

Aspectos Geomorfológicos da Baía da Babitonga, Santa Catarina, Brasil:

Caracterização Morfométrica

Alexandre M. Mazzer & Mônica Lopes Gonçalves

Departamento de Geografia, Universidade da Região de Joinville – UNIVILLE

mazzer@matrix.com.br ; mlopes@univille.br

Resumo

A Baía da Babitonga é um complexo estuarino situado no litoral norte de Santa Catarina, Brasil, sendo um dos ecossistemas costeiros mais representativos do estado. No entanto, estudos de geomorfologia representam uma lacuna de informação e conhecimento. O presente estudo buscou realizar sua caracterização morfométrica, a partir de análise hipsobatimétrica e de perfis transversais batimétricos da baía, em ambiente de Sistema de Informação Geográfica. As cotas batimétricas mais expressivas em extensão tiveram associação com feições mostradas nos perfis, gerando 5 tipologias de feições: planícies de maré, bancos sublitorâneos, Terraços Submarinos, Lajes Rochosas e Canais. Tal caracterização corrobora com a classificação de estuário de vale afogado, e ressalta a importância do retrabalhamento fluvial e marinho ao longo do quaternário superior, bem como da morfodinâmica recente que está associada à morfogênese de áreas mais rasas.

Palavras chaves: Geomorfologia Estuarina; Caracterização morfométrica; Baía da Babitonga

Abstract

Babitonga Bay is an estuarine complex placed at North Shore of State of Santa Catarina, Brazil, and is one of the most important coastal ecosystem at regional perspective. The lack of studies about geomorphology represents a gap of information and knowledge. The objective of this study has is to make a morphometric characterization of this environment, based on hipsobathymetric curve and transversal profiles, using Geographical Information System. The most expressive bathymetric levels are associated with some profiles features, and it suggests the occurrence of five main geomorphic forms: Tidal flats, Bars, Submarine Terraces, Rocky Reefs and Channels. This first characterization confirmed the drowned valley estuarine type, and highlighted to importance of quaternary fluvial and marine morphogenetic process, as well as the more recent morphodynamic estuarine process associated with the shallowest areas.

Keywords: Estuarine Geomorphology; Morphometric Characterization; Babitonga Bay.

1. Introdução

Os estuários brasileiros têm sua origem relacionada à eustasia positiva (Miranda *et al.*, 2002), sendo a transgressão holocênica, ou transgressão Cananéia, ocorrida em aproximadamente 5.100 anos A.P., com o afogamento de vales fluviais e planícies costeiras.

O complexo estuarino da Baía da Babitonga compreende uma superfície hídrica de cerca de aproximadamente 160 km², possuindo atualmente um canal de livre conexão com o oceano (Figura1), visto que a outra saída que existia na porção sul do estuário foi fechada na década de 30 para a construção da rodovia BR-280, porção esta conhecida como Canal do Linguado. Neste complexo estuarino há o desenvolvimento de canais estuarinos associados a

desembocaduras fluviais. Tais canais desenvolvem subsistemas estuarinos bastante significativos, tais como Rio Cubatão, Rio Cachoeira, Rio Parati Mirim, entre outros.

Estudos de geologia e geomorfologia (Horn F^o, 1997, Oliveira & Horn F^o, 2001 e Gonçalves & Kaul, 2003) sugerem que Baía da Babitonga enquadra-se na classificação morfológica denominada *Ria*. A semelhança geomorfológica com os enunciados de Perrilo (1995) definindo *Ria* como estruturas geológicas-geomorfológicas baseadas em vales de dissecação fluvial inundadas por elevação do nível médio relativo do mar, consubstancia tal classificação.

Ademais, a Baía da Babitonga vem sendo objeto de estudos biológicos, ecológicos, os quais, denotam-na como a detentora do maior manguezal da Zona Costeira de Santa Catarina, além de ser o habitat de espécies da fauna marinha em extinção (IBAMA, 1998). A sua importância sócio econômica regional se dá pela vocação portuária, pesqueira e turística (Knie, 2002), o que remete a grandes desafios no seu manejo e sustentabilidade ambiental.

Aspectos morfogenéticos, morfométricos, e mesmo morfológicos da Baía da Babitonga são praticamente inexistentes na literatura, sendo que poderiam contribuir para melhorar o conhecimento e sua gestão.

