



ISSN:1984-2295

Revista Brasileira de Geografia Física

Homepage: www.ufpe.br/rbgfe



Paisagem marinha da baía da Babitonga, nordeste do Estado de Santa Catarina

Celso Voos Vieira¹, Norberto Olmiro Horn Filho²

¹Doutor em Geografia, professor no Centro de Ciências Humanas e Biológicas, Departamento de Ciências Biológicas, Universidade da Região de Joinville, CEP 89219-710, Joinville, SC. celso.v@univille.br (autor correspondente). ²Doutor em Geologia, professor no Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Geociências, Programa de Pós-graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, CEP 88040-970, Florianópolis, SC. horn@cfh.ufsc.br

Artigo submetido em 04/10/2016 e aceite em 20/10/2016

RESUMO

O entendimento e o mapeamento do relevo submerso associado ao emprego de Sistemas de Informações Geográficas tem propiciado a obtenção de informações da estrutura geomorfológica e o avanço no conhecimento do habitat e dos recursos marinhos. A presente pesquisa tem como objetivo principal efetuar a caracterização e setorização da morfologia de fundo de baía da Babitonga. A confecção do mapa morfológico foi executada com a utilização da extensão *Benthic Terrain Modeler*, com a adoção de um dicionário de dados específico para ambientes marinhos rasos. A caracterização da paisagem marinha da baía da Babitonga resultou em dois mapeamentos em escalas distintas, as zonas de paisagem e as estruturas de paisagem. A metodologia empregada permitiu gerar quatro zonas de paisagem marinha: planície, banco, depressão e vertente. A análise em maior escala permitiu o mapeamento de oito estruturas de paisagem: canal, depressão local, depressão ampla sobre planície, planície profunda, planície rasa, vertente, banco sobre planície e crista sobre banco. A baía da Babitonga é enquadrada como um complexo estuarino raso, onde 75% das feições geomorfológicas encontram-se até 5 m de profundidade. As estruturas de paisagem de maior ocorrência referem-se a planície rasa, crista sobre banco e canal com 78,3% da baía. As áreas situadas no interior da baía da Babitonga, na desembocadura dos principais rios, possuem intensa deposição como planícies rasas e cristas sobre bancos. A região central da baía possui intenso controle estrutural com a formação de ilhas rochosas e grande variabilidade de estruturas de paisagem.

Palavras-chave: Geologia marinha, geomorfologia, geoprocessamento.

Marine landscape of the *Babitonga* bay, northeast of *Santa Catarina* state

ABSTRACT

The understanding and mapping of the submerged relief associated with the utilization of Geographic Information Systems have made it possible to obtain information on the geomorphological features, as well as the progress in the knowledge of the habitat and the marine resources. The primary objective of this study is the characterization and sectorization of the morphology at the bottom of the Babitonga Bay. The morphological map was created using the *Benthic Terrain Modeler*, by adopting a specific data dictionary for shallow marine environments. The classification of the marine landscape of Babitonga Bay resulted in two mappings on different scales, landscape zones and landscape structures. The methodology used has generated four marine landscape zones: plains, banks, depressions and slopes. The larger-scale analysis allowed the mapping of eight landscape structures: canals, local depressions, wide depressions on plains, deep plains, shallow plains, slopes, banks on plains and bank crests. Babitonga Bay is framed as a shallow estuarine complex, where 75% of the geomorphological features are found up to 5 m of depth. The most frequently landscape structures refer to the shallow plains, bank crests and canals that make up 78.3% of the bay. The areas located in the interior of the Babitonga Bay, at the mouth of the main rivers, have intense deposition in the form of shallow plains and bank crests. The central region of the bay has intense structural control with the formation of rocky islands and great variability of landscape features.

Key words: Marine geology, geomorphology, geoprocessing.

Introdução

O conceito de paisagens marinhas foi preconizado por Roff e Taylor (2000) no Canadá e

posteriormente discutido e difundido na Europa e na Inglaterra (Laffoley et al., 2000; Connor et al., 2006). O conceito inicial compreendia a

classificação geral do relevo submarino fundamentada em características geofísicas, com o intuito de reconhecimento e determinação da natureza das comunidades biológicas.

Com o desenvolvimento de sistemas de coleta de dados, organização e análises (Sistema de Informação Geográfica - SIG) foi possível efetivamente a obtenção de inúmeras informações concernente a estrutura e gênese do relevo submerso. Nesse sentido destaca-se a importância do emprego do SIG na possibilidade de selecionar informações cruciais de um universo de dados e criar modelos adequados da estrutura geomorfológica do fundo marinho (Gustavsson et al., 2006).

O incremento e o emprego de geotecnologias em estudos de mapeamento do fundo marinho vêm proporcionando uma ampliação no conhecimento da distribuição e das particularidades da geomorfologia marinha e dos habitats bentônicos, tornando-se essenciais às pesquisas e possibilitando a avaliação do estado dos recursos marinhos (Greene et al., 1999; Diaz et al., 2004). Esse tipo de mapeamento oceânico vem se tornando uma técnica cada vez mais comum para a avaliação desses habitats e dos potenciais riscos e impactos causados pelas atividades antrópicas (Greene et al., 1999). Ressalta-se que a metodologia de identificação do relevo submarino foi empregada com sucesso em diferentes regiões do globo com propósitos distintos, como na Samoa Americana (Lundblad, 2004; Lundblad et al., 2006; Reinehart et al., 2004) na América Central (TNC, 2008), na Escócia (Henry et al., 2013), na Austrália (Jalali et al., 2015) e no Brasil: em Santa Catarina (Campos, 2011) e pontualmente ao longo da costa brasileira (Magris e Déstro, 2010).

O reconhecimento do fundo marinho tem sido utilizado em muitas áreas de investigação, tais como: estudos para ampliação do conhecimento científico de áreas submersas, na pesquisa mineral, na definição de rotas de navegação e no suporte a projetos de engenharia (Souza, 2006).

A classificação da morfologia do fundo marinho, quando combinada com informações associadas à coluna d'água, à flora e à fauna marinha, pode ser uma ferramenta importante para a elaboração de programas de gestão e delimitação de unidades de conservação marinhas (Golding et al., 2004). Pode também servir como uma base de informações para tomadas de decisão no estabelecimento de uma rede mais ampla e eficaz de proteção do meio marinho e costeiro (Lundblad et al., 2006).

Contudo apesar da importância do reconhecimento do fundo marinho raso, principalmente dos ambientes estuarinos, o emprego de metodologias de mapeamento da morfologia de fundo ainda não é uma realidade nos ambientes marinhos rasos abrigados no Brasil, especialmente no estado de Santa Catarina. Desta maneira, a presente pesquisa tem como principal objetivo efetuar a caracterização e setorização da morfologia de fundo de baía da Babitonga, situado no norte do estado de Santa Catarina.

