

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

**IDENTIFICAÇÃO DA PROPOSTA**

<b>TÍTULO DA PROPOSTA</b>	Subida do nível do mar e a Baía da Babitonga: uma abordagem eco-morfodinâmica para prever e mitigar impactos
<b>COORDENADOR DA PROPOSTA</b>	Antonio Henrique da Fontoura Klein
<b>INSTITUIÇÃO EXECUTORA</b>	Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)
<b>INSTITUIÇÃO(ÕES) COLABORADORA(S)</b>	Universidade de São Paulo (USP) Universidade do Vale de Itajaí (UNIVALI)
<b>LINHAS DE PESQUISA</b> (item 1.1.3 da Chamada)  <b>Assinale apenas uma das LINHAS</b>	<input type="checkbox"/> <b>Linha 1</b> Principais Baías do Brasil (Baía de Todos os Santos (BA), Baía da Guanabara (RJ) e Baía de São Marcos (MA)).  <input checked="" type="checkbox"/> <b>Linha 2</b> - Outras Baías do Brasil.

<b>Eixos Temáticos</b> (item 1.1.2 da Chamada)  <b>Assinale um ou mais temas</b>	<input checked="" type="checkbox"/> a. saúde dos oceanos e estressores
	<input checked="" type="checkbox"/> b. geomorfologia, geoquímica, geofísica, petrologia, estrutura e geotectônica
	<input checked="" type="checkbox"/> c. interação continente-oceano-atmosfera e processos de enriquecimento local
	<input type="checkbox"/> d. cadeias produtivas da biodiversidade marinha integrada às populações tradicionais
	<input type="checkbox"/> e. valoração socioeconômica de bens e serviços ambientais
	<input type="checkbox"/> f. biodiversidade, serviços ecossistêmicos e bem estar humano
	<input type="checkbox"/> g. ciclos biogeoquímicos;

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações  
Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

<b>Eixos Temáticos (item 1.1.2 da Chamada)</b>  <b>Assinale um ou mais temas</b>	<input checked="" type="checkbox"/> h. ecologia e uso sustentável dos recursos pesqueiros
	<input type="checkbox"/> i. qualidade da água e saúde humana;
	<input type="checkbox"/> j. tratamento e disposição de efluentes e resíduos;
	<input checked="" type="checkbox"/> k. formas de ocupação do território das Baías e implicações econômicas e socioambientais;
	<input type="checkbox"/> l. usos e conflitos em torno dos recursos naturais; e
	<input type="checkbox"/> m. identidade, práticas culturais e processos de territorialização das populações locais

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações  
Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

**ATENÇÃO: FAVOR RESPONDER ÀS PERGUNTAS ABAIXO**

1. A pesquisa contempla ações para soluções aos desafios postos pelos Objetivos do Desenvolvimento Sustentável (ODS), da agenda 2030 da ONU ([www.agenda2030.com.br](http://www.agenda2030.com.br)).

SIM ☒ NÃO ☐

Em caso afirmativo, citar quais objetivos e metas ODS receberão a contribuição:

**Objetivo 1 - Erradicação da pobreza: Acabar com a pobreza em todas as suas formas, em todos os lugares.**

Meta 1.5. Até 2030, construir a resiliência dos pobres e daqueles em situação de vulnerabilidade, e reduzir a exposição e vulnerabilidade destes a eventos extremos relacionados com o clima e outros choques e desastres econômicos, sociais e ambientais.

**Objetivo 6 - Água Potável e Saneamento: Assegurar a disponibilidade e gestão sustentável da água e saneamento para todos.**

Meta 6.5. Até 2030, implementar a gestão integrada dos recursos hídricos em todos os níveis, inclusive via cooperação transfronteiriça, conforme apropriado.

Meta 6.6. Até 2020, proteger e restaurar ecossistemas relacionados com a água, incluindo montanhas, florestas, zonas úmidas, rios, aquíferos e lagos.

**Objetivo 8 - Trabalho Decente e Crescimento Econômico: Promover o crescimento econômico sustentado, inclusivo e sustentável, emprego pleno e produtivo, e trabalho decente para todos.**

Meta 8.4. Melhorar progressivamente, até 2030, a eficiência dos recursos globais no consumo e na produção, e empenhar-se para dissociar o crescimento econômico da degradação ambiental, de acordo com o "Plano Decenal de Programas Sobre Produção e Consumo Sustentáveis", com os países desenvolvidos assumindo a liderança

Meta 8.9. Até 2030, conceber e implementar políticas para promover o turismo sustentável, que gera empregos, promove a cultura e os produtos locais

**Objetivo 11 - Cidades e Comunidades Sustentáveis**

Meta 11.4 Fortalecer esforços para proteger e salvaguardar o patrimônio cultural e natural do mundo

Meta 11.5 Até 2030, reduzir significativamente o número de mortes e o número de pessoas afetadas por catástrofes e diminuir substancialmente as perdas econômicas diretas causadas por elas em relação ao produto interno bruto global, incluindo os desastres relacionados à água, com o foco em proteger os pobres e as pessoas em situação de vulnerabilidade

**Objetivo 12 Consumo e Produção Responsáveis**

Meta 12.b Desenvolver e implementar ferramentas para monitorar os impactos do desenvolvimento sustentável para o turismo sustentável que gera empregos, promove a cultura e os produtos locais

**Objetivo 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima: Tomar medidas urgentes para combater a mudança do clima e seus impactos.**

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

Meta 13.1. Reforçar a resiliência e a capacidade de adaptação a riscos relacionados ao clima e às catástrofes naturais em todos os países

Meta 13.2. Integrar medidas da mudança do clima nas políticas, estratégias e planejamentos nacionais.

Meta 13.3 Melhorar a educação, aumentar a conscientização e a capacidade humana e institucional sobre mitigação global do clima, adaptação, redução de impacto, e alerta precoce à mudança do clima.

Meta 13.b Promover mecanismos para a criação de capacidades para o planejamento relacionado à mudança do clima e à gestão eficaz, nos países menos desenvolvidos, inclusive com foco em mulheres, jovens, comunidades locais e marginalizadas.

**Objetivo 14 - Vida Na Água: Conservar e usar sustentavelmente os oceanos, os mares e os recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável.**

Meta 14.1. Até 2025, prevenir e reduzir significativamente a poluição marinha de todos os tipos, especialmente a advinda de atividades terrestres, incluindo detritos marinhos e a poluição por nutrientes.

Meta 14.2. Até 2020, gerir de forma sustentável e proteger os ecossistemas marinhos e costeiros para evitar impactos adversos significativos, inclusive por meio do reforço da sua capacidade de resiliência, e tomar medidas para a sua restauração, a fim de assegurar oceanos saudáveis e produtivos.

Meta 14.5. Até 2020, conservar pelo menos 10% das zonas costeiras e marinhas, de acordo com a legislação nacional e internacional, e com base na melhor informação científica disponível.

**Objetivo 15 - Vida Na Terra**

Meta 15.1 Até 2020, assegurar a conservação, recuperação e uso sustentável de ecossistemas terrestres e de água doce interiores e seus serviços, em especial, florestas, zonas úmidas, montanhas e terras áridas, em conformidade com as obrigações decorrentes dos acordos internacionais

**Objetivo 17 - Parcerias e Meios de Implementação: Fortalecer os meios de implementação e revitalizar a parceria global para o desenvolvimento sustentável.**

Meta 17.6. Melhorar a cooperação regional e internacional Norte-Sul, Sul-Sul e triangular e o acesso à ciência, tecnologia e inovação, e aumentar o compartilhamento de conhecimentos em termos mutuamente acordados, inclusive por meio de uma melhor coordenação entre os mecanismos existentes, particularmente no nível das Nações Unidas, e por meio de um mecanismo global de facilitação de tecnologia global.

---

2. A instituição de vínculo do proponente está sediada na respectiva baía de pesquisa selecionada?

SIM ☒ NÃO ☐

Em caso afirmativo, especificar qual a baía:

A Baía da Babitonga localiza-se entre as latitudes 26° 07' e 26° 27', no Norte do Estado de Santa Catarina. Esta baía está situada na foz do rio Palmital, junto a duas importantes cidades: Joinville e a ilha de São Francisco do Sul. A UFSC tem um campus na cidade de Joinville.

---

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações  
Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

**DETALHAMENTO DA PROPOSTA**

**a)** Justificativa da importância da proposta descrevendo a problemática científica, sua relação com o(s) eixo(s) priorizado(s) aliado aos desafios da gestão sustentável das Baías do Brasil.:

É um fato cientificamente estabelecido que as zonas costeiras do mundo estão sob ameaça por causa das mudanças climáticas (Field et al., 2014, Barros et al., 2014). O Quinto Relatório de Avaliação (AR5) do Painel Intergovernamental sobre Mudanças Climáticas (IPCC) sobre a base física das mudanças climáticas (Stocker et al. 2013) projetou que o nível médio global do mar irá aumentar entre 26 e 82 cm em 2100 segundo diferentes cenários de emissões devido ao aquecimento do oceano e ao derretimento do gelo nas calotas polares. A subida do nível médio do mar global já está em andamento e a altimetria por satélite indica que o nível atual do mar está aumentando a uma taxa de 3,0 mm / ano desde 1993 (Dieng et al., 2017).

Dentre todos os tipos de ambientes costeiros, estuários e baías estão entre os ecossistemas mais produtivos do Planeta, mesmo quando são comparados às florestas tropicais (Longhurst et al. 1995). Estes ecossistemas desempenham papéis ecológicos importantes, como exportadores de nutrientes e matéria orgânica para águas costeiras adjacentes, habitats vitais para espécies de importância comercial, além de gerarem bens e serviços para comunidades locais (Clark, 1996). Espera-se que com a subida do nível médio do mar importantes modificações ocorram nestes ambientes, sendo por isso fundamental o seu estudo aprofundado de forma a prever impactos e solucionar medidas de mitigação.

Na região sul do Brasil (estado de Santa Catarina) a Baía da Babitonga é representativa de um dos ambientes estuarinos com a maior importância social, ambiental e econômica. Nesta Baía encontram-se as maiores áreas de manguezais no limite austral de ocorrência deste ecossistema na América do Sul (DNIT, IME, 2004), o que corresponde a 80% da área total de manguezais no estado de Santa Catarina (MMA, 2002). Seus 6.200 ha de manguezais representam um importante refúgio para a criação e o crescimento de diversos recursos pesqueiros (Rodrigues, 2000), importante função de retenção de nutrientes (Eberhard, 2009) e a estabilização da linha costeira contra ações erosivas. A baía e seu entorno abrigam uma riqueza grande de espécies da fauna e flora e, por isso, em 2007 foi classificada pelo Ministério do Meio Ambiente (MMA) como “Área Prioritária para Conservação da Biodiversidade Costeira Brasileira” com importância biológica “extremamente alta” (MMA/IBAMA, 2007). Em 2015 a Baía Babitonga foi também indicada pelo MMA (Portaria Nº 09 de janeiro de 2015) como uma das 30 áreas estratégicas para ações do governo federal, considerando a sua importância social, biológica e ecológica.

