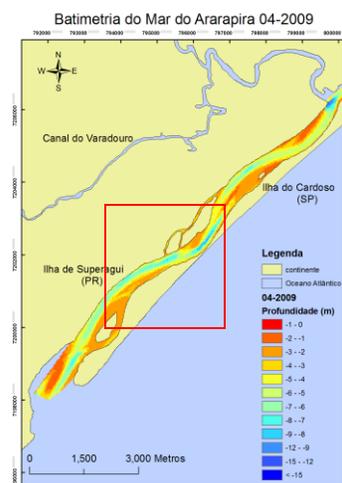


Fig. 21)- Mapa batimétrico da região central do Mar do Ararapira (abril/2009).



Na desembocadura do canal do Varadouro, bem próxima à margem côncava, há a existência de uma região de declividade bem acentuada com uma profundidade máxima de 14 m (fig. 22).

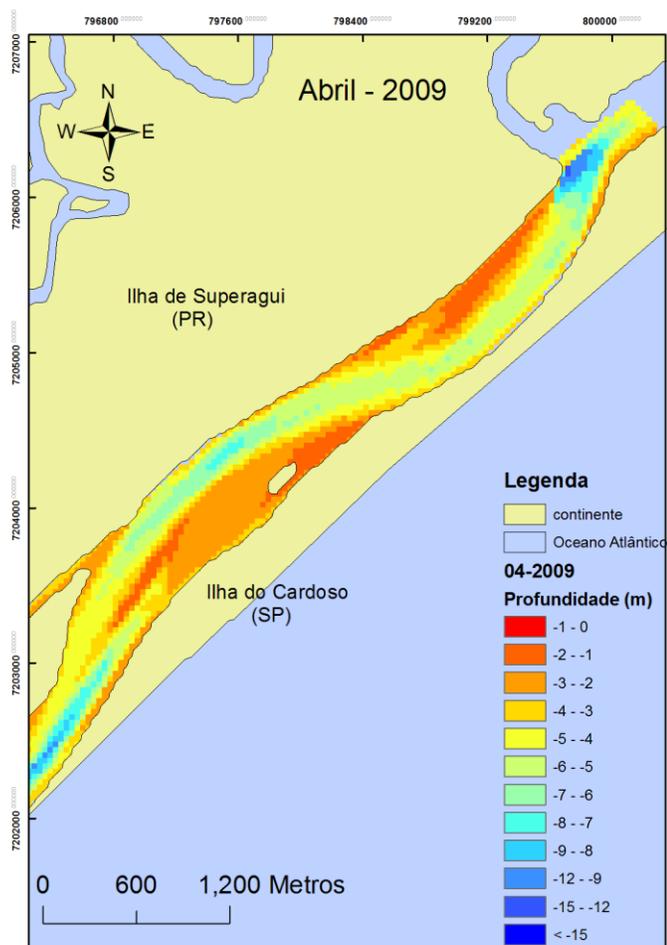
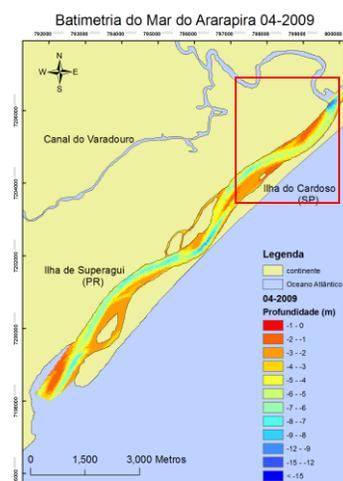


Fig. 22)- Mapa da desembocadura do Varadouro no Mar do Ararapira (abril/2009).



4.2 Análise qualitativa de pontos de erosão e deposição no mar do Ararapira:

Entre as campanhas de setembro de 2007 e abril de 2008 (Fig. 23) constata-se uma maior área de deposição do que de erosão. As áreas de erosão ocorrem na desembocadura do mar do Ararapira, na região de deságüe do canal do Varadouro e também na região próxima ao local do esporão que separa o mar do oceano aberto. As áreas de acreção estão em toda a extensão do canal do mar do Ararapira, existindo poucas áreas sem alguma variação.