Material e métodos

Área de estudo

Regionalmente no litoral Norte catarinense o elemento capital de destaque e de influência no contexto oceanográfico costeiro refere-se à baía da Babitonga também denominada baía de São Francisco ou do Sul. A baía pode ser entendida como um complexo estuarino situado no norte do Estado de Santa Catarina, entre as latitudes 26°07' e 26°27' sul (Diehl e Horn Filho, 1996), caracterizando-se por ser o maior do estado de Santa Catarina e preservar a maior área de manguezal do território catarinense (Vieira, 2015).

Morfologicamente, a baía da Babitonga possui um canal principal no sentido NE/SW, com aproximadamente 3,8 km de largura e profundidades de até 28 m, assim como, dois eixos alongados no sentido SE/NW (Figura 1), mais estreitos, com largura máxima de 1,5 km e profundidades médias de 4 m (Vieira et al., 2008).

No interior da baía da Babitonga, segundo Vieira et al. (2008), os sedimentos de fundo podem ser agrupados em duas classes distintas, balizado na composição carbonática biotritica em: sedimentos litoclásticos (carbonatos < 30%) e litobioclásticos (> 30% carbonatos < 50%). Texturalmente, os sedimentos de fundo variam de areia fina (sedimentos compostos de 100% de areia) e três classes de depósitos lamosos (lama > 75%; > 25% lama < 75%; lama < 25%).

A região em estudo pode ser enquadrada no clima temperado Cfa (mesotérmico úmido e verão quente) sendo influenciado pelas massas de ar polar e tropical Atlântica. As temperaturas médias mensais oscilam entre 15 e 18°C no inverno e entre 24 e 26°C no verão. A umidade do ar, igualmente sob influência marítima, atinge média anual de 80% (Santa Catarina, 1986).

De maneira geral o litoral Norte do estado de Santa Catarina encontra-se sob domínio de um regime de micro marés (amplitude < 2 m), do tipo misto, predominantemente semi-diurno com desigualdades de alturas para as preamares e

baixa-mares, com amplitude média de 0,85 m, máxima de 1,28 m durante os períodos de sizígia e mínima de 0,27 m durante os períodos de quadratura (Truccolo e Schettini, 1999).

De acordo com Silva (2011), com exceção da camada superficial (até 50 cm de profundidade), a maior frequência é de corrente de maré enchente com velocidade ligeiramente maior que a corrente de maré vazante. Os dados de

correntes mostraram um pico de velocidade instantânea de aproximadamente 1,76 m/s durante a maré vazante de sizígia e valor médio de 0,46 m/s ao longo da coluna de água. A velocidade média no fundo (0,38 m/s) foi ligeiramente menor que o valor encontrado na superfície (0,49 m/s). Em todas profundidades de amostragem pode-se observar a tendência das correntes se dirigirem para ENE (vazantes) e WSW (enchente).

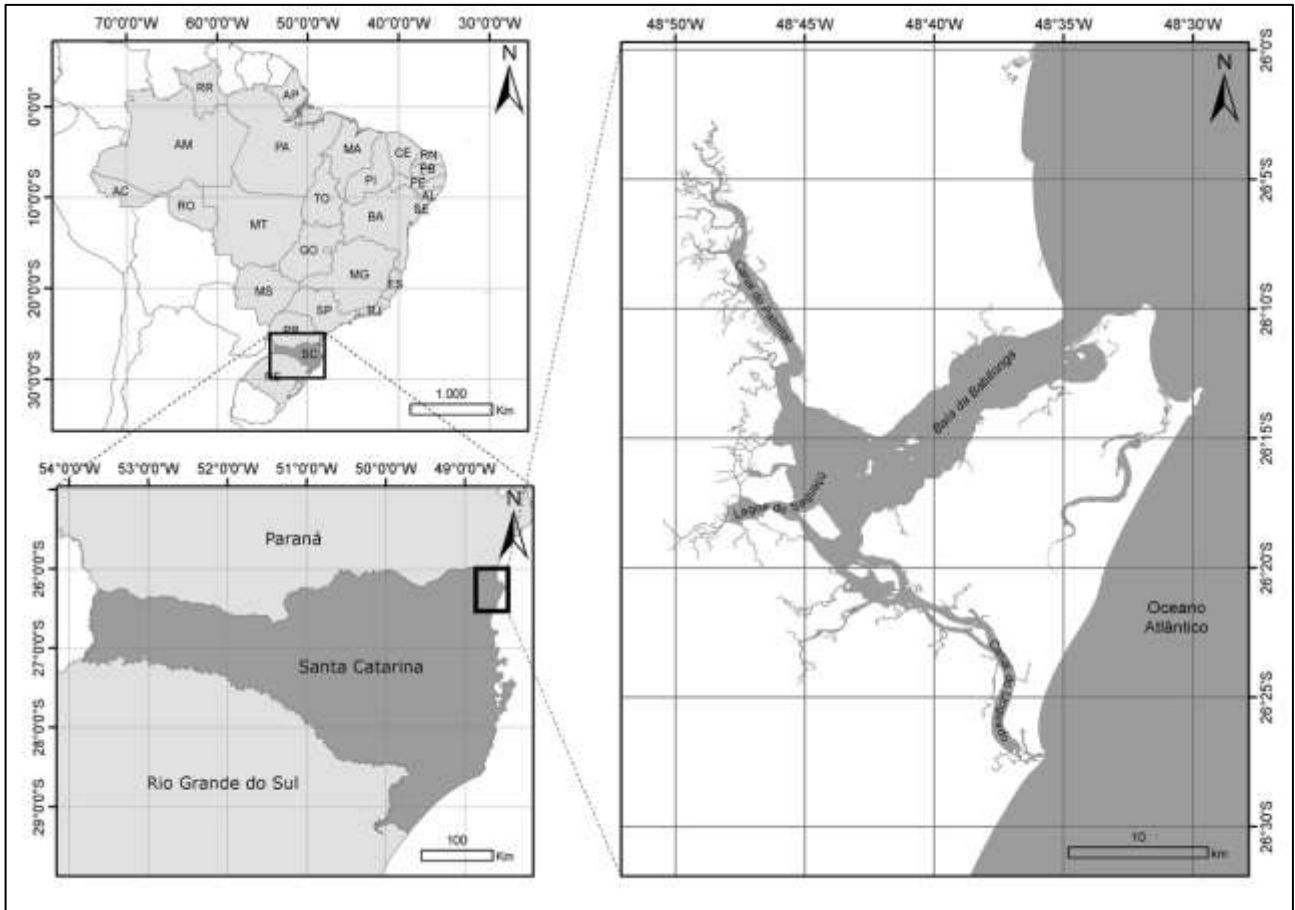


Figura 1 - Localização da baía da Babiçonga no litoral Norte catarinense.

Modelo conceitual de mapeamento da morfologia de fundo

A confecção do mapa morfológico do fundo da baía da Babiçonga foi executada com a utilização do *Benthic Terrain Modeler - BTM* (Wright et al., 2012), que é uma extensão desenvolvida para o *ArcGIS 10*, como resultado da cooperação da *Oregon State University (OSU)* com o *Coastal Services Center* da *National Oceanic and Atmospheric Administration (NOAA)*¹.