Neste contexto, presente trabalho objetiva analisar as características geomorfológicas da Baía da Babitonga, através de dados morfométricos e morfológicos obtidos por meio digital em ambiente de Sistema de Informação Geográfica .

2. Área de Estudo

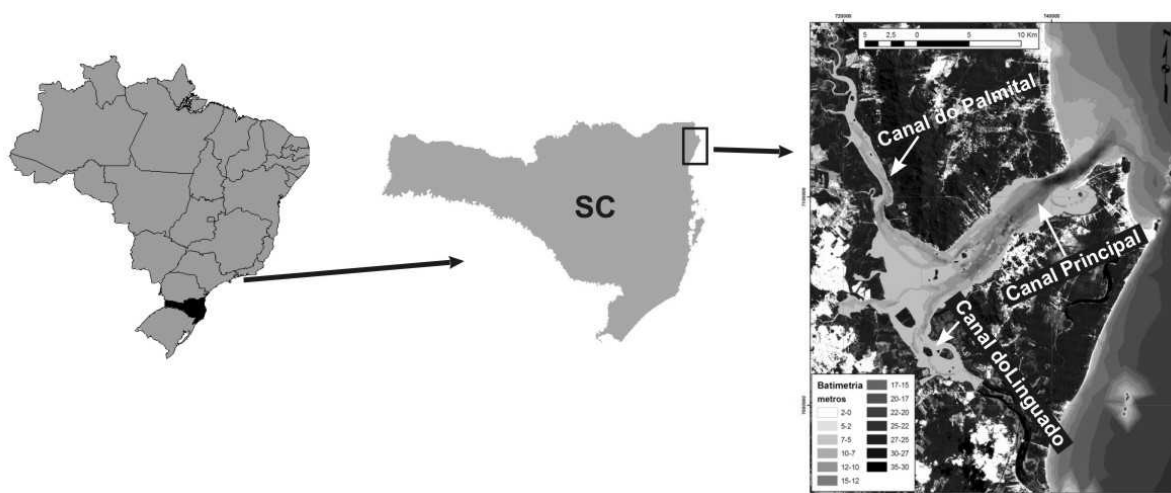


Figura 1: Localização da área de estudo, com maior detalhamento (na extrema direita) em imagem do satélite LANDSAT TM5 bandas 123, de maio de 2005, e batimetria.

2.1 Aspectos Geológicos

A geologia da Baía da Babitonga é constituída por dois grupos distintos de rochas formadas no pré-cambriano e sedimentos recentes. Das rochas pré-cambrianas tem-se o Complexo Paraíba do Sul (Silva e Bortoluzi, 1987) também conhecido na literatura por Complexo Migmatítico de Injeção Polifásica de São Francisco e individualizado por Gonçalves e Prestini, (2000) em três domínios: granito, gnaiss migmatítico e quartzito. O granito aflora na maior parte da área e foi formado por anatexia a partir do gnaiss migmatítico. Este gnaiss exibe lentes de granada, sillimantira xisto na porção central de Península de Itapoá. O quartzito aflora uma lente descontínua ao longo da margem leste do canal do Palmital.

O outro grupo de rochas do pré-cambiano é conhecido por Complexo Luis Alves (Kaul e Teixeira, 1982), também conhecido como Complexo Granulítico de Santa Catarina (Hartmann, Silva e Orlandi, 1979). Este grupo de rochas foi detalhado por Gonçalves e Kaul (2003) tendo lentes de quartzito associado a formação ferrífera bandada e corpos de rocha ultramáfica. Com relação à estrutura das rochas, existe um grande lineamento com direção NNW/SSE.

Além destes, depósitos sedimentação de idade quaternária são bastante expressivos, sendo que compõem a planície costeira na região. Tais depósitos são correlacionados com Sistemas Laguna- Barreira VI e III, associados a ambientes marinhos e costeiros (Horn Fº, 1997; Mazzer & Oliveira, 2003) e Sistema de Leques Aluviais, associados a ambientes de sedimentação continentais.

2.2 Aspectos Oceanográficos

A circulação estuarina na Baía da Babitonga movimentam cerca de $7,8 \times 10^8 \text{ m}^3$ de água, em um tempo de residência de aproximadamente 140 dias (IME /DNIT, 2003), estando associada a principalmente às dinâmicas das marés, hidrológica e meteorológica.