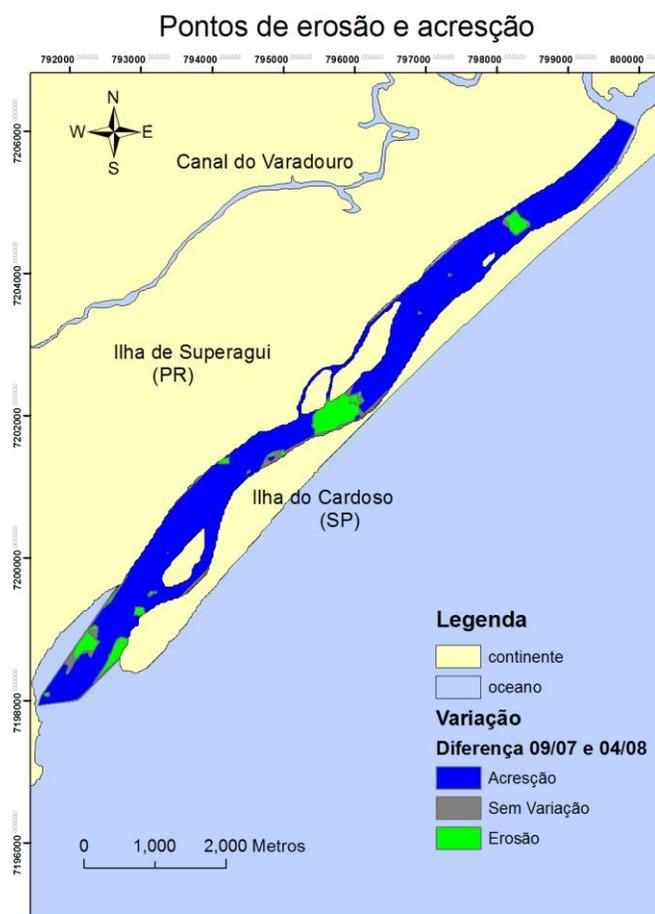


Fig. 23)- Balanço de erosão e deposição, entre os levantamentos batimétricos de 09-07 e 04-08.

Entre os meses de abril de 2008 e agosto de 2008 ocorreu erosão por quase todo o canal, sendo mais intensas nas regiões que apareceram no mapa anterior erodidas. Notam-se poucas áreas de deposição, sendo que algumas áreas permaneceram sem alterações (fig. 24).

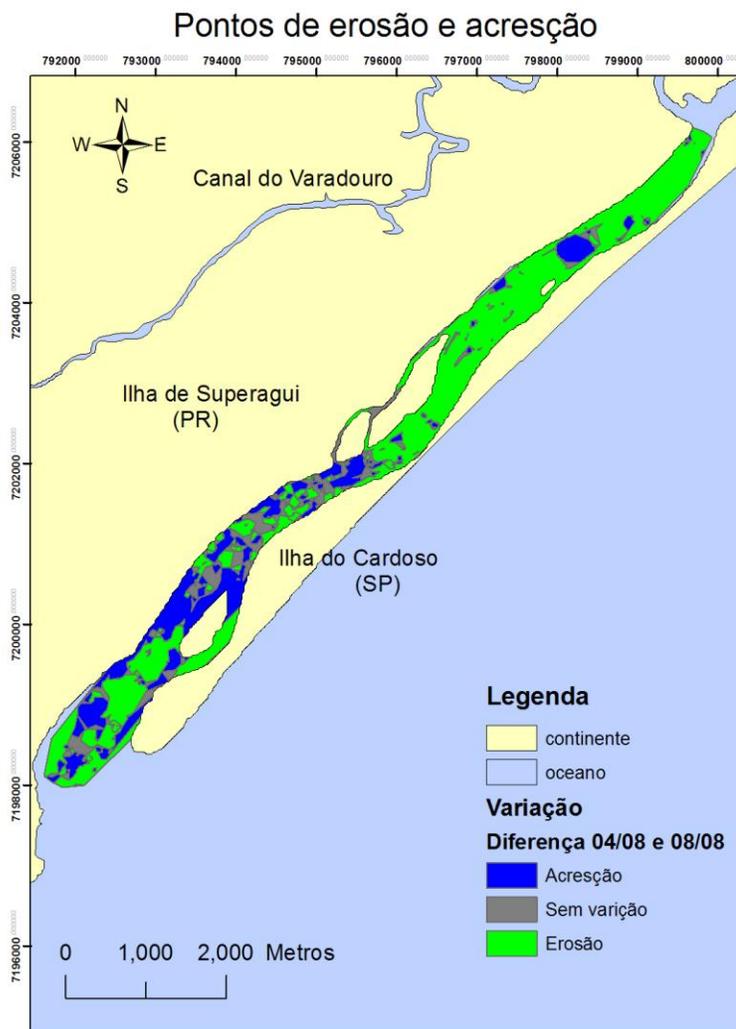


Fig. 24)- Balanço de erosão e deposição, entre os levantamentos batimétricos de 04-08 e 08-08.