O conceito central do processo de classificação do fundo marinho utilizado pelo BTM é a criação de um algoritmo chamado de *Bathymetric Position Index (BPI)*, sendo o equivalente “marinho” do *Topographic Position*

Index (TPI). O BPI é calculado utilizando como base um Modelo Digital de Terreno (MDT) com a utilização de uma função de análise de vizinhança, onde um determinado local georreferenciado é comparado com as células vizinhas no interior de uma área definida (Lundblad et al., 2006; Campos, 2011).

A metodologia permite a análise em uma escala detalhada (*Fine-BPI*), onde é efetuada uma menor análise de vizinhança, que possibilita classificar detalhadamente as feições na paisagem de fundo e uma escala geral (*Broad-BPI*), que executa uma análise mais ampla, identificando áreas mais gerais na paisagem bêntica. Posteriormente os produtos gerados em escalas distintas são padronizados em função do fator de escala adotada para a geração de zonas (*Broad-*

¹ <https://coast.noaa.gov/digitalcoast/tools/btm.html>

BPI) e estruturas (*Fine-BPI*) de paisagem. Maiores detalhes sobre o quadro conceitual de desenvolvimento e funcionamento da extensão (BTM) pode ser visualizado em Lundblad et al. (2006).

Dados utilizados e parametrização do modelo

A batimetria da baía da Babitonga foi obtida com a digitalização das cartas náuticas disponibilizadas pela Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil, em escala 1:27.000. Foram digitalizados os pontos e as linhas batimétricas das cartas náuticas, bem como a linha de costa das cartas topográficas do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), em escala 1:50.000. Para a geração do Modelo Digital do Terreno (MDT) das cartas náuticas da baía da Babitonga foi utilizado o método da rede de triângulos irregulares (*Triangular Irregular Network - TIN*), posteriormente transformado em formato matricial, com resolução espacial de 10m. Todas as informações foram convertidas para o *datum* SIRGAS2000, projeção UTM, meridiano central W51° e executadas no *software ArcGIS 10.1*.

Os parâmetros estabelecidos para a geração do modelo de paisagem marinha nas duas escalas de análise foram: *Broad Scale* BPI (raio interno: 1 pixel/raio externo: 75 pixels/fator de escala: 1.500); *Fine Scale* BPI: (raio interno: 1 pixel/raio externo: 45 pixels/fator de escala: 900).

Após a etapa de estabelecimento dos raios de busca e do fator de escala e geração dos arquivos associados ao BPI, foi efetuada uma modificação nos parâmetros do dicionário de classificação padrão (Lundblad et al., 2006; Wright et al., 2012) da extensão. Para a análise da baía da Babitonga foram adotadas as variáveis adaptadas para ambientes marinhos rasos abrigados proposta por Campos (2011), que muito se assemelha à área em estudo. Desta maneira foram estabelecidos dois dicionários de classificação: para as zonas de paisagem (Tabela 1) e para as estruturas de paisagem (Tabela 2).

As descrições das classes das zonas de paisagem e estruturas da paisagem marinha adotadas para a área de estudo podem ser visualizadas nas tabelas 3 e 4.

Tabela 1 - Dicionário de dados das zonas de paisagem marinha adotado para a Baía da Babitonga.

Zona	Escala geral (<i>Broad scale</i>)		Escala detalhada (<i>Fine scale</i>)		Declividade		Profundidade	
	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior
Banco	35							
Depressão			-35					
Planície	-35		-35			0,5	35	
Vertente	-35		-35		0,5			

Tabela 2 - Dicionário de dados das estruturas de paisagem marinha adotado para a baía da Babitonga.

Estrutura	Escala geral (<i>Broad scale</i>)		Escala detalhada (<i>Fine scale</i>)		Declividade		Profundidade	
	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior	Limite inferior	Limite superior
Canal		-35		-35				
Depressão local	-35	35		-35				
Depressão ampla sobre a planície		-35	-35	35			35	
Planície profunda	-35		-35	35		0,5		-3
Planície rasa	-35		-35	35		0,5		-3
Vertente	-35		-35	35	0,5	10		
Banco sobre planície	-35	35	35					
Crista sobre banco	-35		35					

Tabela 3 - Descrição das zonas de paisagem marinha adotado para a baía da Babitonga.

Zona	Descrição
Banco	Pontos altos no terreno onde existem valores positivos de BPI maiores que 1 desvio padrão da média na direção positiva.
Depressão	Pontos baixos no terreno onde existem valores positivos de BPI maiores que 1 desvio padrão da média na direção negativa.
Planície	Áreas planas no terreno onde os valores de BPI são próximos de zero e possuem até 1 desvio padrão da média. As áreas planas possuem declividade menor ou igual a 0,5°.
Vertente	Áreas com declividade no terreno onde os valores de BPI são próximos de zero e possuem até 1 desvio padrão da média. As áreas planas possuem declividade maior que 0,5°.

Tabela 4 - Descrição das estruturas de paisagem marinha adotado para a Baía da Babitonga.

Zona	Descrição
Canal	É formada por uma depressão onde ambas as características mais detalhadas (<i>fine</i>) e gerais (<i>broad</i>) no fundo marinho são mais baixas que seus arredores.
Depressão local	É formada por depressão classificada em uma escala mais detalhada (<i>fine</i>) no interior de uma planície com profundidade maior que 3 m (planície profunda).
Depressão ampla sobre a planície	É uma depressão classificada em uma escala geral (<i>broad</i>) em forma de “U”, onde algumas feições classificadas por uma escala detalhada (<i>fine</i>) encontram-se encaixadas.
Planície profunda	Trata-se de uma grande área plana, com profundidade maior que 3 m. Nesta planície são encontradas feições classificadas em uma escala mais detalhada (<i>fine</i>).
Planície rasa	Trata-se de uma grande área plana, com profundidade inferior a 3 m, onde o terreno pode conter algumas feições classificadas por um índice de posição batimétrica mais detalhada (<i>fine</i>).
Vertente	A vertente é uma feição com declividade constante, onde os valores de inclinação estão entre 0,5 e 10°.
Banco sobre planície	Trata-se de uma elevação restrita a uma planície com profundidades superiores a 3 m, que é classificada com base em uma escala mais detalhada (<i>fine</i>).
Crista sobre banco	A crista sobre banco trata-se de uma feição mais proeminente do banco. Esta estrutura é classificada em ambas as escalas (<i>broad</i> e <i>fine</i>).

Resultados e discussão

Para a caracterização da paisagem marinha da baía da Babitonga foram produzidos dois mapeamentos em escalas distintas, as zonas de paisagem para uma interpretação da macroestrutura geomorfológica e as estruturas de paisagem que representam as feições geomorfológicas de detalhe, em grande escala.