Apesar da sua reconhecida importância estratégica, não existem até a data estudos detalhados sobre os potenciais impactos que a subida do nível médio do mar vai trazer para este ecossistema. A única exceção é o trabalho de Braun & Aumond (2017), que mapeou diferentes níveis de inundação na cidade de Joinville face a diferentes cenários de subida do nível médio do mar. Contudo neste estudo, aspectos como a mudança na hidrodinâmica e sedimentação da Baía da Babitonga assim como o impacto no ecossistema de manguezal não foram abordados.

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações  
Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

O manguezal é particularmente suscetível a mudanças do nível do mar (Field, 1995; Lovelock & Ellison, 2007), contudo, é um ecossistema resiliente a este processo (Gilman et al., 2006). Há três cenários gerais que definem o padrão de resposta do manguezal no que tange possíveis alterações no nível médio do mar (Gilman et al., 2006), a saber: (i) cenário de não elevação, (ii) retração do nível do mar e (iii) elevação do nível do mar; tendo-se em consideração uma escala local/região e um período de tempo da ordem de décadas ou mais (Figura 1).

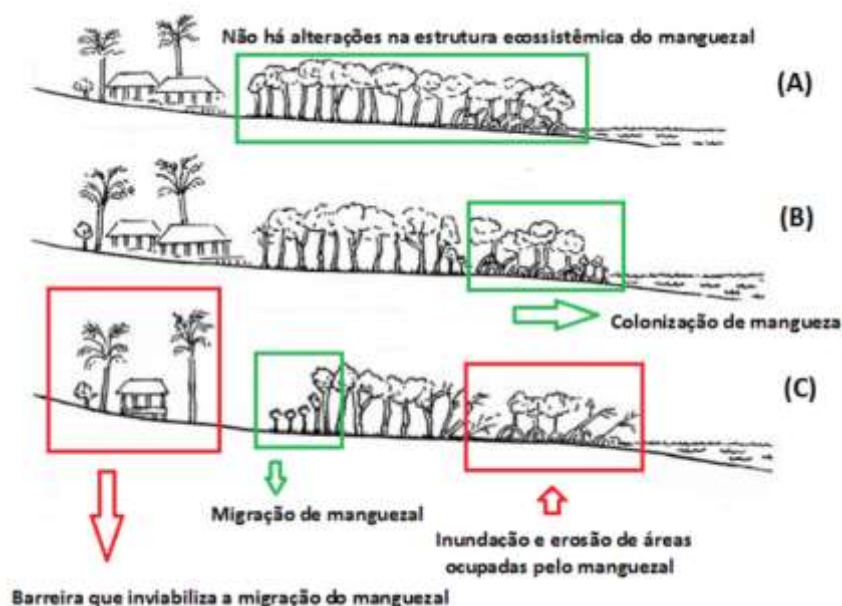


Figura 1. Resposta de manguezais às variações do nível médio do mar: A) quando o nível do mar não varia; B) quando ocorre recuo do nível do mar; C) quando ocorre subida do nível do mar.

Quando não há aumento do nível do mar não ocorrem alterações significativas no manguezal (Figura 1A), no entanto com a retração do nível médio do mar o manguezal pode iniciar uma ocupação de áreas outrora submersas (Figura 1B) e, dependendo da topografia, expandir lateralmente. Com a subida do nível médio do mar (Figura 1C), pode haver inundação permanente e deslocamento da área de influência das marés, o que obriga a migração do manguezal em direção ao continente, caso não existam barreiras à sua colonização (ex. construções antrópicas). Na região da Babitonga a presença do maior pólo industrial e urbano de Santa Catarina, representado pela cidade de Joinville, tem originado uma desordenada ocupação do solo em volta das áreas de manguezais FATMA (1995). Com a subida do nível médio do mar, em algumas regiões da baía, a migração natural dos manguezais no sentido continental será obstruída pela infraestrutura antrópica. Nestas condições a área de manguezal sofre uma compressão (processo conhecido na literatura internacional como coastal squeeze) e posteriormente pode ocorrer perda de habitat e de toda a biologia associada (Pontee, 2013). Perda de manguezal representa degradação ambiental do ecossistema, com importantes consequências sociais e econômicas (Prates et al., 2012). Por este motivo em 2015 o MMA em conjunto com o ICMBio criou o programa GEF-Mangue que, entre outras ações, promoveu o Programa Nacional de Conservação e Uso Sustentável de Manguezais, que visa o diagnóstico e proteção deste ecossistema.



**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações  
Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

Para além da importância ecológica, manguezais são responsáveis pela captação de sedimentos e consolidação das margens de estuários e baías, pelo que com a sua eliminação pode resultar num aumento da vulnerabilidade destas áreas a erosão e inundação. A capacidade dos manguezais acompanharem a subida do nível do mar tem sido explorada como uma medida de proteção costeira do tipo “construindo com a natureza”. Vários experimentos científicos têm demonstrado o potencial do uso destes ecossistemas como proteção costeira (e.g., Benthem et al., 1999; McIvor et al., 2012<sup>a</sup>, 2012b, 2013) e recentemente a organização internacional Nature Conservancy and Wetlands International lançou inclusivamente um protocolo de implementação (Spalding et al., 2014). Neste relatório estão descritas várias recomendações e práticas para a preservação e uso de manguezais como forma proteção de zonas costeiras.

Na baía da Babitonga, considerando a elevada densidade demográfica e vulnerabilidade a inundação da cidade de Joinville (Braun & Aumond, 2017), é mandatório o desenvolvimento de estratégias de proteção costeira. Abordagens como o uso de manguezais para proteção costeira, não foram estudadas até ao presente, contudo sua necessidade de preservação conjugada com benefício socioeconômico, são argumentos importantes para que este tipo de pesquisa seja desenvolvido.

Para além da inundação costeira, a subida do nível médio do mar pode provocar também modificações na amplitude e fase da maré que, consequentemente podem modificar o regime de correntes, transporte sedimentar e evolução da batimetria na baía (Passeri et al., 2015). O complexo estuarino da Babitonga é caracterizado por um clima de micromaré (amplitude máxima inferior a 2 m) com dominância de maré enchente e com amplificação da amplitude (hipersíncrona) nas áreas mais interiores (Truccolo & Schettini, 1999), causada principalmente pelo estreitamento do canal principal. A baía possui um canal principal na direção NE/SW com 3.8 Km de largura e profundidade média de 6 m e máxima de 28 m, e dois canais alongados no sentido SE/NW com hidrodinâmica e composição sedimentar distinta (Vieira et al., 2008). A Norte o Canal do Palmital é composto por sedimentos de transição e é considerado o maior exportador de sedimentos para o canal principal (Schettini & Carvalho 1999). A Sul o Canal do Linguado apresenta como principal característica baixo hidrodinamismo (devido ao fechamento do canal em 1937 para construção de rodovia), elevadas taxas de sedimentação e dominância de sedimentos finos (Barbosa & Mazzer 2003). É desconhecido o potencial impacto que a subida do nível médio do mar pode trazer ao regime de maré e sedimentação na baía da Babitonga. A baía da Babitonga vem sofrendo acelerado processo de assoreamento e poluição nos últimos anos devido às contribuições de efluentes industriais e urbanos não tratados e atividades portuárias. Com a obstrução do Canal do Linguado este processo intensificou e o equilíbrio hidrodinâmico da baía assim como a estabilidade da Barra Sul foram profundamente alterados (Silva, 2011). Com a subida do nível médio do mar, modificações na hidrodinâmica e transporte sedimentar na baía podem expor sedimentos contaminados ou modificar o local da sua sedimentação. Conhecer a evolução das tendências e padrões espaciais de sedimentação é fundamental para uma gestão adequada desta problemática. Atualmente, para além da falta de caracterizações históricas sobre a evolução sedimentar e batimétrica da baía, é notório a lacuna de informação sobre a estrutura geofísica deste ambiente.

Através de informação geofísica (e.g., sísmica rasa) é possível compreender a estrutura sedimentar do subsolo da baía assim como identificar a presença de bolsas de gás (metano), comum em ambientes rasos e produtivos que recebem grandes aportes de matéria orgânica tais como baías ou estuários (Garcia-Gil et al., 2002). Tendo em consideração que o metano é um dos mais importantes gases-estufa biogênicos (Iglesias e García-Gil, 2007) o processo de

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

escape de gás de sedimentos marinhos para a atmosfera tem despertado a atenção da comunidade científica (Garcia-Gil et al., 2002). No Brasil a ocorrência de metano e outros gases em sedimentos marinhos estuarinos tem sido reportado por diversos autores (Baraza e Ercilla, 1996; Hampton et al., 2002; Emeis et al, 2004; Frazão e Vital, 2007; Klein et al., 2016), contudo nenhum estudo na baía da Babitonga foi desenvolvido até ao presente.

A presente proposta pretende investigar a evolução (passado presente e futuro) da geomorfologia, estrutura sedimentar, geofísica (**eixo temático a.)** e ecológica (área de manguezal) da baía, face á crescente pressão antrópica na região (e.g., crescimento populacional de Joinville, ou aumento da infraestrutura portuária de São Francisco do Sul – **eixo temático k.)** e subida do nível médio do mar (**eixo temático a. e c.)**. Serão estudadas medidas de mitigação usando uma abordagem do tipo “construindo com a natureza” que visam a proteção da ocupação humana na baía e a preservação e melhoria da saúde de um dos elementos mais importantes deste ecossistema – os manguezais (**eixo temático h.)**. Esta proposta será aplicada á baía da Babitonga contudo a metodologia desenvolvida poderá ser aplicada a qualquer outra baía ou estuário no Brasil, ou qualquer outro local do mundo.