A amplitude de variação enquadrada no regime de micromarés, sendo que as maiores amplitudes médias ficaram nos extremos oeste da baía com 131,6 cm e 130,99m, e na montante do Canal do Palmital com 119,72 cm. Já no canal principal manteve-se com cerca 100,99 cm. (IME/DNIT, 2003). Observa-se um aumento de cerca de 30% na altura da maré na plataforma adjacente e no canal principal da baía, e cerca de 20 a 30% de aumento sobre a altura da maré no canal principal, a medida que a mesma adentra as reentrâncias como Canal do Palmital, Lagoa do Saguçu e Canal do Linguado (Trucollo & Schettini, 1999; IME/DNIT,

2003). Tanto na plataforma continental adjacente, como ao longo do canal principal e do canal do Palmital, o regime de maré mostrou-se do tipo semi-diurno com desigualdades diurnas. Porém, na extremidade oeste (fundos da baía) e próximo ao Canal do Linguado, ao norte da BR 280, tal classificação passa a ser de regime misto com predominância semi-diurna.

Já a maré meteorológica, pode ser responsável por sobrelevações que variam de 50 a 80 cm acima da linha de preamar na Baía da Babitonga, de acordo Trucollo & Schettini (1999). Os autores encontraram um período de incidência da maré meteorológica de 7 a 10 dias com ocorrência em praticamente durante todo o ano.

3. Metodologia

3.1 Geoprocessamento

O presente trabalho foi realizado baseado em dados batimétricos e revisão bibliográfica, a qual foi organizada em Sistema de Informação Geográfica-SIG (Mazzer 2008), sendo utilizado o programa *Arc Info 9.1*.

As cartas náuticas, contendo a batimetria da baía e adjacências constituíram a principal fonte de dados, as quais foram derivadas informações morfométricas e morfológicas.

As referidas cartas náuticas, foram produzidas pela Marinha do Brasil sendo os números 1804 e 1805, ambas na escala de 1:27.000. As mesmas foram digitalizadas no Centro de Cartografia Digital e Sistema de Informação Geográfica (CCD-SIG) da Universidade da Região de Joinville-UNIVILLE, formando uma malha de 701 pontos batimétricos e complexo de polilinhas referentes às isóbatas, as quais permitiram gerar um modelo numérico de terreno (MNT) pelo método de malhas de triângulos irregulares (TIN).

3.2 Análise Morfométrica

A análise morfométrica foi realizada a partir da construção de histograma da batimetria e curva hipsobatimétrica. A distribuição das faixas de profundidades foi efetuada a partir do MNT supracitado, com a integração dos dados de área com intervalo de 1 metro.

A construção da curva hipsográfica da batimetria segue a equação proposta por Sthraler (1952), a qual considera as relações de cota total e cota parcial e área total e área parcial: $H/h \times A/a$, adaptada por Oertel (2001) para ambientes lagunares estuarinos.

Além disso, foram construídos 10 perfis batimétricos transversais com o auxílio de ferramenta de interpolação linear sobre o MNT, disponível no módulo *3D Analyst* do programa supracitado.

As características morfológicas obtidas através da interpretação dos perfis batimétricos, associados à distribuição hipsobatimétrica constituíram os elementos morfométricos para a caracterização da Baía da Babitonga.

4. Resultados

A Baía da Babitonga caracteriza-se por apresentar uma profundidade média em torno de 6 metros, e sua amplitude batimétrica situa-se em 27 metros.

A figura 2a, demonstra que na distribuição das classes hipsobatimétricas ocorrem na maior parte (cerca de 58%) em faixas situadas entre 0 a 3 metros. Observa-se também a ocorrência de intervalos batimétricos com grande expressão, tais como as faixas entre: 4 e 5 metros, 7 a 8 metros e 11 a 12 metros (figura 2a).

A curva hipsobatimétrica representada na figura 2b, ressalta a relação espacial das cotas batimétricas com maior extensão. Tal como sugerido por Oertel (2001), tais níveis podem ser remetidos à localização batimétrica dos substratos disponíveis para ambientes geomorfológicos e bentônicos estuarinos.