Entre os meses de agosto de 2008 e dezembro de 2008, há uma maior área de deposição. Porém, erosão ocorre em todo o canal, mas principalmente em locais onde já foi observado esse fenômeno. Em margens côncavas e na região da desembocadura, do esporão e do deságüe do canal do Varadouro (fig. 25).

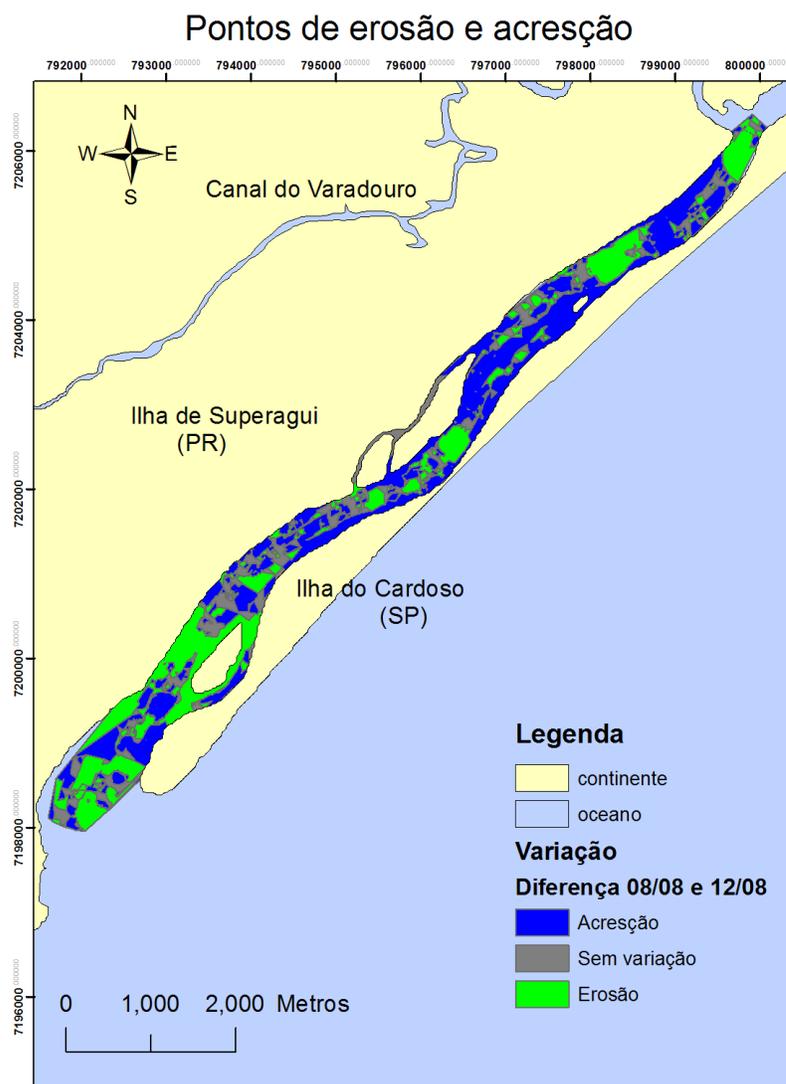


Fig. 25)- Balaço de erosão e deposição, entre os levantamentos batimétricos de 08-08 e 12-08.

No período entre dezembro de 2008 e abril de 2009 pode-se distinguir melhor as áreas de erosão e deposição (fig. 26). Até a metade do canal ocorre grande quantidade de áreas de erosão, bem distribuídas, desde o deságüe do Varadouro até a região do esporão.