**Nota: Em anexo apresenta-se carta de apoio do CEPSUL, declarando a importância do estudo na região.**

**Referências**

- Baraza, J., Ercilla, G. Gas-charged sediments and large pockmark-like features on the Gulf of Cadiz slope (SW Spain). *Marine and Petroleum Geology*, 1996. 13(2):253-261
- Barbosa, A. & Mazzer, A. M. 2003. Mudanças geomorfológicas ocorridas na desembocadura no sul do canal do Linguado no período de 1938-1989. *Revista da Univille*, 9(1): 117-124.
- Barros, V.R., C.B. Field, D.J. Dokken, M.D. Mastrandrea, K.J. Mach, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (2014), IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part B: Regional Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 688 pp.
- Benthem W., van Lavieren L.P., Verheugt W.J.M. (1999) Mangrove Rehabilitation in the Coastal Mekong Delta, Vietnam. In: Streever W. (eds) *An International Perspective on Wetland Rehabilitation*. Springer, Dordrecht.
- Braun, S., Aumond, J.J., 2017. Simulação de elevação do nível do mar na cidade de Joinville (SC). Livro de Proceedings do XVII ENANPUR, São Paulo, Brasil.
- CLARK, J. 1996. *Coastal Zone Management Handbook*. New York: Lewis Publisher/CRC Press. 694 p.
- Dieng, H.N., Cazenave, A., Meyssignac, B., Ablain, M. (2017), New estimate of the current rate of sea level rise from a sea level budget approach, *Geophysical Research Letters*, 44, pp. 3744-3751.
- DNIT/IME. 2004. Estudos Ambientais da Baía da Babitonga – Canal do Linguado. Estudos da baía da Babitonga / Canal do Linguado: Convênio DNIT / IME: CD/ROM.
- Eberhard W, Rodriguez RL, Polihronakis M (2009) Pitfalls in understanding the functional significance of genital allometry. *J Evol Biol* 22:435–445.
- Emeis, K.-C., Brüchert, V., Currie, B., Endler, R., Ferdelman, T., Kiessling, A., Leipe, T., NoliPeard, K., Struck, U., Vogt, T.. *Continental Shelf Research*, 2004. 24:627-642.
- FIELD, C. Impacts of expected climate change on mangroves. *Hydrobiologia* 295, p. 75–81, 1995.
- Field, C.B., V.R. Barros, D.J. Dokken, K.J. Mach, M.D. Mastrandrea, T.E. Bilir, M. Chatterjee, K.L. Ebi, Y.O. Estrada, R.C. Genova, B. Girma, E.S. Kissel, A.N. Levy, S. MacCracken, P.R. Mastrandrea, and L.L. White (2014), IPCC, 2014: Climate Change 2014: Impacts, Adaptation, and Vulnerability. Part A: Global and Sectoral Aspects. Contribution of Working Group II to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1132 pp.



**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações  
Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

- Frazão, E., Vital, H. Estruturas rasas de gás em sedimentos no estuário Potengi (Nordeste do Brasil). *Revista Brasileira de Geofísica*. 2007. 25:17-26.
- FUNDAÇÃO DE MEI AMBIENTE – FATMA. 1995. Cobertura vegetal do estado de Santa Catarina – Brasil. Florianópolis. 43p.
- García-Gil, S., Vilas, F., García-García, A.. Shallow gas features in incised-valley fills (Ría de Vigo, NW Spain): a case study. *Continental Shelf Research*, 2002. 22:2303-2315.
- GILMAN, E.L., 2006. Adapting to Pacific Island mangrove responses to sea level rise and climate change, *Climate Research*, 32, (3) p. 161-176.
- Hampton, M.A, Karl, H.A., Murray, C.J. Acoustic profiles and images of the Palos Verdes margin: implications concerning deposition from the White's Point outfall. *Continental Shelf Research*, 2002 22:841-857.
- Iglesias, J., García-Gil, S., 2007. High-resolution mapping of shallow gas accumulations and gas seeps in San Simón Bay (Ría de Vigo, NW Spain). Some quantitative data. *Geo-Marine Letters*. 27:103-114.
- Klein, A.H.F., Demarco, L.F.W., Guesser, V., Flemming, G.R., Bonetti, J., Porpillo, D., Neto, A.A., Souza, J.A.G., Felix, A., 2016. Shallow gas seismic structures: forms and distribution on Santa Catarina Island, Southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(4):325-338;2016.
- LOVELOCK, C. E.; ELLISON, J. C. Vulnerability of mangroves and tidal wetlands of the great barrier reef to climate change. In: JOHNSON, J.E., MARSHALL, P.A., 2007. Climate Change and the Great Barrier Reef: A Vulnerability Assessment. Great Barrier Reef Marine Park Authority and Australian Greenhouse Office, Australia, pp. 237–269.
- Longhurst, A., S. Sathyendranath, T. Platt & C. Caverhill. 1995. An estimate of global primary production in the ocean from satellite radiometer data. *Journal of Plankton Research*, 17 (6): 1245-1271.
- MMA, 2002. Avaliação e Ações Prioritárias para Conservação da Biodiversidade das Zonas Costeira e Marinha. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: MMA / SBF, 2002.
- Ministério do Meio Ambiente - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (MMA- IBAMA). 2007. Reserva de Fauna Baía da Babitonga. Ministério do Meio Ambiente, Brasília: MMA/SBF.
- Mclvor, AL., Möller I., Spencer, T. and Spalding, M. 2012a. Reduction of wind and swell waves by mangroves. Natural Coastal Protection Series: Report 1. Cambridge Coastal Research Unit Working Paper 40. Published by The Nature Conservancy and Wetlands International.
- Mclvor AL., Spencer, T., Möller I. and Spalding, M. 2012b. Storm surge reduction by mangroves. Natural Coastal Protection Series: Report 2. Cambridge Coastal Research Unit Working Paper 41. Published by The Nature Conservancy and Wetlands International.
- Mclvor, AL., Spencer, T., Möller I. and Spalding, M. 2013. The response of mangrove soil surface elevation to sea level rise. Natural Coastal Protection Series: Report 3. Cambridge Coastal Research Unit Working Paper 42. Published by The Nature Conservancy and Wetlands International.
- Passeri, D.L., Hagen, S.C., Medeiros, S.C., Bilskie, M.V., 2015. Impacts of historic morphology and sea level rise on tidal hydrodynamics in a microtidal estuary (Grand Bay, Mississippi), *Continental Shelf Research*, 111B, pp. 150-158.
- Prates, A.P. Gonçalves, M.A e Rosa, M., 2012. Panorama da Conservação dos ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil. 2 ed. rev. ampliada - Ministério do Meio Ambiente. Brasília, MMA.
- Pontee, N., 2013. Defining coastal squeeze: A discussion. *Ocean & Ocean Management*, 84, pp. 204-207.
- RODRIGUES, A.M.T.; BRANCO, E.J.; SACCARDO, S.A.; BLANKESTEYN, A., 2000. A Exploração do caranguejo-uçá *Ucides cordatus* (Decapoda: Ocypodidae) e o Processo de Gestão Participativa para a Normalização da Atividade na Região Sudeste-Sul do Brasil. *Bol. Inst. De Pesca*, São Paulo, 26 (1): 63-78.
- Schettini, C. A. F. & Carvalho, J. L. B. 1999. Caracterização hidrodinâmica do estuário do rio Cubatão, Joinville. *Notas Técnicas Facimar*, 3: 87-97.
- Silva, L.L., 2011. Alterações morfodinâmicas no canal do linguado pela remoção do dique que o separa da Baía da Babitonga (SC). Tese de doutorado, Universidade Federal do Rio Grande do Sul. Instituto de Geociências. Programa de Pós-Graduação em Geociências.
- Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (2013), IPCC, 2013: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.
- Truccolo, E. C. & Schettini, C. A. F. 1999. Marés astronômicas na baía da Babitonga, SC. *Notas Técnicas Facimar*, 3: 57- 66.
- Vieira, C.V., Horn Filho, N.O., Bonetti, C.V.D.H.C., Bonetti, J., 2008. CARACTERIZAÇÃO MORFOSEDIMENTAR E SETORIZAÇÃO DO COMPLEXO ESTUARINO DA BAÍA DA BABITONGA/SC. *Boletim Paranaense de Geociências*, n. 62-63, p. 85-105,

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

**b) Objetivos (gerais e específicos) e metas a serem alcançados:**

A proposta tem como objetivo geral prever os impactos da subida do nível médio do mar no ambiente físico e ecológico da baía da Babitonga, e investigar medidas de mitigação usando uma abordagem "construindo com a natureza". Objetivos específicos desta proposta incluem: 1) revisão histórica da evolução batimétrica e da ocupação da área de manguezal da baía; 2) caracterização da estrutura e composição sedimentar da baía; 3) previsão dos futuros impactos (áreas de inundação, hidrodinâmica, sedimentação e evolução batimétrica) provocados pela subida do nível médio do mar na baía; 4) investigar o uso de manguezais como estruturas de proteção costeira contra a subida do nível médio do mar; e 5) desenvolver uma ferramenta de análise e visualização de dados geoespaciais.

**Meta 1: Evolução eco-morfodinâmica da Baía da Babitonga**

- 1.1. Estimar evolução batimétrica da Baía da Babitonga com imagens de satélite
- 1.2. Evolução de áreas de manguezal através de imagens de satélite
- 1.3. Evolução intra e interanual da área de manguezal e batimetria da Babitonga

**Meta 2: Estrutura e composição sedimentar da Baía da Babitonga**

- 2.1 Caracterizar a estrutura sedimentar e identificar a presença de gás raso com sísmica de subsuperfície
- 2.2 Determinar a taxa de sedimentação e contaminação dos sedimentos da Babitonga

**Meta 3: Impacto da subida do nível médio do mar na Baía da Babitonga e medidas de mitigação**

- 3.1. Modelo hidrodinâmico e sedimentar da baía da Babitonga
- 3.2. Impacto da subida do nível médio do mar no ecossistema da Babitonga
- 3.1. Medidas de mitigação do tipo "construindo com a natureza"

**Meta 4. Visualização e análise de dados geoespaciais via Google Earth Engine**

- 4.1. Desenvolver uma ferramenta de visualização e análise de dados geoespaciais, utilizando a tecnologia google earth engine.

**c) Metodologia a ser empregada:**

**actu: Evolução eco-morfodinâmica da baía da Babitonga**

**C.1.1. Estimar evolução batimétrica da baía da Babitonga com imagens de satélite**

O método usual para obter o mapeamento batimétrico de uma região é através da utilização de ecobatímetro, aparelho que emite ondas sonoras e calcula a profundidade da coluna d'água pelo tempo de demora da resposta do sinal. O processo de aquisição de dados por ecobatímetro é longo, demorado e de alto custo uma vez que necessita de embarcação e pessoal capacitado. Uma alternativa relativamente nova para a aquisição de batimetria é a extração desta informação a partir de imagens obtidas por sensores remotos. Os sensores podem ser aéreos (a bordo de aeronaves) ou orbitais (a bordo de satélites). Esse novo procedimento tem se mostrado bastante eficaz, especialmente quando utiliza imagens de satélites multiespectrais (LYZENGA, 1978; PHILPOT, 1989; NORDMAN et al., 1990; ABDULLAH et al., 2004; TEDESCO, 2003, Pacheco et al., 2014). As imagens multiespectrais

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

obtidas a partir dos satélites americanos Landsat são as mais conhecidas, acessíveis e utilizadas no País (FLORENZANO, 2002). O Brasil recebe imagens Landsat desde 1973, através de uma antena de recepção do INPE (Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais), atualmente estas imagens encontram-se de livre acesso na plataforma Google Earth Engine. A cobertura espacial destes satélites é global, com uma resolução espacial de 30 metros e frequência de aquisição de 16 dias, incluindo aquisição de imagem multiespectral e térmica. Na plataforma do Google Earth Engine pode-se aceder a toda a série temporal no formato original (não processado), ou com correções atmosféricas e com calibração da radiância. Para além da missão Landsat, a missão Sentinel da Agência Europeia do Espaço (ESA), colocou recentemente ao dispor todas as séries temporais das missões Sentinel 1, 2 e 3. Imagens dos satélites Sentinel possuem uma resolução espacial (10 m) superior ao Landsat (30 m) e estão disponíveis através da plataforma Google Earth Engine.