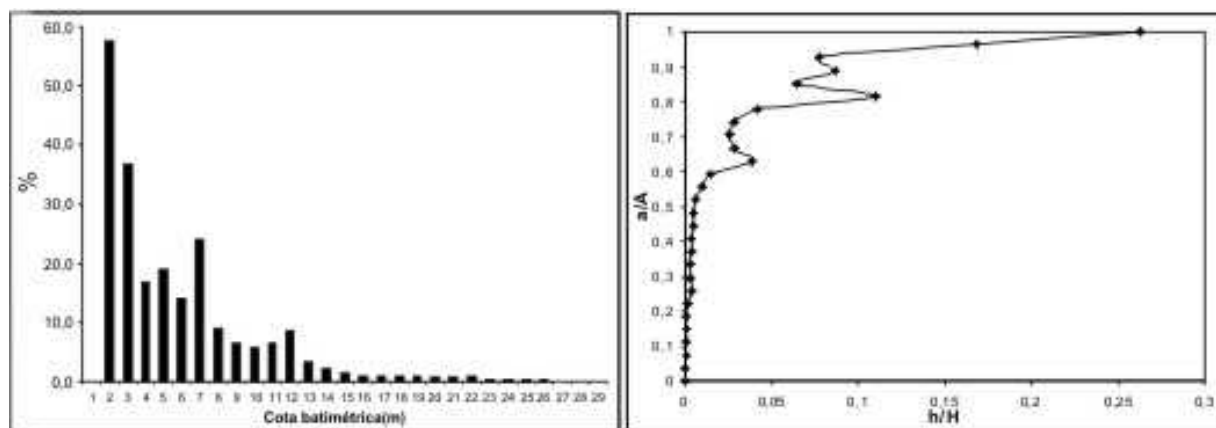


Figura 2: a) Histograma da batimetria; b) Curva Hipsobatimétrica

4.1 Perfis transversais

Os perfis transversais ao longo da Baía da Babitonga demonstram significativa variação morfológica, principalmente ao longo do canal principal. Em tal segmento (eixo NE-SW) a profundidade apresenta gradual diminuição em direção ao alto estuário. Provavelmente, tal aumento é associado com maior preenchimento por sedimentos associados

ao preenchimento ocorrido na transgressão holocênica (Castang & Guilcher, 1995). No entanto, estabilizações de paleoníveis marinhos (Correa *et. al*, 1992) provavelmente, tiveram significativa influência no retrabalhamento em certas cotas batimétricas, denotando feições aplainadas e escavação de canais, conforme será descrito, a seguir.

A feição de canal único com até 27 metros de profundidade, a qual varia na maior parte entre 22 e 15 metros, destaca-se nos perfis nº 1 à 4 (figura 3). No fundo da baía o canal bifurca-se e torna-se mais raso, apresentando dois níveis: 8 e 5 metros. Nesta área nota-se forte controle estrutural, demonstrado pelo alinhamento no sentido NE-SW (Gonçalves & Kaul, 2001), bem como pela presença de lajes e depressões alternadas. As cotas batimétricas destacadas na curva hispo-batimétricas (5, 8 e 12 metros) estão representadas nos perfis de forma recorrente, sendo que as duas primeiras representam feições de bancos, terraços, lajes ou canais. Entre os perfis nº 1 a 5, a seção transversal estuarina varia entre 3,5 a 5 km de extensão, e três cotas batimétricas se destacam: i) terraços submarinos entre 4 e 5 metros; ii) canais rasos e lajes entre 8 e 12 metros e canais profundos em 14 e 15 metros (figura. 3).

A nítida diminuição da profundidade presente nos perfis 5 e 6 (figura 3), denotam o domínio da feições deposicionais associadas a foz dos principais rios e a confluência dos compartimentos Canal do Palmital e do Linguado. Nos perfis 6, 7 e 8, os canais passam a ocorrer na cota batimétrica de 5 metros, e a presença de amplas planícies de marés, bancos sedimentares, parecem sugerir a presença de delta deposicional, sendo que predominam as cotas entre 0 e 2 metros. Nos últimos dois perfis citados, a proximidade da desembocadura dos rios Parati e Paranaguá-mirim, juntamente, com a diminuição da circulação hidrodinâmica, devido com o fechamento do canal do Linguado (IME /DNIT, 2003), há cerca de 70 anos, provavelmente contribuem com caráter deposicional desta área.