Conforme observado nas figuras 2 e 4, referentes aos mapeamentos de zona e estrutura de paisagem marinha da baía da Babitonga, respectivamente, as classes estabelecidas no dicionário de classificação permitiram uma boa resolução e caracterização da morfologia de fundo da baía da Babitonga.

Para uma melhor visualização dos mapeamentos produzidos na presente pesquisa, optou-se por criar um mapa interativo na *web* (*Sigweb*) acessível por meio do link:

<http://www.arcgis.com/apps/MapTools/index.html?appid=b22ce42c105e433598111afe0ca80d68>.

De acordo com o Modelo Digital do Terreno, gerado a partir dos dados batimétricos, constatou-se que a baía da Babitonga possui uma profundidade máxima de 28 m e média de 3,2 m; sendo que classe batimétrica de maior ocorrência se encontra entre 0 e 5 m, que representa 74,4% da área de estudo (Figura 2).

Com relação a declividade, a baía da Babitonga possui declividade máxima de 15,07° e média de 0,49°, sendo que as classes de maior ocorrência se referem aos intervalos de 0 a 0,5° com 69,06% e 0,51 a 2° com 25,26% da área total da baía da Babitonga (Figura 2).

Zonas de paisagem

Na Figura 3 encontram-se discriminadas quatro grandes zonas de paisagem marinha: planície, banco, depressão e vertente. Na Tabela 5 é possível observar que as feições associadas à

planície correspondem a 36,8% da baía da Babitonga e ao banco compreendem 29,3%. As áreas mais profundas, associadas à depressão possuem 23,8% de ocorrência e à vertente (áreas com maiores declividades) representam 10,1% da área de estudo.

Com relação as profundidades de ocorrência das zonas de paisagem constataram-se que 74,4% das feições geomorfológicas ocorrem em profundidades entre 0 a 5 m, com predominância das áreas de planície com 34,8%,

banco com 26,9% e depressão com 23,8% da área total da baía. As áreas de maior declividade associadas a vertente representam 7,3% da área total da baía nessa faixa de profundidade.

Na faixa de profundidade entre 5,1 e 10 m ocorrem 15,4% das feições geomorfológicas da baía. A zona de maior destaque refere-se à depressão, com 8,4%. As demais zonas possuem ocorrência semelhante entre si (Tabela 5), na ordem de apenas de 2%.

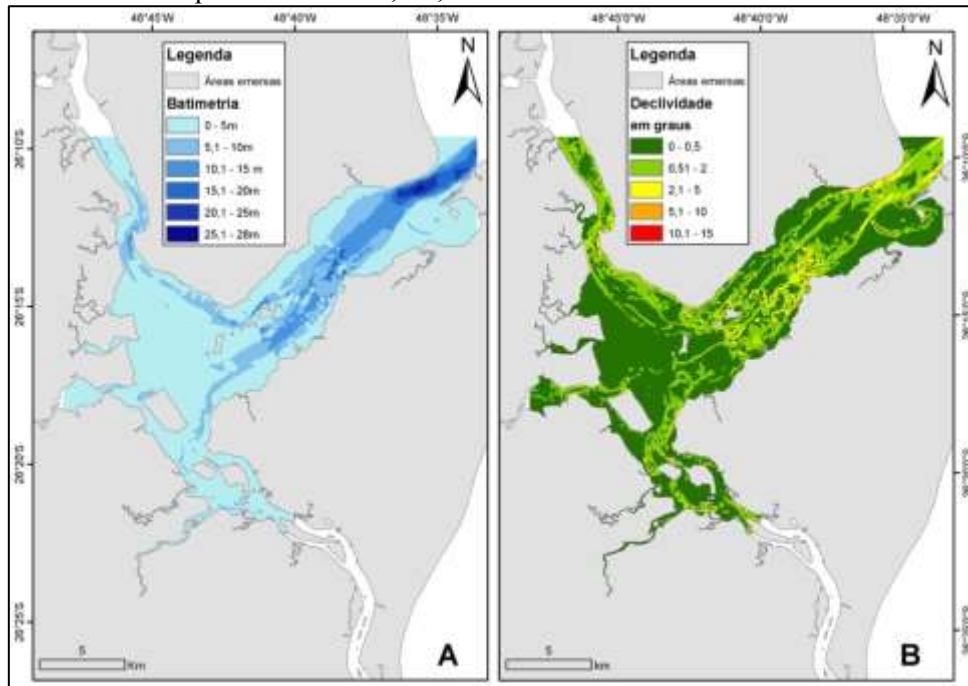


Figura 2 - Mapas batimétrico (A) e clinométrico (B) da baía da Babitonga.

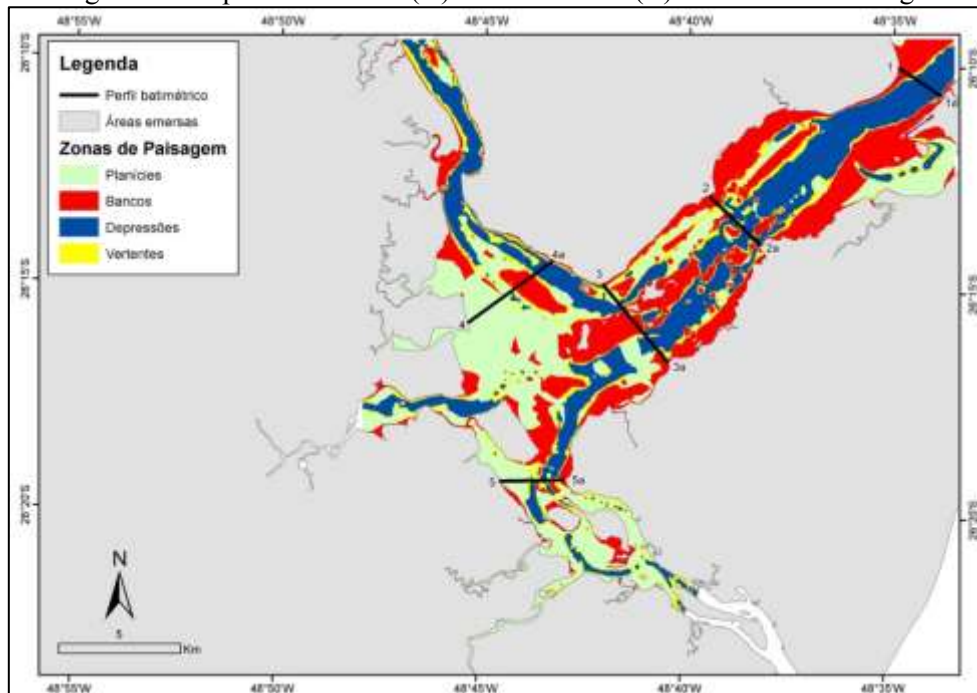


Figura 3 - Mapa de zonas de paisagem marinha da baía da Babitonga.

Tabela 5 - Porcentagem de ocorrência das zonas de paisagem marinha da baía da Babitonga.