A estimativa de batimetria através de imagens multispectrais é a abordagem mais comum quando se usa imagens de satélite. Essa abordagem explora o fato de que diferentes comprimentos de onda do espectro de luz são atenuados pela água de maneira diferente. A luz visível, com comprimentos de onda variando de 380 a 750 nm, faz parte do espectro eletromagnético e é transmitida com pouca atenuação através da atmosfera; no entanto, a luz visível é atenuada em água com o aumento da profundidade. A quantidade de atenuação está relacionada o comprimento de onda da luz visível. Comprimentos de onda mais curtos (isto é, aerossol costeiro e azul) são menos atenuados em água do que comprimentos de onda mais longos (isto é, verde, amarelo e vermelho). Esta atenuação variável dos diferentes comprimentos de onda da luz visível permite a correlação entre a profundidade do fundo do mar e os valores de radiância das imagens de satélite multiespectral. A solução linear mais comum para inversão de profundidade utilizando imagens multiespectrais foi desenvolvida por Lyzenga (1978, 1985):

$$Z = a_0 + a_i(X_i) + a_j(X_j) + a_k(X_k) \quad (\text{equação 1})$$

onde

$$X_i = \ln[R_w(\lambda_i) - R_\infty(\lambda_i)] \quad (\text{equação 2})$$

$$X_j = \ln[R_w(\lambda_j) - R_\infty(\lambda_j)] \quad (\text{equação 3})$$

$$X_k = \ln[R_w(\lambda_k) - R_\infty(\lambda_k)] \quad (\text{equação 4})$$

onde  $R_\infty$  é a refletância da coluna de água no caso em que a água é opticamente profunda (presumivelmente  $\min(R_w)$  em águas profundas opticamente, seguindo Lyzenga, 1985).  $R_\infty$  e as constantes  $a_0$ ,  $a_i$ ,  $a_j$  e  $a_k$  são determinadas por regressão linear múltipla calculada usando medições batimétricas locais.  $i$ ,  $j$  e  $k$  são os índices que representam as bandas de aerossóis costeiros, azuis e verdes ( $\lambda$ ) nas imagens de satélite, respectivamente. Os coeficientes presentes nas equações 2, 3 e 4 podem ser obtidos a partir dos produtos de satélite e os coeficientes de calibração da equação 1 ( $a_0$ ,  $a_i$ ,  $a_j$  e  $a_k$ ) podem ser obtidos a partir de medições de profundidade in situ através de levantamento ecobatímetro.

Um levantamento ecobatimétrico de toda a baía da Babitonga será realizado com o uma eco-sonda de feixe simples montada numa embarcação de pequena dimensão (Figura 2). O posicionamento será obtido através de um sistema GPS com correção diferencial em tempo real (RTK-DGPS). Os dados de profundidade e o posicionamento serão sincronizados via um software de navegação hidrográfica Hypack, onde será feito posteriormente o processamento

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações  
Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

dos dados batimétricos (remoção de picos, correção da maré, etc.). Estes dados batimétricos serão utilizados nas equações 2, 3 e 4 para estimar soluções lineares de inversão batimétrica a partir dos dados de refletância da coleção de imagens Landsat e Sentinel disponíveis na plataforma Google Earth Engine.



Figura 2. Baía da Babitonga com os transectos do levantamento batimétrico.

**C.1.2. Evolução de áreas de manguezal através de imagens de satélite**

Devido ao processo contínuo de ocupação humana desordenada, os manguezais na baía da Babitonga vêm sofrendo perturbações antrópicas decorrentes principalmente da ocupação ilegal, aterro, poluição hídrica por esgotos domésticos e despejo de materiais sólidos (MMA/IBAMA, 2007). A avaliação do impacto dessas atividades sobre os manguezais depende de levantamentos detalhados e confiáveis sobre a evolução da área de manguezal ao longo do espaço e do tempo. Até ao momento este tipo de caracterização não foi efetuado na baía da Babitonga sendo por isso fundamental a sua realização.

Nas últimas décadas, é considerável o número de estudos que aplicam técnicas de sensoriamento remoto a manguezais, cuja resposta espectral característica da vegetação facilita a classificação desses ambientes (OZESMI & BAUER, 2002). Aliados aos sensores, técnicas de processamento de dados são desenvolvidas para melhorar os resultados espectrais da vegetação. A aplicação de métodos de classificação como o da Máxima Verossimilhança ou da Mínima Distância tem permitido discriminar a vegetação de mangue de outros ecossistemas, obtendo dados como de densidade do bosque e de mudanças em função das atividades humanas ou de eventos naturais (BLASCO et al., 1994). GREEN et al. (1998) considera que a acurácia dos métodos de classificação chega a 73%, bem superior a interpretação visual, que não atinge 45%. Adicionalmente, índices de vegetação que visam explorar as propriedades espectrais da vegetação têm sido propostos, especialmente nas regiões do visível e infravermelho próximo. Estes índices são relacionados a parâmetros biofísicos da cobertura vegetal, como biomassa e índice de área foliar, além de minimizarem



**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

os efeitos da iluminação da imagem, declividade da superfície e geometria da aquisição que influenciam os valores de refletância da vegetação (PONZONI & SHIMABUKURO, 2010). Destes, o mais conhecido é índice NDVI – Normalised Difference Vegetation Index, proposto por ROUSE et al. (1973). Este índice é extraído da razão entre as bandas nas faixas do infravermelho próximo (NIR) e no vermelho (Red), dado pela seguinte equação:

$$\text{NDVI} = (\text{NIR} - \text{Red}) / (\text{NIR} + \text{Red}) \quad (\text{equação 5})$$

Os valores numéricos do NDVI podem variar entre -1 e 1, estando a vegetação associada aos valores positivos. Materiais que refletem mais intensamente na porção do vermelho em comparação com o infravermelho próximo (nuvens, água ou neve) apresentam NDVI negativo. Solos descobertos e rochas refletem o vermelho e o infravermelho próximo quase na mesma intensidade, por conseguinte, seu NDVI aproxima-se de zero (Rizzi, 2004).

No presente projeto a detecção da área de manguezal da baía da Babitonga será realizada através de uma classificação supervisionada seguindo a metodologia proposta por Barbosa (2010). As seguintes classes serão obtidas através desta segmentação: solo exposto e área urbanizada, vegetação rasteira, vegetação densa (de transição) e manguezal. De acordo com Kilca et al. (2011) existem três espécies de mangue na Baía da Babitonga: *Laguncularia racemosa* e a espécie com maior ocorrência (60,3%), seguido de *Rizophora mangle* (20,1%) e *Avicennia schaueriana* (16,6%). Estas espécies apresentam uma distribuição espacial distinta de acordo com o tipo de substrato (areia ou lodo) que depende também da exposição ao hidrodinamismo da Baía. Para a diferenciação das diferentes espécies de mangue será realizado um levantamento de campo para identificação e localização das diferentes espécies (através de um GPS portátil). Posteriormente essa informação será utilizada para a definição de classes de NDVI que permitam separar os três tipos de mangue existentes na baía. Tal como descrito no ponto **C.1.1.**, serão utilizadas neste trabalho todas as imagens multiespectrais Landsat e Sentinel disponíveis na plataforma Google Earth Engine.

**C.1.3. Evolução intra e interanual da área de manguezal e batimetria da Babitonga**

As séries temporais de batimetria e área de ocupação de manguezal serão obtidas através das mesmas imagens multiespectrais (e.g., Landsat e Sentinel) sendo por isso coincidentes no tempo. Ambos produtos serão utilizados para investigar a evolução do ambiente físico (batimetria) e ecológico (manguezal) da baía da Babitonga nos últimos 40 anos (desde 1973 até ao presente – desde o início da aquisição Landsat até ao presente). De forma a realizar uma caracterização consistente da evolução destes dois indicadores ambientais (batimetria e área de manguezal) será calculada uma comparação intra-anual (entre médias de estações de Inverno e Verão de anos consecutivos) e interanual entre médias anuais consecutivos. O objetivo destas análises é, 1) identificar padrões de erosão e sedimentação na baía; 2) identificar áreas de perda ou ganho de manguezal; 3) identificar o período de ocorrência de mudanças importantes nestes dois indicadores ambientais; e 4) identificar tendências evolutivas.

**C.2 Estrutura e composição sedimentar da baía da Babitonga**

**C.2.1 Estrutura sedimentar e gás raso com sísmica de subsuperfície**

A sísmica de reflexão consiste na caracterização da profundidade das superfícies refletoras e sua influência sobre as velocidades da onda em camadas subsuperficiais (Lowrie, 2006). O



**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações  
Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

perfil de subsuperfície obtido pela sísmica e uma ferramenta importante para o estudo dos processos sedimentares do fundo em ambientes marinhos, como demonstrado por vários autores (por exemplo, Hollister & Heezen, 1972; Damuth, 1975; Embley, 1976; Flood, 1980; Jacobi & Hayes, 1992; Baptista Neto et al., 1996; Reddy & Rao, 1997; Dowdeswell et al., 1997; Zaragosi et al., 2000; Hong & Chen, 2000; Quaresma et al., 2000; Lee et al., 2002). Os tipos e a distribuição do caráter de eco podem ser utilizados como base para a interpretação dos processos deposicionais e erosivos, uma vez que os tipos de eco são principalmente controlados pela topografia superficial, geometria subterrânea e textura sedimentar dos sedimentos superficiais e sub-superficiais e rochas (Damuth, 1975, 1980; Embley, 1976; Damuth & Hayes, 1977). Para além da estrutura sedimentar, perfis de sísmica podem indicar a presença de bolsas de gás raso. O metano pode existir em vários estados: como gás livre nos poros, como gás dissolvido em solução ou, em circunstâncias especiais, como hidratos de gás (Mazumdar et al., 2009; Diez et al., 2007). O termo “gás livre” denota o gás no sedimento que não está em solução e ocorre quando o limite de solubilidade é excedido, formando bolhas (Abegg & Anderson, 1997). A solubilidade do metano em águas depende da temperatura da água no fundo, da pressão hidrostática e salinidade (Yamamoto et al., 1976). Quando presente na forma de bolhas de gás, mesmo em baixas concentrações (~0,01% de conteúdo de gás livre), o metano pode reduzir drasticamente a velocidade de ondas compressoriais e aumentar a atenuação das ondas e a dissipação do som (Anderson and Hampton, 1980). Portanto, sedimentos contendo gás livre atenuam a energia da onda, causando o bloqueio da penetração do sinal, o que pode resultar em um mascaramento bastante característico das propriedades deposicionais dos sedimentos subjacentes em dados sísmicos (Wilkins e Richardson, 1998).

No presente projeto aproximadamente 200 km de registros sísmicos de alta resolução serão obtidos na Baía da Babitonga, durante uma campanha de 5 dias (ao longo dos mesmos transectos batimétricos apresentados na Figura 2). Esse levantamento será realizado utilizando um perfilador de subfundo, da Edgetech, modelo SB-512-I, operando nas frequências de 1 a 6 kHz com uma frequência central de 2.5 kHz (Figura 3). A velocidade do sinal será de 7 ms com uma largura de banda de 40 ms, permitindo uma resolução vertical nas medições de 15 cm.