Os perfis 9 e 10, localizados num compartimento distinto da baía, o canal do Palmital, possuem os canais demarcados na cota de 5 metros, planícies de maré ocorrendo entre 0 e 2 metros. Porém, observa-se um nível intermediário a 3 metros que parece ter destaque neste compartimento, tratando-se possivelmente de bancos sedimentares. Ambientes de planícies de maré mostram-se presentes nos perfis 1, 2, 4, 7, 9 e 10 entre as cotas de 0 e 2 metros, bem como bancos sublitorâneos que ocorrem entre 2 e 3 metros.

A distribuição de áreas por intervalos batimétricos combinados com feições analisada acima, permite destacar 5 zonas fisiográficas ocorrentes na baía da Babitonga: Planícies de Maré, Bancos Sublitorâneos, Terraços Submarinos, Lajes Rochosas e Canais.

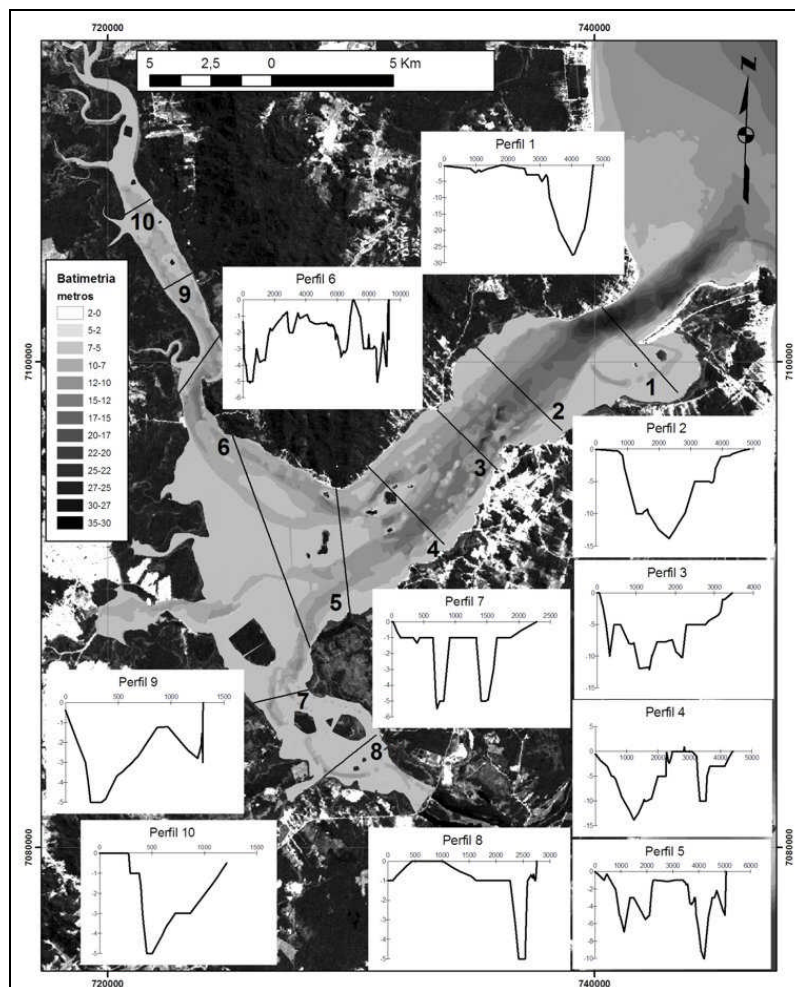


Figura 3: Perfis batimétricos da Baía da Babitonga. O início dos mesmos se dá na extremidade que contém os números correspondentes a sua identificação.

4.2.1 Planícies de Maré

A maior parte da baía está representada pelas faixas que estende se entre 0 a 2 metros de profundidade, e caracteriza-se por ambiente de planície de marés. A sua provável origem esta ligada a processos morfodinamicos atuais, envolvendo a hidrodinâmica estuarina e a ampla carga sedimentar aportada na baía.

4.2.2 Bancos Sublitorâneos

Os Bancos Sublitoraneos ocorrem de forma expressiva, porém, não em toda a baía, sendo mais característicos em áreas onde os perfis batimétricos atingem maiores profundidades, ou seja, no compartimento do Canal Principal, além do Canal do Palmital. Sua origem, provavelmente está ligada ao retrabalhamento atual em antigas planícies de mares, nos períodos de eustasia negativa durante o Holoceno, conforme Martin *et. al* (1988), estando localizado, de forma geral, entre as cotas de 2 a 3 metros.