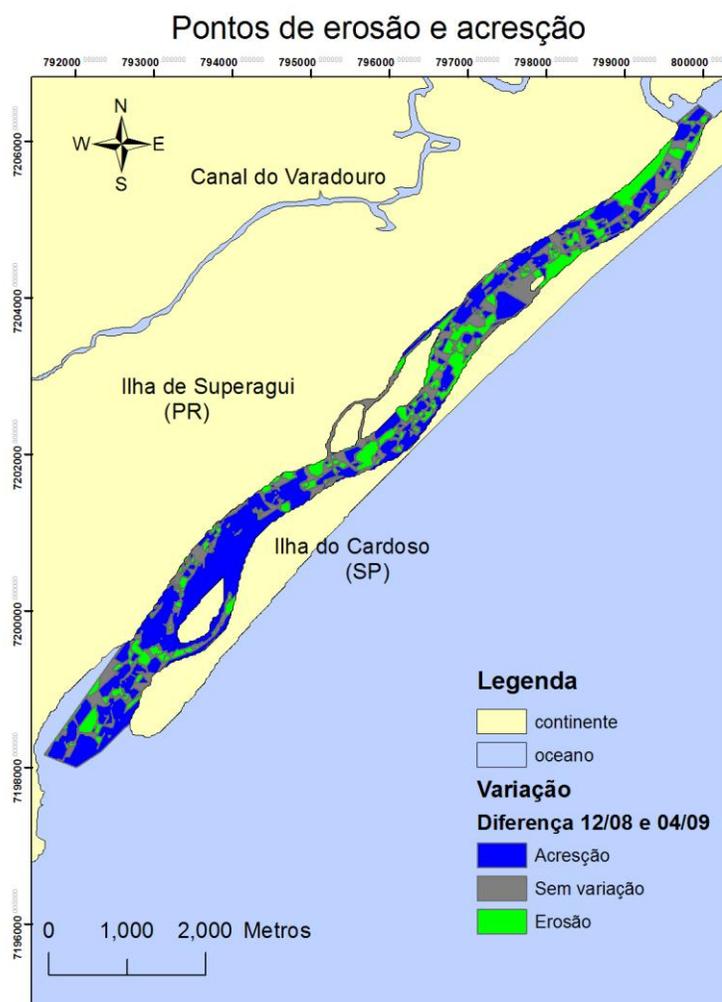


Fig. 26)- Balaço de erosão e deposição, entre os levantamentos batimétricos de 12-08 e 04-09.

Durante todo o período amostrado, as áreas de erosão estiveram bem delineadas, predominando todavia as áreas de deposição. As áreas de erosão ocorrem apenas na região da desembocadura, do esporão e na região do deságüe do canal do Varadouro, mantendo o mesmo padrão desde o início das campanhas (fig. 27). Poucas áreas se mantiveram sem nenhuma alteração.