Zona	Profundidade (m)						Total
	28 a 25,1	25 a 20,1	20 a 15,1	15 a 10,1	10 a 5,1	5 a 0,1	
Planície	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,0%	34,8%	36,8%
Banco	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,4%	26,9%	29,3%
Depressão	0,1%	0,9%	1,9%	7,1%	8,4%	5,5%	23,8%
Vertente	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	2,6%	7,3%	10,1%
Total	0,1%	0,9%	1,9%	7,3%	15,4%	74,4%	100,0%

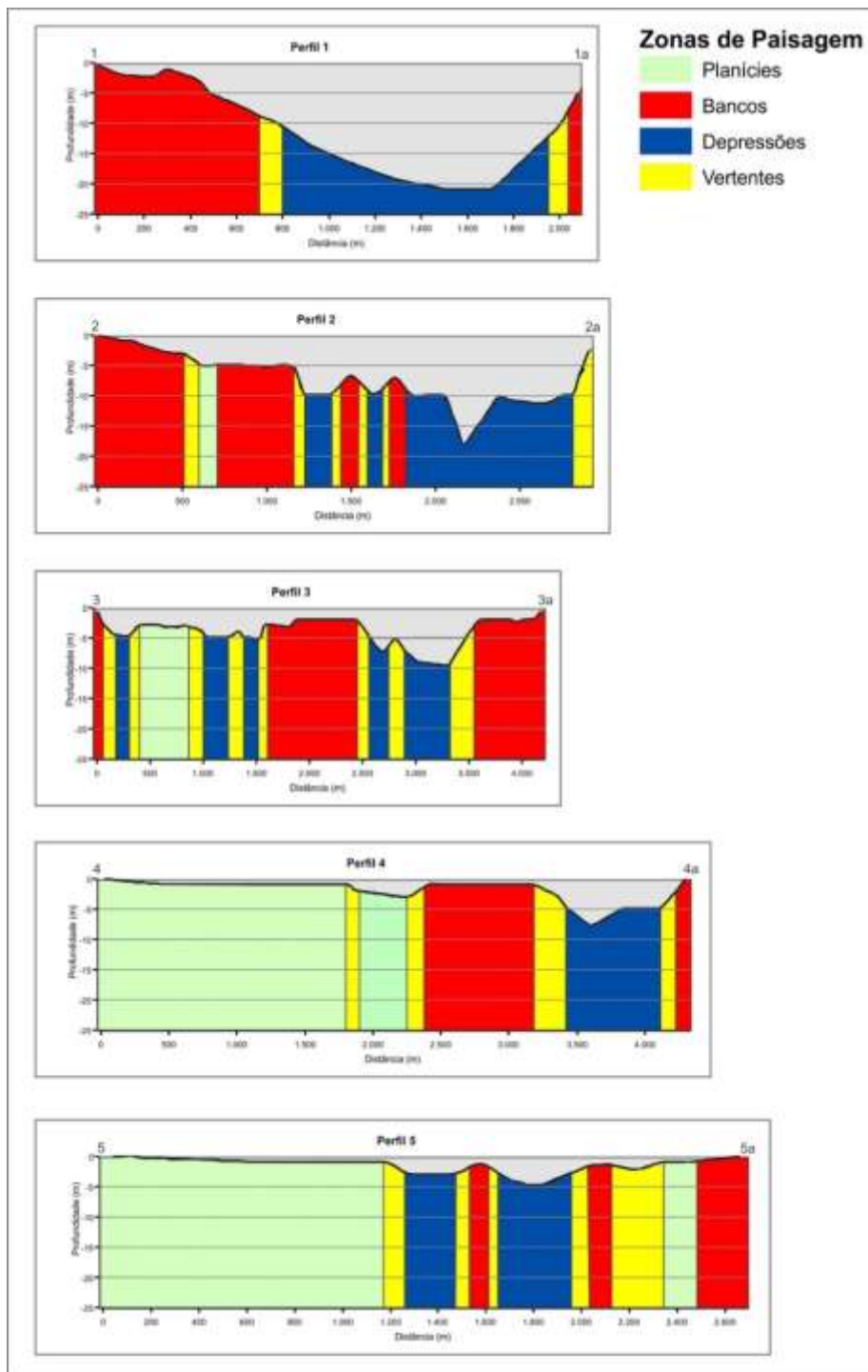


Figura 4 - Perfis batimétricos das zonas de paisagem marinha da baía da Babitonga.

Nas áreas mais profundas da baía da Babitonga, com cotas batimétricas entre 10,1 e 28 m, ocorre o predomínio da depressão com 10,2% da área total da baía.

Na Figura 4 é possível visualizar os perfis batimétricos das zonas de paisagem marinha da baía da Babitonga. No perfil 1, situado na foz da baía constatam-se as maiores profundidades com claro predomínio das zonas de banco e uma ampla e profunda depressão, intercalados por áreas de maior declividade (vertente).

Os perfis 2 e 3, ilustram a área central da baía, marcada principalmente por ilhas rochosas e lajes. Nesta área da baía nota-se uma maior intercalação das zonas de paisagem, porém ainda com o predomínio do banco e da depressão. Todavia, a vertente torna-se mais frequente, principalmente nas zonas de ruptura de paisagem, entre o banco e a depressão. Esse comportamento das zonas de paisagem pode estar relacionado a um maior controle estrutural do embasamento

cristalino na conformação da paisagem marinha da baía.

A partir da área central da baía, em direção a oeste, é possível visualizar uma maior ocorrência da planície, com marcante presença nos perfis 4 e 5. Os perfis situados no interior da baía possuem menor profundidade e amplas áreas de planície, sendo que a vertente é mais suave e a depressão possui profundidade média de 5 m, com valores máximos de 7,5 m.

Estruturas de paisagem

As estruturas de paisagem refletem uma subdivisão ou reanálise das zonas de paisagem considerando uma maior escala de mapeamento, o que permitiu um maior detalhamento das feições geomorfológicas, principalmente em função dos critérios: profundidade e declividade da topografia do fundo marinho, conforme visualizado na Figura 5 e na Tabela 6.

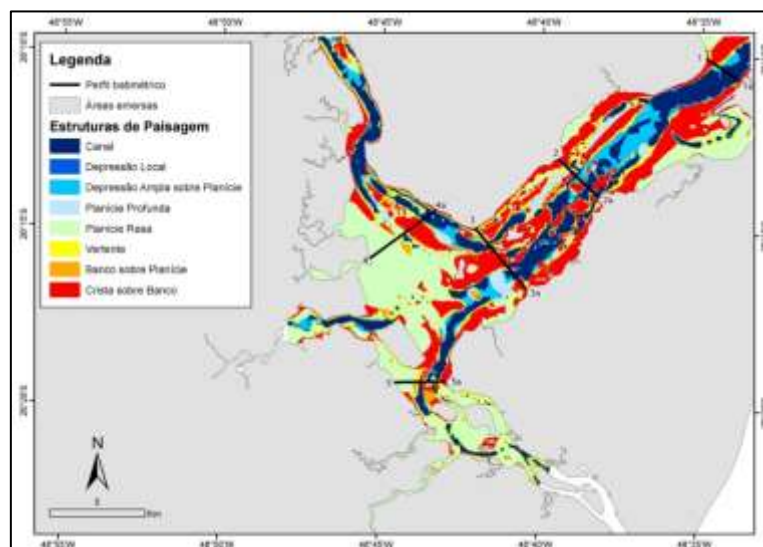


Figura 5 - Mapa de estruturas de paisagem marinha da baía da Babitonga.