4.2.3 Terraços Submarinos

Ocorrendo entre canais, ou em nível abaixo dos bancos sublitorâneos, a feição de Terraço Submarino destaca-se ao longo do Canal Principal na profundidade de 5 metros, e mais raramente na cota de 8 metros. Apresentam extensões entre cerca de 50 a 200 metros, e pela localização associada à lajes rochosas, e canais menores que ocorrem nas adjacências dos perfis nº 2 e 4, parecem estarem associados a níveis de retrabalhamento erosivo mais antigos, e pelo estrutural.

4.2.4 Lajes e Ilhas Rochosas

As feições de topografia individualizada que variam entre 2 a 8 metros de profundidades, e que ocorrem na maior parte na porção mediana do Canal Principal, tratam-se de lajes e afloramentos rochosos menores, conforme as cartas da Marinha do Brasil. Tais feições podem ser aplainadas ou não, e denotam maior resistência rochosa, as quais quando perenemente emersas caracterizam-se como ilhas. Possivelmente, tais feições já podem terem sido plataformas de abrasão marinhas ou ilhas rochosas, conforme o nível eustático durante o Quaternário.

4.2.5 Canais

Os canais apresentam-se de forma e em profundidade variada ao longo da baía, representando feições erosivas que ocorreram tanto em fases de retrabalhamento fluvial como estuarino. Provavelmente, tratam-se de locais que denotam menor resistência geológica, tendo sido escavadas em fase de emersão costeira, denotando paleocanais de drenagem fluvial. Feições semelhantes foram identificadas por Bonetti F^o *et. al* (1998) na Baía Norte de Florianópolis (SC), nas quais foram atribuídas à processos morfogenéticos semelhantes. Nos perfis nº1 e 2, apresenta-se único e profundo em forma de “V”, típica de vales fluviais maduros, variando entre 22 e 15 metros e com largura de 1500. a 2.00 metros. Adentrando o estuário, o canal passa a ser bifurcado e posteriormente, adicionado de canais menores e mais rasos entre ilhas e lajes. Quando associado aos Terraços Submarinos, ocorrem em cotas batimétricas inferiores a 12 metros, enquanto no alto estuário, sua profundidade diminui, passando a ocorrer em 5 metros tanto próximo a Lagoa de Saguáçu, e nos canais do Palmital e Linguado. Tais canais estão associados às desembocaduras fluviais e suas paleodrenagens, sendo que alguns locais, sua profundidade é cerca de 2 metros, sugerindo a influência de sedimentação recente, de forma semelhante ao proposto no modelo de sedimentação de *Rias* da Espanha e França, proposto por Castang & Guilcher (1995).

5. Considerações Finais

A caracterização baseada em atributos morfométricos, permitiu identificar de ambientes geomorfológicos e bentônicos mais ocorrentes na Baía da Babitonga. Apesar da grande variação morfológica ao longo da baía, os níveis batimétricos que mais ocorrem coincidem com algumas feições explicitadas nos perfis transversais.

A variação morfométrica e morfológica longitudinal da Baía da Babitonga denotam o perfil de vale afogado pelo nível do mar, que vem sendo palco de preenchimento por sedimentos fluviais e estuarinos ao longo, especialmente, do Quaternário superior. A importância de retrabalhamentos em oscilações eustáticas e o papel do significativo aporte sedimentar corroboram com a denominação de estuário tipo *Ria*.

No entanto, o retrabalhamento nas áreas mais rasas, é muito significativo e mais expressivo (em extensão) que os demais, remetendo à morfodinâmica estuarina e fluvio estuarina mais recente.