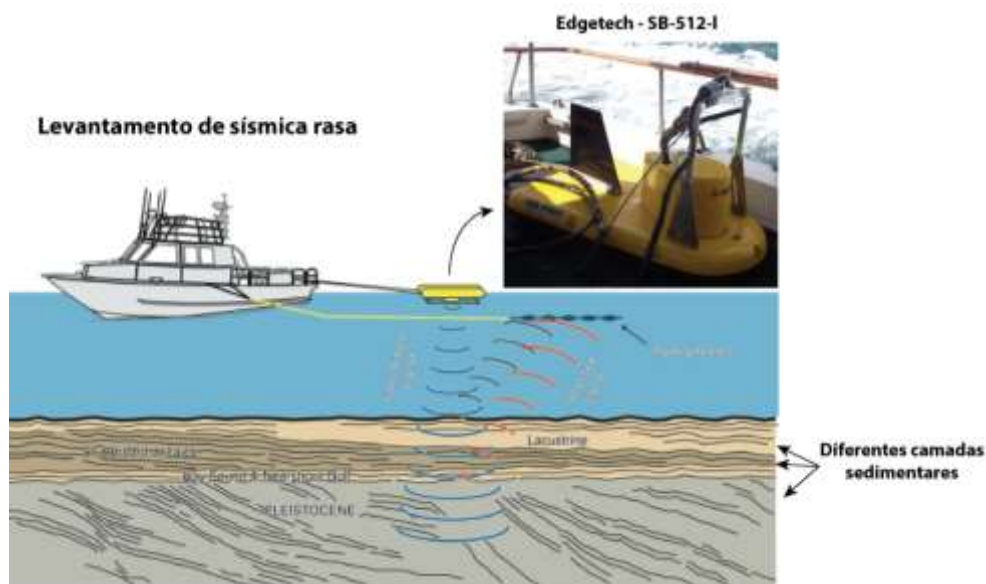


Figura 3. Esquema do levantamento de sísmica rasa.

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

Os dados sísmicos de subsuperfície (SB) serão obtidos e processados seguindo os procedimentos metodológicos apresentados por Taylor et al. (1992), Garcia-Gil et al. (2002), Lee et al. (2005) e Baltzer et al. (2005). O software EdgeTech Discover acquisition and processing será utilizado para a extração dos valores dos coeficientes de reflexão; e o aplicativo SonarWiz.MAP® (Chesapeake Technology Inc.), para determinação da espessura sedimentar mínima e dos limites superiores das ocorrências de gás na área de estudo. Para isso serão digitalizadas as seguintes superfícies: o fundo marinho; o embasamento acústico, isto é, o refletor mais profundo; e a superfície de mascaramento acústico, ou seja a superfície abaixo da qual as feições estratigráficas são mascaradas pela presença de gás. Os dados obtidos nas interpretações dos perfis serão exportados para o software ArcGis 10, e interpolados pelo método Inverso do Quadrado da Distância (Inverse Distance Weighted – IDW) para a criação de mapas da espessura das camadas dos sedimentos e dos locais e profundidades de ocorrência do gás. A partir da análise dos dados sísmicos, em conjunto com os mapas de distribuição e profundidade de ocorrência do gás, será planejada uma malha amostral para coleta de testemunhos sedimentares (utilizando um amostrador de mandíbula tipo Van-Veen) para a caracterização da textura da camada superficial de sedimentos e para a verificação da presença do gás raso. O teor de enxofre na amostra (determinado com o auxílio de um analisador LECO CNS 2000) será utilizado como indicador da presença de gás nos sedimentos, seguindo a abordagem apresentada por Klein et al. (2016).

**C.2.2 Taxa de sedimentação e contaminação dos sedimentos da Babitonga**

Entre vários fatores para fazer uma avaliação do nível de contaminação em ecossistemas aquáticos, o estudo dos sedimentos tem enorme importância, pois este pode influenciar o metabolismo de todo o sistema devido à sua capacidade de acumular vários compostos como matérias orgânicas (hidrocarbonetos ou pesticidas) e inorgânicas (metais) pelo processo de decantação em áreas de baixa hidrodinâmica. Para realização deste estudo serão efetuados 10 testemunhos sedimentares em diferentes pontos da baía (Figura 4), com recuperação de 1 m e fatiados de 5 em 5 cm do topo à base. A localização destes pontos de coleta teve em consideração trabalhos anteriores realizados na baía (e.g., Demori 2008).

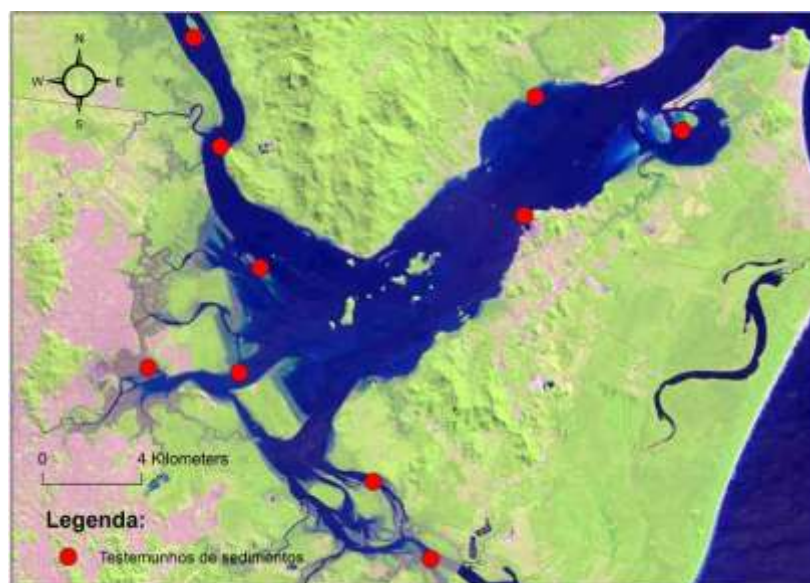


Figura 4. Localização dos pontos de coleta de testemunhos sedimentares.

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

Primeiramente serão analisados diversos parâmetros físicos no testemunho, como o teor de água, densidade, teor de finos e percentual de matéria orgânica, utilizando técnicas gravimétricas. A determinação da taxa de sedimentação será realizada a partir do método do excesso de  $^{210}\text{Pb}$ , amplamente utilizado pela comunidade científica (Smith 2001). A determinação das concentrações dos metais pesados através leitura dos extratos, obtidos a partir da digestão das amostras na fração fortemente ligada, realizada em bombas de teflon, em duplicata, com cerca de 1g do sedimento. Não se espera que os metais pesados lançados recentemente no ambiente, principalmente através das atividades antropogênicas, possam ser incorporados facilmente à estrutura destes minerais (Tessier et al. 1979, Forstner & Wittman 1981). A determinação dos metais será realizada somente na fração fina ( $< 63 \mu\text{m}$ ), pois os metais pesados têm forte afinidade com os sedimentos finos (Lacerda 1983). Após o processo de abertura e extração das amostras, será realizada a leitura dos extratos por espectrofotometria de absorção atômica por chama, onde serão determinadas as concentrações de Fe, Mn, Zn, Al, Pb, Cu, Cr, Ni e Cd. Estes dados serão comparados com os valores limites definidos para materiais de dragagem definidos na legislação CONAMA 344 de 25 de Março de 2004.

**C 3. Impacto da subida do nível médio do mar na baía da Babitonga e medidas de mitigação**

**C 3.1. Modelo hidrodinâmico e sedimentar da baía da Babitonga**

No presente projeto o impacto da subida do nível do mar na hidrodinâmica e sedimentação da baía da Babitonga será analisado com o uso do modelo numérico Delft3D (Roelvink e Van Banning, 1995). O Delft3D é um modelo tridimensional líder mundial em modelagem de processos hidrodinâmicos, transporte de sedimentos e morfodinâmica em ambientes fluviais, estuarinos e costeiros. O modelo inclui diferentes módulos, tais como o módulo FLOW para cálculo da circulação hidrodinâmica, WAVE para geração e propagação de ondas, e MOR para mudanças da morfologia. Um aspecto fundamental do modelo Delft3D é a possibilidade de incluir o efeito da vegetação nos processos hidrodinâmicos e de sedimentação, o que é um aspecto imprescindível em ambientes como a Babitonga onde a presença de manguezais tem forte influência nestes processos.

**Módulo WAVE**

O módulo Delft 3D WAVE executa a simulação de ondas em águas rasas, utilizando o modelo SWAN (Simulating Waves Near Shore), desenvolvido também pela Delft Hydraulics (Holanda). No SWAN, as ondas são descritas em duas dimensões, com respeito à ação da densidade do espectro  $N(\sigma, \theta)$  até quando fenômenos não lineares são dominantes, sendo  $\sigma$  a frequência relativa e  $\theta$  a direção da onda. A evolução do espectro é descrita pela equação do balanço de ação do espectro em coordenadas cartesianas:

$$\frac{\partial}{\partial t} N + \frac{\partial}{\partial X} C_x N + \frac{\partial}{\partial y} C_y N + \frac{\partial}{\partial \sigma} C_\sigma N + \frac{\partial}{\partial \theta} C_\theta N = \frac{S}{\sigma} \quad (\text{equação 6})$$

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

O primeiro termo à esquerda da equação 6 representa a variação local da ação de densidade do espectro no tempo, o segundo e terceiro termos representam a propagação dessa ação no espaço geográfico (com velocidades de propagação e no espaço x e y, respectivamente). O quarto termo representa as mudanças da frequência relativa devido às variações na profundidade e correntes (com velocidade de propagação no espaço  $\sigma$ ). O quinto elemento representa a refração induzida por ondas e correntes (com velocidade de propagação no espaço  $\theta$ ). As expressões para essas velocidades de propagações seguem a teoria linear de ondas (Whitham, 1974; Mei, 1983; Dingemans, 1997). O termo  $S(S(\sigma, \theta))$  presente ao lado direito da equação é o termo fonte em termos de densidade de energia representando os efeitos da geração, dissipação e interações não lineares onda-onda. Os efeitos levados em consideração nos cálculos do modelo são a geração de ondas por ventos; dissipação por whitecapping, fricção de fundo e quebra induzida pela profundidade; interações onda-onda não lineares, os quais se encontram explicados mais detalhadamente em WL Delft Hydraulics (2014).