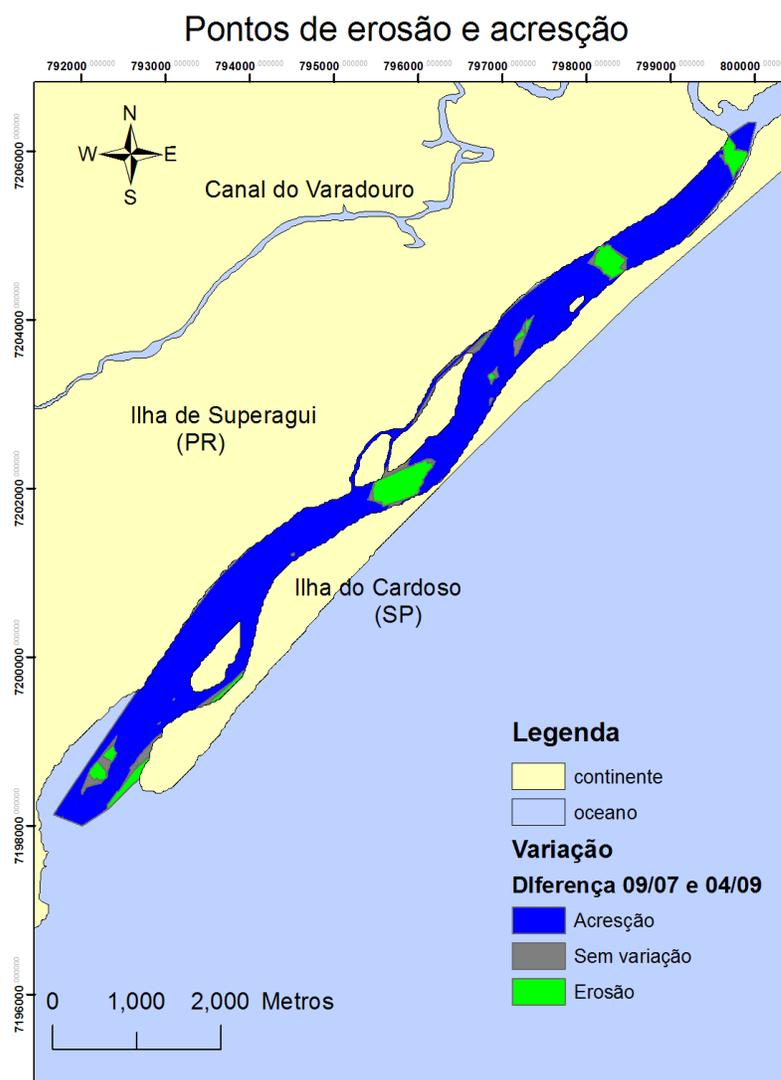


Fig. 27)- Balaço de erosão e deposição, entre os levantamentos batimétricos de 09-07 e 04-09.

4.3 Análise quantitativa de erosão e deposição:

Em cada coleta foi feito o cálculo do volume de água, profundidade máxima e área amostral para que fossem monitoradas as variações no decorrer do tempo (Fig. 28).

Amostragem	Prof. Máxima	Volume	Área de fundo
09/2007	10,7m	$17.9 \times 10^5 \text{ m}^3$	$1.1 \times 10^2 \text{ m}^2$
04/2008	18,4m	$27.8 \times 10^5 \text{ m}^3$	$4.3 \times 10^2 \text{ m}^2$
08/2008	15,6m	$6.7 \times 10^2 \text{ m}^2$	$23.0 \times 10^5 \text{ m}^3$
12/2008	14,6m	$22.8 \times 10^5 \text{ m}^3$	$9.2 \times 10^2 \text{ m}^2$
04/2009	10,7m	$23.5 \times 10^5 \text{ m}^3$	$3.7 \times 10^2 \text{ m}^2$

Fig. 28- Tabela de valores referentes aos dados batimétricos

Com a média dos volumes visualizou-se erosão e deposição durante todo período da coleta, indicando que é uma área de grande dinâmica (fig.29).

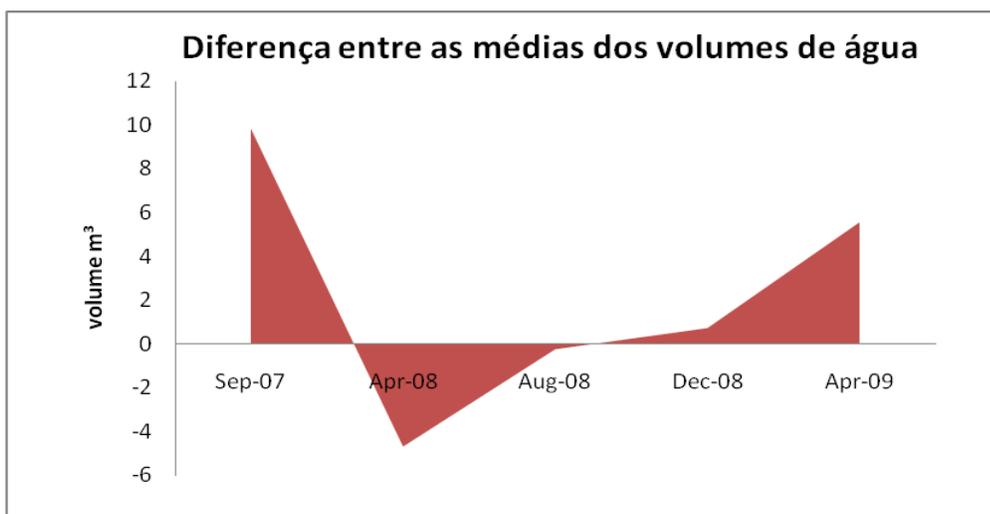


Fig. 29)- Gráfico de erosão e deposição.