Na Tabela 6 é possível observar que as feições associadas às áreas mais rasas (entre 0 e 5 m) da baía Babitonga representam 74,4% da área total e estão representadas principalmente pelas planícies rasas e cristas sobre bancos. Secundariamente ocorrem as feições de canal, depressões amplas sobre planície, banco sobre planície, planície profunda e depressão local.

Na faixa de profundidade entre 5,1 e 10 m a estrutura de maior destaque refere-se aos canais,

com 6,7%. As demais estruturas possuem ocorrência em área menor que 3%, com maior evidência das cristas sobre banco, vertente, planície profunda e depressão ampla sobre planície.

Nas áreas mais profundas da baía da Babitonga, com cotas batimétricas entre 10,1 e 28 m, ocorre o predomínio do canal com 6,2% e depressão ampla sobre planície com 2,7% da área total da baía.

Tabela 6 - Porcentagem de ocorrência das estruturas de paisagem marinha da baía da Babitonga.

Estrutura	Profundidade (m)						Total
	28 a 25,1	25 a 20,1	20 a 15,1	15 a 10,1	10 a 5,1	5 a 0,1	
Canal	0,1%	0,9%	1,8%	4,4%	6,7%	3,0%	16,9%
Depressão local	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	0,2%	0,4%
Depressão ampla sobre planície	0,0%	0,0%	0,0%	2,7%	1,7%	2,5%	6,9%
Planície profunda	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	1,9%	1,6%	3,5%
Planície rasa	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	36,3%	36,3%
Vertente	0,0%	0,0%	0,0%	0,1%	2,0%	7,0%	9,1%
Banco sobre planície	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	0,2%	1,8%	2,0%
Crista sobre banco	0,0%	0,0%	0,0%	0,0%	2,8%	22,2%	25%
Total	0,1%	0,9%	1,9%	7,3%	15,4%	74,4%	100,0%

Na Figura 6 é possível visualizar os perfis batimétricos das estruturas de paisagem de marinha da baía da Babitonga. No perfil 1, situado na foz da baía constatam-se as maiores profundidades com claro predomínio das estruturas de cristas sobre bancos e de canal, intercalados por áreas de maior declividade (vertentes) e depressão ampla sobre planície.

Nos perfis 2 e 3 ocorre uma intercalação das estruturas de paisagem, porém com o predomínio das cristas sobre bancos, canal e depressão ampla sobre planície. Em menor proporção, porém de maneira intercalada ainda ocorrem a vertente, planície profunda e banco sobre planície.

A partir da área central da baía, em direção a lagoa do Saguacú é possível visualizar uma maior ocorrência das estruturas planície rasa, banco sobre planície e crista sobre banco, com marcante presença nos perfis 4 e 5. Ao longo desses perfis observa-se com maior clareza que a zona de depressão foi subdivida em canal, depressão local e depressão ampla sobre planície.

Diante dos mapeamentos propostos, foi possível constatar que a zona de paisagem planície foi subdividida em duas estruturas de paisagem: planície rasa e planície profunda. A estrutura de paisagem planície rasa ocorre com amplo predomínio nas margens da baía da Babitonga, com 36,3% da área de estudo, principalmente nos setores mais interiores do sistema estuarino em profundidades menores que 3m. Essas regiões são constituídas primordialmente por lama e lama com areia de acordo com Vieira et al. (2008).

A estrutura de paisagem planície profunda ocorre em profundidades maiores que 3m e menores que 10m. De maneira geral essa estrutura ocorre de maneira isolada, normalmente com morfologia alongada e representam um

patamar/degrau entre as planícies rasas e as depressões amplas sobre planície. As planícies profundas ocorrem predominantemente na área central da baía da Babitonga e foram interpretadas por Mazzer e Gonçalves (2011) como terraços submarinos.

A zona de paisagem vertente é representada unicamente pela estrutura de paisagem vertente, onde as áreas de maior declividade praticamente mantiveram-se equivalentes. A estrutura vertente caracteriza-se por áreas com declividade superior a 0,5° atingindo até 10° e normalmente apresentam-se como áreas estreitas e alongadas situadas entre bancos, planícies e canais ao longo de toda a baía da Babitonga.

A zona de paisagem banco foi subdividida em duas estruturas: crista sobre banco e banco sobre planície. A crista sobre banco caracteriza-se como a feição geomorfológica mais proeminente do banco e representa basicamente o topo dos mesmos (Figura 5 e Figura 6). Quanto à distribuição geográfica, essas feições ocorrem com maior ocorrência em profundidades menores que 5 m, também diagnosticadas por Mazzer e Gonçalves (2011) como bancos sublitorâneos. As cristas sobre bancos eventualmente podem ficar emersas nas marés baixas de sizígia e possuem morfologia alongada no sentido da corrente de maré vazante. De acordo com Vieira e Horn Filho (2012) o desenvolvimento da feição normalmente está associado a zona de sombra de maré vazante, que ocasiona o prolongamento e o desenvolvimento de ilhas deposicionais após o recobrimento por vegetação pioneira. Nas desembocaduras dos principais rios da baía Babitonga também são observadas a formação de cristas sobre bancos identificadas por Angulo (2004) como deltas de maré vazante.