**Módulo FLOW**

O módulo Delft 3D FLOW é capaz de resolver de forma integrada as simulações de escoamento e fenômenos de transporte. O modelo trabalha em coordenadas horizontais e verticais, podendo resolver as equações para águas rasas em duas dimensões ou em três dimensões. O sistema de equações empregada nas simulações consiste em resolver as equações do movimento, da continuidade e equação do transporte para constituintes conservativos. Essas são derivadas das equações tridimensionais de Navier Stokes para escoamento em superfícies livres incompressíveis. Considerando-se águas rasas a equação de momento vertical é reduzida para a equação da pressão hidrostática. As acelerações verticais devido aos efeitos de flutuação e repentinas variações da topografia de fundo não são levadas em consideração. Uma nova funcionalidade deste módulo é a possibilidade de incluir o efeito da vegetação. Esta nova componente é baseada num modelo desenvolvido Baptist et al. (2005; 2007). A vegetação é modelada como cilindros rígidos com uma altura de vegetação,  $h_v$ , densidade  $m$ , diâmetro das hastes,  $D$  e coeficiente de arrasto,  $C_D$ . Os perfis de velocidade do escoamento através e acima da vegetação são divididos em duas zonas (Figura 5). Uma primeira zona de velocidade de fluxo constante,  $u_v$  ( $m\ s^{-1}$ ), dentro da parte vegetada e um perfil de velocidade logarítmica,  $u_u$  ( $m\ s^{-1}$ ), acima da vegetação a partir da velocidade  $u_v$  na interface de vegetação (Figura 5). Esta esquematização pressupõe que, no caso de vegetação totalmente submersa, o estresse de cisalhamento total  $\tau_t$  é igual à soma do estresse de cisalhamento do leito,  $\tau_b$  e ao estresse de cisalhamento devido à resistência da vegetação  $\tau_v$ :

$$\tau_t = \rho g h i \quad (\text{equação 7})$$

onde  $\rho$  é a densidade da água ( $kg\ m^{-3}$ ),  $g$  é a gravidade ( $m\ s^{-2}$ ),  $i$  é a inclinação (-),  $h$  é a profundidade da água (m) e a força de cisalhamento do leito e o força de cisalhamento devido para a vegetação são, respectivamente:

$$\tau_b = \frac{\rho g}{c_b^2} u_v^2 \quad (\text{equação 8})$$



**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

$$\tau_v = \frac{1}{2} \rho C_D n h_v u_v^2 \quad (\text{equação 9})$$

onde  $C_b$  é a rugosidade do fundo aluvial de acordo com Chézy ( $\text{m}^{1/2} \text{s}^{-1}$ ),  $C_D$  é o coeficiente de arrasto da estrutura da vegetação (-),  $h_v$  é o coeficiente de arrasto da estrutura da vegetação (m),  $n$  é o número de cilindros por unidade de área ( $\text{m}^{-2}$ ).

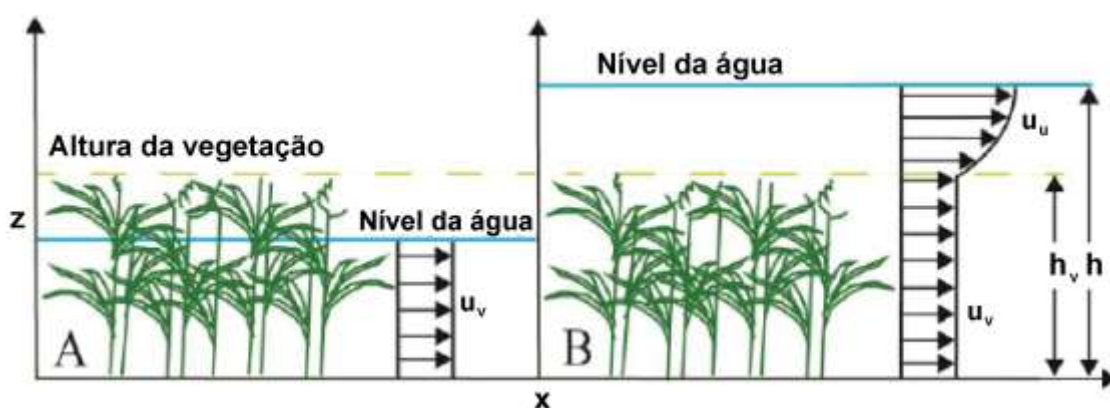


Figura 5. Esquema do efeito da vegetação no perfil de velocidade calculado no modelo Delft3D – módulo vegetação.

As equações 7,8 e 9 foram amplamente testadas com dados de campo e através de experimentos laboratoriais com vegetação natural e artificial, bem como rígidas e flexíveis. Além disso, uma comparação de diferentes fórmulas mostrou que todos os modelos estão bem correlacionados com dados experimentais para vegetação rígida e flexível (Augustijn et al., 2011).

### Módulo MOR

No módulo Delft 3D MOR torna-se possível a simulação do transporte de sedimentos. Os procedimentos de cálculo são exatamente os mesmos empregados em outros tipos de transporte de constituintes conservativos como salinidade, calor e outros. A formulação aplicada é a equação advecção-difusão (balanço de massa) para os sedimentos em suspensão:

$$\begin{aligned} \frac{\partial c^{(1)}}{\partial t} + \frac{\partial u c^{(1)}}{\partial x} + \frac{\partial v c^{(1)}}{\partial y} + \frac{\partial (w - w_s^{(1)}) c^{(1)}}{\partial z} - \frac{\partial}{\partial x} \left( \varepsilon_{s,x}^{(1)} \frac{\partial c^{(1)}}{\partial x} \right) - \frac{\partial}{\partial y} \left( \varepsilon_{s,y}^{(1)} \frac{\partial c^{(1)}}{\partial y} \right) \\ - \frac{\partial}{\partial z} \left( \varepsilon_{s,z}^{(1)} \frac{\partial c^{(1)}}{\partial z} \right) = 0 \end{aligned} \quad (\text{equação 10})$$



**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

Onde ( $C^{(1)}$ ) é a concentração de massa da fração de sedimento ( $\ell$ ) [ $\text{kg}/\text{m}^3$ ];  $u, v, w$  são os componentes da velocidade do escoamento [ $\text{m}/\text{s}$ ]. Os termos  $\varepsilon_{s,x}^{(1)}$ ,  $\varepsilon_{s,y}^{(1)}$  e  $\varepsilon_{s,z}^{(1)}$  são as difusividades turbulentas da fração de sedimento ( $\ell$ ) [ $\text{m}^2/\text{s}$ ] e  $w_s^{(1)}$  é a velocidade de queda da fração do sedimento ( $\ell$ ) [ $\text{m}/\text{s}$ ]. Há, porém, certas diferenças entre o transporte simulado de sedimentos e outros constituintes, por exemplo, a troca de sedimentos entre o fundo e o escoamento assim como a velocidade de queda sob a força da gravidade, sendo esses processos críticos para a simulação. Existem outros processos tal qual o efeito da concentração de sedimentos na mistura com o fluido, com a consequente diminuição da turbulência. Além disso, o fluxo de sedimentos do fundo para o escoamento, ou vice versa, modifica a batimetria local e por consequência o cálculo hidrodinâmico ao longo da simulação. As formulações para todos esses aspectos dependem do tipo de sedimento, classificados em coesivos (lama) e não coesivos (areia) e dentro dessas duas opções encontram-se diferentes equações de acordo com o intervalo de diâmetro de grãos que se deseja estudar (WL Delft Hydraulics, 2014).

**Calibração e validação do modelo**

Uma malha numérica será desenvolvida para a propagação de ondas e para modelagem hidrodinâmica e morfológica (Figura 6). A batimetria usada para a geração da malha será obtida no decurso deste projeto (C 1.1. – Figura 2). O espaçamento da malha numérica será variável (entre 10 e 1000 metros de espaçamento) com maior refinação no interior da baía e em áreas de maior variação morfológica.

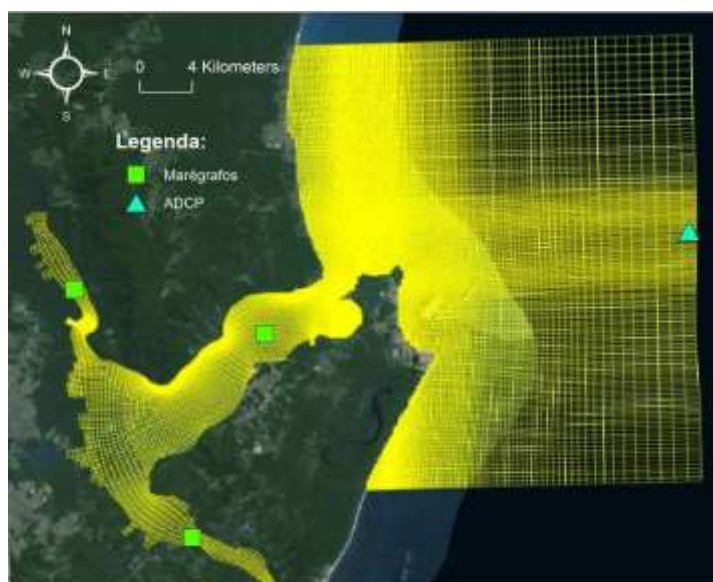


Figura 6. Malha numérica para implementação do modelo Delft3D na Babitonga e indicação dos instrumentos usados para calibração e validação do modelo (ADCP e marégrafos).

Para calibração e validação do modelo Delft3D para a baía da Babitonga serão usadas medições locais de ondas e maré (Figura 6). Três marégrafos serão instalados no interior da

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

baía e um ADCP no exterior da baía para efetuar medições de maré de ondas em regiões diferentes da baía. Estes instrumentos ficaram no local durante um mês a recolher informação. Dados de estação meteorológica do INMET, localizada no Município de Itapoá local serão usados para incluir processos de onda gerados por vento. A informação relativa a composição sedimentar da baía será obtida através do trabalho de Vieira et al. (2008), que realizou uma completa caracterização da textura sedimentar da camada superficial da baía da Babitonga. Esta caracterização será atualizadas no decurso deste projeto com a aquisição de novos dados sedimentares.

**C 3.2. Impacto da subida do nível médio do mar no ecossistema da Babitonga**

O impacto da subida do nível médio do mar no ecossistema da Baía da Babitonga será analisado em dois aspetos: 1) previsão das áreas de inundação; e 2) previsão da sedimentação e evolução morfológica da baía da Babitonga. Para alcançar estes objetivos serão realizadas simulações de longo-termo de forma a produzir cenários para 2100 usando dois tipos de projeções do nível médio do mar (RCP 2.5 e 8.5). As projeções de subida do nível médio do mar global para RCP 2.5 e RCP 8.5 estão disponíveis em Hinkel et al. (2014), que combinou as projeções de subida do nível médio do mar devido a expansão térmica de quatro modelos climáticos globais (GCMs), com contribuições do degelo das calotas polares (Figura 7; ver Hinkel et al., 2014).