5. DISCUSSÃO

A região do mar do Ararapira sofre variações morfológicas na linha de costa interna, erosão e deposição. A hidrodinâmica e a morfologia do mar podem estar ligadas à dinâmica erosional e deposicional presente na região costeira adjacente. Pode estar ligadas também a processos decorrentes da abertura do Canal da Draga (canal do Varadouro), e que só agora começaram a ser percebidos (ou uma combinação destas e outras causas, como efeitos das mudanças climáticas, uso do solo no interior da bacia de drenagem, etc.). Segundo Angulo, Souza & Muller 2009, a região apresenta um padrão de acresção nas margens convexas e erosão nas margens côncavas, como pode ser observado nos mapas, pois nas margens côncavas as profundidades são maiores em relação as margem convexas.

Mihaly & Angulo (2002) descrevem a morfologia do corpo lagunar, paralela a linha de costa, e a desembocadura, localizada no extremo sudoeste deste, determinando que a corrente de maré vazante flui de NE para SW, sentido inverso ao da deriva predominante; a inversão no sentido do fluxo, que ocorre na desembocadura, faz com que o padrão de circulação da corrente de vazante se assemelhe ao fluxo d'água num meandro. Devido a essa inversão do fluxo o canal realmente segue um padrão meandrante registrado nos resultados desse trabalho.

A existência de uma área rasa, relacionada ao delta de maré enchente com dunas subaquosas, que podem aflorar durante as marés baixas de sizígia, localizadas em continuidade com a margem lagunar, propicia uma zona de calmaria com propensão a acresção (Mihaly e Angulo *op. cit.*). Essa região de áreas rasas é evidenciada com as menores profundidades amostradas na região da desembocadura em todas as campanhas batimétricas.

Por ser uma região dinâmica apresenta uma variação significativa do fundo, com uma mudança que segue um padrão de sazonalidade. Durante o período de chuvas, no verão (abril/2008, dezembro/2008 e abril/2009), mostra a presença de canais mais profundos.

As margens convexas por apresentarem maior processo erosivo mostram também uma maior quantidade de buracos mais profundos, caracterizados principalmente na região próximo ao esporão. Segundo Angulo, Souza & Muller, 2009 e, Mihaly & Angulo, 2002 a região próximo ao esporão é a área de maior dinâmica podendo até se romper com o passar de alguns anos, devido a essa maior dinâmica essa região apresenta os buracos de maiores profundidades.

A inflexão da corrente de maré vazante e a forma côncava da margem direita fazem com que a corrente flua preferencialmente num canal principal junto a esta margem. Neste percurso, a corrente de maré vazante exerce grande poder erosivo na margem direita (Mihaly & Angulo 2002). As regiões mais profundas do canal estão na área de desembocadura do canal do Varadouro e na região onde, segundo Angulo, Souza & Muller (2009) se encontra o maior processo erosivo.

Segundo Kjerfve & Chao (1979), essas cavidades podem ser originadas devido a uma varredura de sedimentos finos nesses locais durante a maré cheia. Essa varredura pode ser confirmada pelo registro apenas de areias finas e argila e silte, na região do mar do Ararapira como registrado por Muller, 2010.

A altura e a força da maré podem influenciar na presença de cavidades, Eiser & Kjerfve 1986. As amostragens foram todas realizadas em maré de sizígia influenciando na aparição desses buracos. Devido o padrão da margem que deve ser o mesmo do que segue o canal, essas feições aparecem seguindo o padrão da região, estando presentes em áreas côncavas.

Segundo Soares (1990) na região de Guaraqueçaba, as correntes de vazante têm predominância sobre as de enchente, na maioria dos locais devido ao fato de as vazantes terem seu fluxo aumentado pelo aporte fluvial, que fica contido durante a elevação do nível do mar na maré enchente. Sendo uma região próxima e similar ao mar do Ararapira pode ocorrer nesta região um fenômeno similar. Soares *op. cit.* relata que o período mais chuvoso na região de Guaraqueçaba corresponde aos meses de verão quando ocorre a maior descarga fluvial e maior descarga de sedimento. Com isso aumenta a força da maré e esse sedimento e outros do canal do Mar do Ararapira, seriam exportados para a região da barra, que mostra acreção, o que resultaria em erosão como a observada no interior do mar do Ararapira.