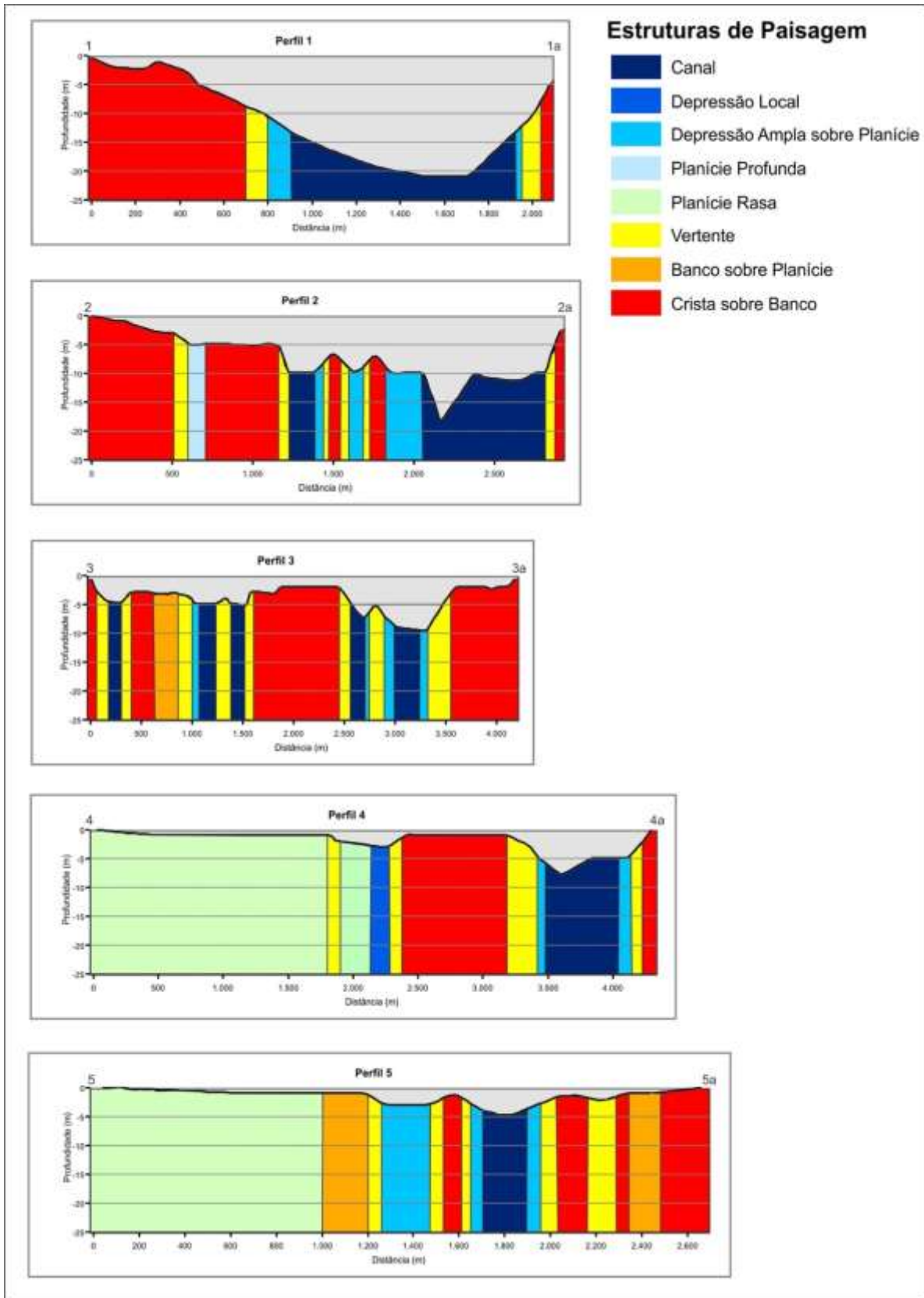


Figura 6 - Perfis batimétricos das estruturas de paisagem marinha da baía da Babitonga.

Os bancos sobre planície representam suaves elevações situadas em planícies com profundidades maiores que 3 m e encontram-se superpostas pelas cristas sobre banco. Diante dessa situação a área de ocorrência dessa estrutura

é reduzida (Tabela 6) e representa apenas 2% da baía da Babitonga. Deve ser ressaltado que na área central da baía da Babitonga essas feições geomorfológicas podem representar estruturas rochosas submersas (lajes), com ocorrência

associada as ilhas com estruturas igualmente rochosas (Cury, 2009; Mazzer e Gonçalves, 2011; Vieira, 2015).

Por fim a zona de paisagem intitulada depressão foi segmentada em três estruturas de paisagem: canal, depressão ampla sobre planície e depressão local. A estrutura canal representa as áreas mais profundas da baía (até 28 m), com ocorrência em todas as classes de profundidade, contudo a maior ocorrência situa-se entre as profundidades de 5 e 15 m com 11,1% da área da baía. Na Figura 5 e na Figura 6 é possível observar que na foz da baía ocorre a formação de somente um canal com até 21 m de profundidade e aproximadamente 1.100 m de largura, sendo que na área central da baía verificou-se a formação de dois canais com profundidades de até 17 m, conforme visualizado no perfil 2 (Figura 6). Os dois canais principais formados no interior da baía possuem dois sentidos, um para o canal do Palmital e outro para canal do Linguado, porém ambos com menor profundidade e largura. O canal do Palmital possui até 11 m de profundidade (nas proximidades da foz do rio Cubatão do Norte) e largura máxima de 730 m. Ressalta-se que as profundidades constatadas no canal do Palmital possivelmente possuem influência antrópica, em função de atividades de mineração de areia por meio de dragagens. O canal do Linguado possui profundidade máxima de 8 m e largura máxima de 600 m conforme ilustrado nos perfis 4 e 5 (Figura 6), marcado pela intensa sedimentação do canal em função do fechamento do mesmo desde aproximadamente o ano de 1939 para a construção da rodovia de acesso à ilha de São Francisco do Sul.

A formação do canal central da baía, bem como dos canais secundários (canal do Palmital e canal do Linguado) possuem intenso controle estrutural em sua formação, situado em uma zona de falhamento regional em dois sentidos NE/SW e NW/SE, conforme citado por Vieira et al. (2008) e Mazzer e Gonçalves (2011). Deve ser ressaltado a formação de um terceiro canal no interior da baía da Babitonga sem conexão com os demais, situado no extremo oeste da baía, na foz do rio Cachoeira, em uma localidade conhecida como lagoa do Saguacú. O canal formado possui profundidade máxima de 5 m, com até 550 m de largura e encontra-se isolado dos demais canais por bancos, cristas sobre bancos e uma ampla planície rasa.

A estrutura depressão ampla sobre planície é caracterizada por uma depressão em forma de U, relativamente plana e situada nas margens das áreas mais profundas da baía (estrutura canal). A estrutura depressão ampla

sobre planície possui ocorrência em várias faixas de profundidades alcançando até 15 m situada ao longo de toda a baía, conforme visualizado em todos os perfis batimétricos na Figura 6. Por fim a estrutura depressão local, possui ocorrência restrita na baía com apenas 0,3% da área total. A depressão local está situada no interior das planícies rasas e profundas em profundidades maiores que 3 m e possui ocorrência somente no perfil 4.

Conclusões

1. A baía da Babitonga pode ser enquadrada como um complexo estuarino raso, onde aproximadamente 75% das feições geomorfológicas encontram-se até 5m de profundidade;

2. As estruturas de paisagem de maior ocorrência referem-se a planície rasa, crista sobre banco e canal que representam 78,3% da baía da Babitonga;

3. As áreas situadas no interior da baía da Babitonga, nas proximidades da desembocadura dos principais rios, possuem feições geomorfológicas associadas a intensa deposição como planícies rasas e cristas sobre bancos;

4. A região central da baía possui intenso controle estrutural com a formação de ilhas rochosas e grande variabilidade de estruturas de paisagem, inclusive com a formação de inúmeros canais.