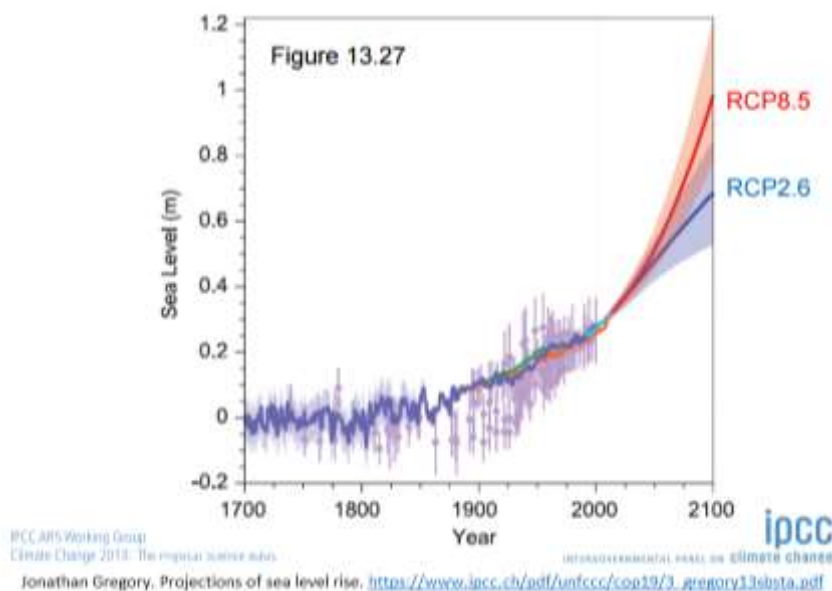


Figura 7. Projeções do aumento do nível médio do mar para o ano 20100 segundo duas projeções: RCP 8.5 e RCP 2.6.

Para o desenvolvimento de uma simulação numérica de longo-termo da baía da Babitonga, tanto a redução dos parâmetros de entrada do modelo quanto as técnicas de aceleração morfológica precisam ser aplicadas. A redução de entrada é alcançada pelo desenvolvimento de esquemas apropriados de fronteira forçando condições como fluxo de maré, ondas, descargas de vento e rio. A maré morfológica é uma técnica de esquematização de marés

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

proposta por Lesser *et al* (2004). O objetivo principal da esquematização de marés é substituir a complexa série temporal de nível de maré e flutuações no campo de correntes por uma maré simplificada. Desenvolvido por Dobrochinski (2009), o método do fluxo médio de energia é uma técnica de esquematização de casos de ondas a serem propagados na simulação morfológica de forma a representar o clima de ondas local e consequentemente o padrão morfológico e de fluxo de transporte de sedimentos. O fator de aceleração morfológica (MORFAC), desenvolvido por Lesser *et al* (2009), é um dispositivo usado para ajustar as diferentes escalas de tempo entre o desenvolvimento dos campos hidrodinâmicos e morfológicos. Ele funciona de forma muito simples, através da multiplicação do fluxo de sedimentos com origem e destino o leito marinho por um fator constante, assim estendendo efetivamente o passo de tempo morfológico.

$$\Delta t_{\text{morfológico}} = f_{\text{MORFAC}} \Delta t_{\text{hidrodinâmico}} \quad (\text{equação 11})$$

Essa técnica possibilita que longas simulações morfológicas possam ser realizadas usando simulações hidrodinâmicas de apenas uma fração da duração de interesse. Maré astronômica (de 2017 até 2100) será obtida através do modelo global FES (Finite Element Solution - Carrère *et al.*, 2012); a maré meteorológica (storm surge) e ondas serão simplificadas de forma a forçar o modelo com condições médias anuais. Para tal será calculado um ano médio de parâmetros de onda (altura significativa, período de pico e direção) a partir de dados de hindcast do modelo global ECMWF ERA-Interim (Dee *et al.*, 2011). O mesmo procedimento será efetuado para a maré meteorológica, sendo esta obtida a partir da diferença entre a maré medida (rede de marégrafos da Marinha do Brasil) e prevista (modelo FES), para os dados disponíveis.

O resultado final destas simulações numéricas de longo-termo será um mapeamento dos níveis de inundação e a evolução batimétrica para o período 2017-2100. Para a determinação dos níveis de inundação e o mapeamento das áreas inundadas será utilizada um modelo digital de terreno obtido através da base cartográfica do município de Joinville, disponível na plataforma online SIMGeo (Sistema de Informações Municipais Georreferenciadas) da Prefeitura Municipal de Joinville (PMJ, 2010).

**C 3.1. Medidas de mitigação do tipo “construindo com a natureza”**

Manguezais contribuem para um aumento do volume do solo através da captura de sedimentos de rios ou estuários e acumulação da sua própria matéria orgânica na forma de raízes, folhas e material lenhoso. As finas raízes de mangue também ajudam na coesão das partículas sedimentares. O crescimento das raízes dos manguezais também ajudam na consolidação e crescimento do solo. Esses processos podem permitir que os manguezais acompanhem o aumento do nível do mar (Figura 8). Alguns manguezais assentam sobre camadas profundas de turfa que podem ter até 6 metros de profundidade, e que foram construídas ao longo de milhares de anos com a subida do nível do mar. Estes solos de mangue cresceram verticalmente a taxas de até 10 mm por ano em alguns locais na Austrália a Belize, sugerindo que os manguezais podem ser capaz de acompanhar taxas similares de aumento do nível do mar para o futuro (Spalding *et al.*, 2014).

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

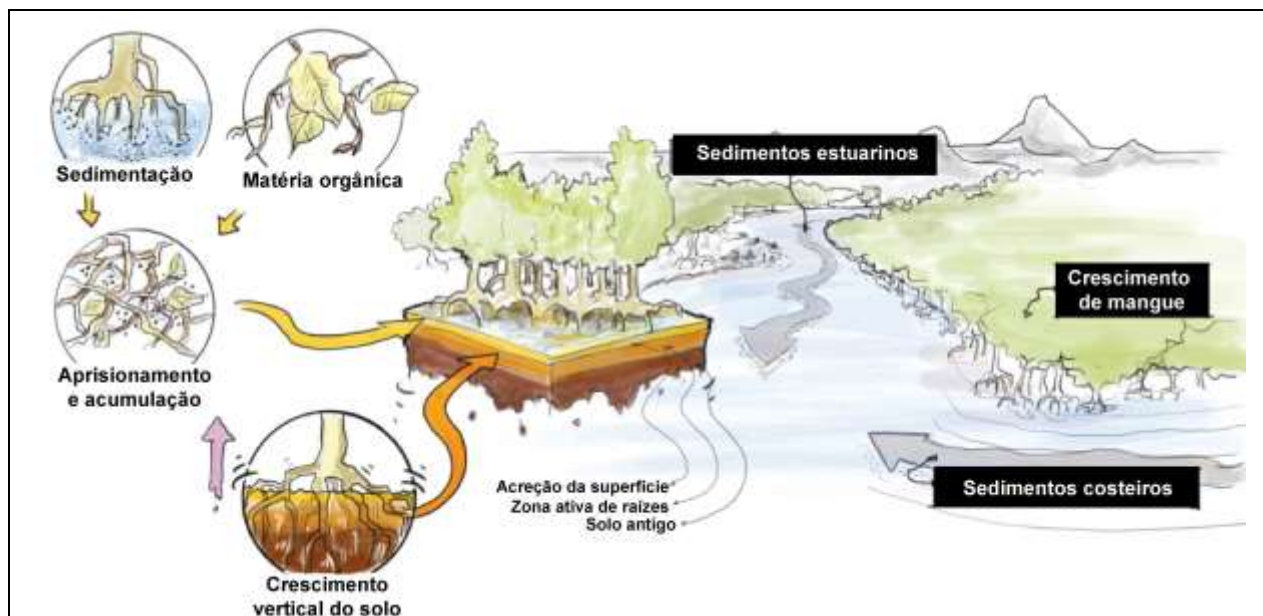


Figura 8. Esquema explicativo do processo de desenvolvimento vertical do solo em zonas de manguezais.

Manguezais podem colonizar áreas terrestres se o espaço estiver disponível e, portanto, continuar a fornecer serviços de defesa costeira contra ondas e subida do nível do mar. No presente projeto será investigada a possibilidade de reocupação de áreas de manguezal na baía da Babitonga como forma de mitigar e prevenir a zonas de inundação costeira devido a subida do nível médio do mar – cenários previstos em **C 3.2**. Como foi explicado no ponto **C 3.2**, o modelo Delft3D permite a inclusão de vegetação (manguezal) nas simulações numéricas. Desta forma o modelo Delft3D será utilizado para testar o efeito preventivo que a reocupação de áreas de manguezal na baía (nas imediações das áreas mais vulneráveis) pode oferecer face aos diferentes cenários de subida do nível médio do mar. Novas simulações de longo-termo serão realizadas (iguais às descritas no ponto C 3.2.) com a inclusão de diferentes cenários de reocupação do solo com manguezais.

#### **Meta 4. Visualização e análise de dados geoespaciais via Google Earth Engine**

##### **C 4.1. Desenvolver uma ferramenta de visualização e análise de dados geospaciais, utilizando a tecnologia google earth engine.**

A plataforma [Google Earth Engine](https://earthengine.google.com/) (GEE) reúne trilhões de imagens de satélite do mundo (incluindo todas as imagens das missões Landsat e Sentinel 1 e 2) que datam desde quase 40 anos. A funcionalidade do Earth Engine é exposta através de uma API disponível nas linguagens de programação JavaScript e Python. A API suporta análises geoespaciais complexas, incluindo sobreposição, álgebra de mapas, operações matriciais, processamento de imagem, classificação, detecção de mudanças, análise de séries temporais, extração vetorial de estatísticas de imagens entre outras funcionalidades. A plataforma está em constante atualização com novos algoritmos, aprimorados e atualizados. Através desta API, é possível o desenvolvimento de novos aplicativos que usem dados existentes na plataforma do Earth Engine ou de fontes externas.

No presente projeto será desenvolvida uma ferramenta de análise e visualização de dados geospaciais para baías costeiras (Figura 9). Esta ferramenta será construída toda com base



**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

na tecnologia disponibilizada pela Google. A base de dados, composta pelos resultados obtidos neste projeto, será armazenada na plataforma Google Cloud. Esta infraestrutura do Google serve de base de dados para a plataforma Earth Engine, sendo por isso facilitado a troca de informação entre ambas as plataformas. Com o Google Earth Engine API será construída uma ferramenta portátil (pode ser instalada em qualquer outro computador) que, através da internet, terá acesso a base de dados, e que permitirá fazer o cruzamento dos dados armazenados assim como a sua visualização (Figura 9). Com esta ferramenta pretende-se facilitar a visualização dos resultados finais deste projeto assim como incentivar o uso de utilizadores externos ao projeto (e.g., pesquisadores, entidades de gestão, etc.).



Figura 9. Estrutura da ferramenta de análise e visualização de dados geospaciais que será desenvolvida neste projeto.