Com as comparações do volume de água fica evidenciado que as profundidades do canal do Ararapira seguem um padrão morfodinâmico sazonal, com períodos em que houve erosão como em setembro de 2007 e abril de 2008 e entre dezembro de 2008 e abril 2009. Entre abril e agosto de 2008 e entre, agosto e dezembro deste mesmo ano (meses de outono, primavera e inverno) houve uma nítida acreção como a registrada nos dados.

6. CONCLUSÃO

O canal do mar do Ararapira tem um padrão meandrante, com processos de erosão e acresção, havendo uma parte central de maior profundidade e, próximo as margens, áreas mais rasas. Os locais onde existem cavidades mais profundas são na região do deságüe do canal do Varadouro, na área do esporão e, esporadicamente em algumas margens côncavas.

As margens côncavas apresentam maior processo erosivo, pois nas margens convexas ocorre aprisionamento e o efeito do molhe hidráulico sobre os sedimentos.

Os valores encontrados e comparados das batimetrias indicaram que o mar do Ararapira é uma região de grande dinâmica, sofrendo com isso contínuos processos de erosão e deposição. A área que apresentou processos erosivos em todas as amostragens foi a região do esporão que separa o mar do oceano, apresentando feições profundas em todas as campanhas batimétricas.

A morfodinâmica apresenta uma componente sazonal, com maior erosão em períodos de alta descarga fluvial e menor erosão em períodos de seca, sendo que na escala de todo o mar do Ararapira predomina uma dinâmica estuarina. Mesmo assim, e como a energia das marés é importante, esta componente parece também participar dos fenômenos morfodinâmicos, se considerarmos o trabalho de Eiser & Kjerfve 1986 sobre a origem dos buracos em regiões estuarinas.

A força da maré, principalmente a vazante sobre os sedimentos da região pode ser a causa da presença de tantos buracos. Essa dinâmica das marés lava o sedimento do canal que é em sua maioria composta de sedimentos finos e areia (MULLER, 2010), e o carrega para fora do canal causando todos os processos erosivos e de formação de cavidades evidenciados no estudo.

A região da desembocadura apresenta contínuo processo de deposição, principalmente nas margens convexas, com grande quantidade de bancos de areia observados durante todos os resultados, o que dá suporte ao concluído sobre ser a região interna. O Mar de Ararapira e sua bacia a montante são áreas em contínuo processo erosivo durante este estudo.

REFERÊNCIAS

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

ANGULO, R. J. (1999). Morphological characterization of the tidal deltas on the coast of the State of Paraná. **An. Acad. Bras. Cienc.**, São Paulo, v. 71, n. 4-11, p. 935-959.

ANGULO, R. J; SOUZA, M. C; MULLER, M. E. (2009). Previsão e consequências da abertura de uma nova barra no Mar do Ararapira, Paraná – São Paulo, Brasil. **Rev. Quat. Environ. Geosci.**, [S.l.], v. 01, n. 2, p. 67-75.

BAPTISTA NETO, J. A. B.; AYRES, A. Métodos Diretos e Indiretos de Investigação do Fundo Oceânico. In: BAPTISTA NETO, J. A. B. (Orgs.). **Introdução a geologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, p. 127-151.

EISER, W. C; KJERFVE, B. (1986). Marsh topography and hypsometric characteristics of a South Carolina salt marsh basin. **Estuar. Coast. Shelf Sci.**, London, v. 23, p.595 – 605.

FRANCO, G. B.; LAVENÈRE-WANDERLEY, A. A. O.; MOREAU, M. S. (2006). Comparativo da Batimetria (1941-1976) da Baía do Pontal, em Ilhéus – Bahia. **Cad. Geogr.**, Belo Horizonte, v. 7 n.18 p. 37 – 46.

GOMES, M. P.; VITAL, H.; MACEDO, J. W. P. (2007). Aplicação da geoestatística na filtragem de dados batimétricos e altimétricos na Bacia Potiguar. **Rev. Geol.**, Fortaleza, v.20 n 2 p.243-254.

KJERFVE, B; SHAO, C; STAPOR Jr, F. W. (1979). Formation of deep scour holes at the junction of tidal creeks: an hypothesis. **Mar. Geol.**, Amsterdam, v. 33, p. M9 – M14.