Agradecimentos

Os autores agradecem o Departamento de Ciências Biológicas da Universidade da Região de Joinville e o Programa de Pós-graduação em Geografia da Universidade Federal de Santa Catarina por todo o apoio prestado na elaboração do presente estudo.

Referências

- Angulo, R.J., 2004. Mapa do Cenozóico do litoral do estado do Paraná. Boletim Paranaense de Geociências 55, 25-42.
- Campos, A.V., 2011. Caracterização morfológica e sedimentar do substrato das baías norte e sul (SC) com base em técnicas de análise espacial. Dissertação (Mestrado). Florianópolis, UFSC.
- Connor, D.W., Gilliland, P.M., Golding, N., Robinson, P., Todd, D.; Verling, E., 2006. UKSeaMap: the mapping of seabed and water column features of UK seas. Joint Nature Conservation Committee, Peterborough.

- Disponível: <http://jncc.defra.gov.uk/page-3918>. Acesso: 11 abr. 2017.
- Cury, L.F., 2009. Geologia do Terreno Paranaguá. São Paulo. Tese (Doutorado). São Paulo, USP.
- Diaz, R.J., Solan, M., Valente, R.M., 2004. A review of approaches for classifying benthic habitats and evaluating habitat quality. *Journal of Environmental Management* 73, 165-181.
- Diehl, F.L., Horn Filho, N.O., 1996. Compartimentação geológico-geomorfológica da zona litorânea e planície costeira do Estado de Santa Catarina. *Notas Técnicas FACIMAR* 9, 39-50.
- Golding, N., Vincent, M.A., Connor, D.W., 2004. Irish sea pilot - Report on the development of a marine landscape classification for the Irish sea. JNCC, Peterborough. (JNCC Report, 346). Disponível: <http://www.jncc.gov.uk/irishseapilot>. Acesso: 19 mar. 2017.
- Gustavsson, M., Kolstrup, E., Seijmonsbergen, A.C., 2006. A new symbol-and-GIS based detailed geomorphological mapping system: Renewal of a scientific discipline for understanding landscape development. *Geomorphology* 77, 90-111.
- Greene, H.G., Yoklavich, M.M., Starr, R.M., O'Connell, V.M., Wakefield, W.W., Sullivan, D.E., Mcree JR, J.E., Cailliet, G.M., 1999. A classification scheme for deep seafloor habitats. *Oceanologica* 22, 663-678.
- Henry, L.A., Moreno Navas, J., Roberts, J.M., 2013. Multi-scale interactions between local hydrography, seabed topography, and community assembly on cold-water coral reefs. *Biogeosciences* 10, 2737-2746.
- Jalali, M.A., Ierodiconou, D., Monk, J., Gorfine, H., Rattray, A., 2015. Predictive mapping of abalone fishing grounds using remotely-sensed LiDAR and commercial catch data. *Fisheries Research* 169, 26-36.
- Laffoley, D.D'a., Baxter, J., Bines, T., Bradley, M., Connor, D.W., Hill, M., Tasker, M., Vincent, M.A., 2000. An implementation framework for conservation, protection and management of nationally important marine wildlife in the UK. JNCC, Peterborough. Disponível: <http://jncc.defra.gov.uk/page-2697>. Acesso: 12 jan. 2017.
- Lundblad, E., 2004. The Development and Application of Benthic Classifications for Coral Reef Ecosystems Below 30 m Depth using Multibeam Bathymetry: Tutuila, American Samoa. Dissertação (Mestrado). Corvallis, OST. Disponível: http://dusk.geo.orst.edu/djl/theses/cc_emily/Lundblad_Thesis.pdf. Acesso: 9 jan. 2017.
- Lundblad, E., Wright, D.J., Miller, J., Larkin, E.M., Rinehart, R., Battista, T., Anderson, S.M.; Naar, D.F., Donahue, B.T., 2006. A benthic terrain classification scheme for American Samoa. *Marine Geodesy* 29, 89-111.
- Magris, R.A., Déstro, G.F.G., 2010. Predictive modeling of suitable habitats for threatened marine invertebrates and implications for conservation assessment in Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography* 58, 57-68.
- Mazzer, A.M., Gonçalves, M.L., 2011. Aspectos geomorfológicos da baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil: caracterização morfométrica. *Revista Brasileira de Geomorfologia* 12, 115-120.
- Rinehart, R.W., Wright, D.J., Lundblad, E.R., Larkin, E.M., Murphy, J., Cary-Kothera, L., 2004. ArcGis 8.x Benthic Terrain Modeler: Analysis in American Samoa. Disponível: http://dusk.geo.orst.edu/esri04/p1433_ron.html. Acesso: 14 mar. 2017.
- Roff, J.C., Taylor, M.E., 2000. Viewpoint: national frameworks for marine conservation a hierarchical geophysical approach. *Aquatic Conservation: Marine Freshwater Ecosystem* 10, 209-223.
- Santa Catarina., 1986. Atlas de Santa Catarina. Gaplan, Rio de Janeiro.
- Silva, L.F., 2011. Alterações morfodinâmicas no canal do Linguado pela remoção do dique que o separa da baía da Babitonga (SC). Tese (Doutorado). Porto Alegre, UFRGS.
- Souza, L.A.P., 2006. Revisão crítica da aplicabilidade dos métodos geofísicos na investigação de áreas submersas rasas. São Paulo. Tese (Doutorado). São Paulo, USP.
- TNC., 2008. Metodologías aplicadas para la definición de sistemas intermareales, amenazas y modelos batimétricos y bentónicos. Evaluación Ecorregional Marina en Ecorregiones Bahía de Panamá, Isla del Coco y Nicoya del Pacífico Tropical Oriental, y en el Caribe de Costa Rica y Panamá. The Nature Conservancy, San José.
- Truccolo, E.C., Schettini, C.A.F., 1999. Marés astronômicas na baía da Babitonga, SC. *Notas Técnicas FACIMAR* 3, 57-66.
- Vieira, C.V., 2015. Evolução paleogeográfica da planície costeira do extremo norte da ilha de São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. Tese (Doutorado). Florianópolis, UFSC.
- Vieira, C.V., Horn Filho, N.O., Bonetti, C.V.D.H., Bonetti, J., 2008. Caracterização morfossedimentar e setorização do complexo estuarino da baía da Babitonga/SC. *Boletim Paranaense de Geociências* 62-63, 85-105.

Vieira, C.V., Horn Filho, N.O., 2012. Mapeamento geológico costeiro do canal do Palmital, litoral Norte de Santa Catarina. *Geosul* 27, 33-54.

Wright, D.J., Pendleton, M., Boulware, J., Walbridge, S., Gerlt, B., Eslinger, D.,

Sampson, D.; Huntley, E., 2012. ArcGIS Benthic Terrain Modeler (BTM), v. 3.0. Disponível: <http://esriurl.com/5754>. Acesso: 28 mar. 2017.