6. Referências Bibliográficas

- Bonetti F^o, J.; Nunes, M.G.; Oliveira, M. S. C.; Grê, J. C. R. (1998). Caracterização do relevo Submerso da Baía Norte-SC com base na aplicação de um modelo digital de relevo. Geosul, Florianópolis, (14)27: 211-217.
- Castang, P. & Guilcher, A. (1995). Geomorphology and Sedimentology of Rias. In: Perrillo, G.M.E.(Ed.). Geomorphology and Sedimentology of Estuaries. Elsevier: 69-112 p.
- Correa I. C. S.; Baitelli R.; Ketzer J. M.; Martins R. (1992). Translação horizontal e vertical do nível do mar sobre a plataforma continental do Rio Grande do Sul, nos últimos 17.500 anos BP. In: ABEQUA, Congresso da Associação Brasileira de Estudos sobre o Quaternário, Belo Horizonte, Anais: 225-241 p.
- Gonçalves, M. L. & Kaul, P. F. T. (2002). Evolução Geológica. In: Knie, J. L. W.(Org.). Atlas Ambiental da Região de Joinville: Complexo Hídrico da Baía da Babitonga. FATMA / GTZ, Florianópolis, 1^o ed.: 05-08.
- Gonçalves, M. L & Prestini, E. (2000). A região da Vila da Glória: uso e ocupação do solo. Revista Saúde e Ambiente. Joinville, (1) 1: 44-52.
- Hartmann, L. A.; Silva, L.C. da; Orlandi F^o, V. (1979). Complexo Granulítico de Santa Catarina-descrição e implicações genéticas. Acta Geológica Leopoldensia (3)6:93-112.

- Horn F°, N.O. (1997). O Quaternário costeiro da Ilha de São Francisco do Sul e arredores, Nordeste do Estado de Santa Catarina: aspectos geológicos, evolutivos e ambientais. Tese de Doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Porto Alegre: 238p.
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (1998) Proteção e Controle de ecossistemas costeiros: manguezal da Baía de Babitonga. Brasília, IBAMA (25).
- IME/DNIT (2004). Diagnóstico dos Estudos de Circulação de Água no Canal do Linguado e na Baía da Babitonga. Disponível em http://www.centran.eb.br/br_280_03.htm. Ac. 03/05
- Kaul, P.F.T.; Teixeira, W. (1982). Archean and early proterozoic complexes of Santa Catarina, Parana and São Paulo states, south-southeastern Brazil: an outline of their geological evolution. *Revista Brasileira de Geociências*, São Paulo, (12)1/3: 172-182.
- Knie, J. L. W.(Org.) (2002). Atlas Ambiental da Região de Joinville: Complexo Hídrico da Baía da Babitonga. FATMA/GTZ, Florianópolis, 187 p.
- Martin, L.; Suguio, K.; Flexor, F.M.; Azevedo, A.E.G. (1988). Mapa Geológico do Quaternário costeiro dos estados do Paraná e Santa Catarina. Brasília, DNPM, 40p.
- Mazzer A. M.; Oliveira, F.A.; 2003. Considerações sobre Depósitos Quaternários da Vila da Glória, São Francisco do Sul, SC. in: Congresso da Associação Brasileira de Estudos sobre o Quaternário-ABEQUA, Recife, Anais...;136-141
- Miranda, L.B. ;Castro,B.M. ; Kjerve,B. ; 2002. Princípios de Oceanografia Física de Estuários. Edusp, São Paulo, 411p.
- Oertel , G. F. (2001). Hypsographic, Hydro-Hypsographic and hidrological analysis of coastal bay environments,Great Machipongo Bay, Virginia. *Journal of Coastal Research* 17: 775-783.
- Oliveira, M. S. C. & Horn F°, N. O. (2001). De Guaratuba a Babitonga: Uma Contribuição geológico- evolutiva ao estudo da espacialidade dos Sambaquianos no Litoral Norte Catarinense. *Rev. do Museu de Arqueologia e Etnologia*, São Paulo (11): 55-75
- Perrillo, G.M.E. (1995). *Geomorphology and Sedimentology of Estuaries*. Elsevier, 471p.
- Silva, L.C.& Bortoluzzi, C.A. (1987). Texto explicativo para o mapa geológico do Estado de Santa Catarina. Escala 1: 500.000. Florianópolis:11ºDistrito do DNPM, 216 p.
- Strahler, A. N. (1952). Hypsometric (area-altitude) analysis of erosional topography. *Bulletin Geological Society of America*, (63): 117-1142.
- Trucolo, E. C. & Schettini, C.A. (1999). Marés astronômicas na Baía da Babitonga, SC. *Notas Técnicas da Facimar, Itajaí*, (17): 57-66.