KUMPERA, B. (2004). **Contribuição ao Processo Sedimentar atual do Canal do Ararapira, sistema-estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape (SP)**. 118 f. Dissertação (Mestrado) – Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo.

LANDIM, P. M. B. (2000). **Introdução aos métodos de estimação espacial para confecção de mapas**. Rio Claro: Departamento de geologia aplicada, Universidade Estadual de São Paulo.

MIHÁLY, P; ANGULO, R. J. (2002). Dinâmica da desembocadura do corpo lagunar do Ararapira. **Rev. Bras. Geocienc.**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 217-222.

MOURA, A. L. (2006). **Uma proposta para triangulação de Delaunay 2D e localização planar de pontos em OCaml**. 115 f. Tese (Doutorado) - Faculdade de Engenharia Elétrica, Universidade Federal de Uberlândia, Uberlândia, Minas Gerais.

MULLER, M. E. (2010). **Estabilidade morfo – sedimentar do Mar do Ararapira e conseqüências da abertura da uma nova barra**. 75 f. Dissertação (Mestrado em Sistemas Costeiros e Oceânicos). Centro de Estudo do Mar, Setor de Ciências da Terra, Universidade Federal do Paraná, Pontal do Paraná.

ODRESKI, L. L. R. (2002). **Evolução Sedimentar e Batimétrica da Baía de Antonina - PR**. 75 f. Dissertação (Mestrado) – Departamento de Geologia, Universidade Federal do Paraná, Curitiba.

OLEA, R. A. (1991). **Geostatistical glossary and multilingual dictionary**. Oxford: Inst. Assoc. Math. Geology, n.3 .

SCHWING, F. B; KJERFVE, B. (1980). Longitudinal characterization of a tidal marsh creek separating two hydrographically distinct estuaries. **Estuaries**, Columbia, v. 3, n. 4, p236-241.

SILVA, G. C. *et al.* (2004). Ambientes de sedimentação costeira e processos morfodinâmicos atuantes na linha de costa. In: BAPTISTA NETO, J. A. B. (Orgs.). **Introdução a geologia marinha**. Rio de Janeiro: Interciência, p. 175-218.

SOARES, R. C. (1990). **Natureza dos sedimentos da superfície de fundo das baías das Laranjeiras e de Guaraqueçaba – complexo estuarino de Paranaguá (estado do Paraná, Brasil)**. 137 f. Dissertação (Mestrado) - Universidade Estadual de São Paulo, Rio Claro.

SUGUIO, K. ; TESSLER, M. G. (1983). Intense coastal sedimentation and erosion in the Cananéia outlet, southern state of São Paulo, Brazil. **Bol. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, v. 32, n. 1, p. 71- 75.

TABACNIKS, M. H. (2003). **Conceitos básicos da teoria de erros**. São Paulo: Instituto de Física da Universidade de São Paulo.

TESSLER, M. G.; FURTADO, V. V. (1983). Dinâmica de sedimentação das feições de assoreamento da região lagunar Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo. **Bol. Ins. Oceanogr.**, São Paulo, v. 32, n. 2, p. 117-124.

TESSLER, M. G. *et al.* (1990) . Evolução temporal e espacial da desembocadura lagunar de Cananéia. **Bol. Inst. Oceanogr.**, São Paulo, v. 38, n. 1, p. 23-29.

TESSLER, M. G.; MAHIQUES, M. M. (1993). Utilization of coastal geomorphic features as indicators of longshore transport: example of the southern coastal region of the state of São Paulo, Brasil.. **J. Coast. Res.**, Lawrence, v. 9, n. 3, p. 823-830.

TESSLER, M. G.; MAHIQUES, M. M. (1998). Erosional and depositional processes on the southern coast of the state of São Paulo: A case study of Cananéia - Iguape System.. **An. Acad. Bras. Cienc.**, Rio de Janeiro, v. 70, n. 2, p. 267-275.

WIECZOREK, A. (2006). **Mapeamento de Sensibilidade a Derramamento de Petróleo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso – PEIC e Área de Entorno.** 157 f. Dissertação (Mestrado) - Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Universidade Estadual Paulista, Rio Claro.

WRIGHT, J. (1988). **Seawater:** Its composition properties and behaviour. Oxford: Open University.