**Referências**

- ABDULLAH, K.; MATJAFRI, M. Z. e DIN, Z. B., 2004. Contribution from Remote Sensing in updating bathymetric chart.
- Abegg, F., Anderson, A.L.. The acoustic turbid layer in muddy sediments of Eckernförde Bay, Western Baltic: methane concentration, saturation and bubble characteristics. *Marine Geology*, 1997. 137:137-147.
- Anderson, A.L., Hampton, L.D.. Acoustics of gas-bearing sediments I. Background. *Journal of the Acoustic Society of America*, 1980. 67 (6):1865-1888.
- Augustijn, D.C.M., Galema, A.A., Huthoff, F., 2011. *EUROMECH Colloquium* 523. June 2011, 147-151.
- BALTZER, A.; TESSIER B.; NOUZÉ, H.; BATES, R.; MOORE, C.; MENIER, D. Seistec Seismic Profiles: a Tool to Differentiate Gas Signatures. *Mar. Geophys. Res.*, v. 26, n. 2-4, p. 235-245, 2005.
- BAPTISTA NETO JA, SILVA MAM & FIGUEIREDO Jr AG. 1996. Sísmica de alta frequência e o padrão de distribuição de sedimentos na Enseada de Jurujuba (Baía de Guanabara) - RJ/Brasil. *Revista Brasileira de Geofísica*, 14(1): 51-58.
- Baptist, M., 2005. Modelling floodplain biogeomorphology Ph.D. thesis, Delft University of Technology.
- Baptist MJ, Babovic V, Rodríguez Uthurburu J, Keijzer M, Uittenbogaard RE, Mynett A, Verwey A., 2007. On inducing equations for vegetation resistance. *Journal of Hydraulic Research* 45(4): 435-450.
- Barbosa, G.F., 2010. Estrutura e análise espaço temporal da vegetação do manguezal do Pina, Recife-PE: subsídios para manejo, monitoramento e conservação. Tese Mestrado, Universidade Federal de Pernambuco, Brasil.



**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações  
Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

- BLASCO, F.; GAUQUELIN, T.; RASOLOFOHARINORO, M.; DENIS, J.; AIZPURU, M.; CALDAIROU V. 1998. Recent advances in mangrove studies using remote sensing data *Marine Freshwater Research*, v. 49, p. 287–96.
- Carrière L, Lyard F, Cancet M, Guillot A, Roblou L. (2012), FES2012: A new global tidal model taking advantage of nearly 20-years of altimetry. In: *Proceedings of the 20 Years of Progress in Radar Altimetry Symposium*, Venice, Italy.
- DAMUTH JR. 1975. Echo-character of the western Equatorial Atlantic floor and its relationship to the disposal and distribution of terrigenous sediments. *Marine Geology*, 18: 17-45.
- DAMUTH JR. 1980. Use of high-frequency (3.5 - 12 kHz) echograms in the study of near-bottom sedimentation processes in the deep-sea: a review. *Marine Geology*, 38: 51-75.
- DAMUTH JR & HAYES DE. 1977. Echo-character of the east Brazilian continental margin and its relationship to sedimentary processes. *Marine Geology*, 24: 73-95.
- Dee DP, Uppala SM, Simmons AJ, Berrisford P, Poli P, Kobayashi S, Andrae U, Balmaseda MA, Balsamo G, Bauer P, Bechtold P, Beljaars ACM, van de Berg L, Bidlot J, Bormann N, Delsol C, Dragani R, Fuentes M, Geer AJ, Haimberger L, Healy SB, Hersbach H, Holm EV, Isaksen I, Kallberg P, Kohler M, Matricardi M, McNally AP, Monge-Sanz BM, Morcrette JJ, Park BK, Peubey C, de Rosnay P, Tavolato C, Thepaut JN, Vitart F (2011), The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system. *Q J R Meteorol Soc* 137(656):553–597.
- Demori, J., 2008. Análise histórica da contaminação por metais pesados na Baía da Babitonga - SC. Dissertação de Mestrado, Univali.
- Díez, R., García-Gil, S., Duran, R., Vilas, F.. Gas accumulations and their association with particle size distribution patterns in the Ría de Arousa seabed (Galicia, NW Spain): an application of the discriminant analysis. *Geo-Marine Letters*, 2007. 89-102.
- DINGEMANS, M. W., 1997. Water Wave Propagation over Uneven Bottoms, Vol. 1 and 2. Advanced Series on Ocean Engineering, v. 13. World Scientific, London.
- DOWDESWELL JA, KENYON NH & LABERG JJ. 1997. The glacier – influenced Scoresby Sund Fan, East Greenland continental margin: evidence from GLORIA and 3.5 kHz records. *Marine Geology*, 143: 207-221.
- DOBROCHINSKI, J. P. H., 2009. Redução e esquematização do clima de ondas para modelagem morfológica. 2009. 108f. Monografia (Bacharel em Oceanografia). Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí.
- EMBLEY RW. 1976. New evidence for occurrence of debris flow deposits in the deep sea. *Geology*, 4: 371-374.
- FLOOD RD. 1980. Deep sea sedimentary morphology: modelling and interpretation of echo-sounding profiles. *Marine Geology*, 38: 77-92.
- FLORENZANO, T. G., 2002. Imagens de Satélite para Estudos Ambientais. São Paulo: Oficina de Textos. 97pp.
- FORSTNER, U. & WITTMANN, M. 1981. Metal Pollution in the Aquatic Environment. Springer-Verlag, Berlin, BB. 486p.
- GIPME/UNESCO. 1999. Guidance on Assessment of Sediments Quality. Technical Reports. 23p.
- GARCIA-GIL, S.; VILAS, F.; GARCÍA-GARCÍA, A. Shallow gas features in incised-valley fills (Ría de Vigo, NW Spain): a case study. *Cont. Shelf Res.*, v. 22, n. 16, p. 2303-2315, 2002.
- GREEN, E. P.; CLARK, C. D.; MUMBY, P. J.; EDWARDS, A. J.; ELLIS, A. C., 1998. Remote sensing techniques for mangrove mapping. *International Journal of Remote Sensing*, v. 5, p. 935–956.
- Hinkel, J., D. Lincke, A. T. Vafeidis, M. Perrette, R. J. Nicholls, R. S. J. Tol, B. Marzeion, X. Fettweis, C. Ionescu, and A. Levermann (2014), Coastal flood damage and adaptation costs under 21st century sea-level rise, *Proc. Natl. Acad. Sci. U. S. A.*, 111(9), 3292–3297, doi:10.1073/pnas.1222469111.
- HOLLISTER CD & HEEZEN BC. 1972. Geologic effects of ocean bottom currents: western North Atlantic. In: A.L. Gordon (Editor), *Studies in Physical Oceanography*. Gordon and Breach, London, 37-66 pp.
- HONG E & CHEN IS. 2000. Echo character and sedimentary processes along a rifting continental margin, northeast of Taiwan. *Continental Shelf Research*. 20: 599-617.
- JACOBI RD & HAYES DE. 1992. Northwest African Continental rise: effects of near-bottom processes inferred from high-resolution seismic data. In: Poag C.W. & de Graciansky P.C. (eds), *Geologic Evolution of Atlantic Continental Rises*. Reinhold, New York, pp. 293-326.
- Kilca, R.V., Alberti, L.F., Souza, A.M., Wolf, L., 2011. Estrutura de uma floresta de mangue na Baía da Babitonga, São Francisco do Sul, SC. *Ciência e Natura*, UFSM 33 (2), pp. 57-72.
- Klein, A.H.F., Demarco, L.F.W., Guesser, V., Flemming, G.R., Bonetti, J., Porpillo, D., Neto, A.A., Souza, J.A.G., Felix, A., 2016. Shallow gas seismic structures: forms and distribution on Santa Catarina Island, Southern Brazil. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(4):325-338;2016.
- LACERDA, L.D. 1983. Aplicação de metodologia de abordagem pelos parâmetros críticos no estudo da poluição por metais pesados na Baía de Sepetiba, RJ. Tese de Livre Docência. Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, RJ. 136p.

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações  
Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

- LEE SH, CHOUGH SK, BACK GG & KIM YB. 2002. Chirp (2-7kHz) echo characters of the South Korea Plateau, East Sea: styles of mass movement and sediment gravity flow. *Marine Geology*. 3042: 1-21.
- LEE, G. H.; KIM, D. C.; KIM, H. J.; JOU, H. T.; LEE, Y. J. Shallow gas in the central part of the Korea Strait shelf mud off the southeastern coast of Korea. *Cont. Shelf Res.*, v. 25, n. 16, p. 2036-2052, 2005.
- LESSER, G.R.; ROELVINK, J.A.; van KESTER, J.A.T.M.; STELLING, G.S., 2004. Development and validation of a three-dimensional morphological model. *Coastal Engineering* vol. 51(8-9), p. 883-915 .October.
- LESSER, G.R., 2009. An approach to medium-term coastal morphological modelling. PhD thesis, UNESCO-IHE & Delft Technical University, Delft. CRC Press/Balkema. ISBN 978-0-415-55668-2.
- LOWRIE W. (2006). *Fundamentals of geophysics*. 17ª Ed. United Kingdom. Cambridge University Press. 354p.
- LYZENGA, D. R., 1978. Passive Remote Sensing Techniques for Mapping Water Depth and Bottom Features. *Applied Optics*, Vol. 17, 3, p. 379-383.
- Lyzenga, D.R., 1985. Shallow-water bathymetry using combined LiDAR and passive multispectral scanner data. *International Journal of Remote Sensing*, 6, 115–125.
- Mazumdar, A., Peketi, A., Dewangan, P., Badesab, F., Ramprasad, T., Ramana, M.V.. Shallow gas charged sediments off the Indian west coast: Genesis and distribution. *Marine Geology*, 2009. 267:71-85.
- MEI, C. 1983. *The applied dynamics of ocean surface waves*. Ed.Wiley, New York.
- MMA/IBAMA (Ministério do Meio Ambiente/Instituto Brasileiro de Meio Ambiente), 2007. Reserva de fauna Baía da Babitonga. Brasília: CEPISUL/DIFAP/DIREC, 25p. Disponível em: [http:// www.ibama.gov.br/rppn/download.php? id\\_download=66](http://www.ibama.gov.br/rppn/download.php?id_download=66). Acesso em: 3 mai. 2008.
- NORDMAN, M. E.; WOOD, L.; MICHALEK.; J. L.; CHRISTY, J. J., 1990. Water depth extraction from Landsat- 5 imagery. *Proceedings of the Twenty-third International Symposium on Remote Sensing of Environment*, p. 1129-1139.
- OZESMI, S. L., 2002. BAUER, M.E. Satellite remote sensing of wetlands. *Wetlands Ecology and Management*, v.10, p. 381–402.
- Pacheco, A., Horta, J., Loureiro, C., Ferreira, O., 2014. Retrieval of nearshore bathymetry from Landsat 8 images: A tool for coastal monitoring in shallow waters. *Remote sensing of environment*, 159, pp. 102-116.
- PHILPOT, W. D., 1989. Bathymetric Mapping with Passive Multispectral Imagery. *Applied Optics*, 28 (8). p. 1569-1578.
- PMJ, Prefeitura Municipal de Joinville. Base Cartográfica Municipal de Joinville. SIMGeo, Sistema de Informações Municipais Georreferenciadas, Joinville, 2010. Disponível em: . Acesso em: 07 jan. 2016.
- PONZONI, F. J. E; SHIMABUKURO Y. E., 2010. Sensoriamento Remoto no Estudo da Vegetação. São José dos Campos: Parêntese.
- QUARESMA VS, DIAS GTM & BAPTISTA NETO JA. 2000. Caracterização da ocorrência de padrões de sonar de varredura lateral e sísmica de alta frequência (3,5 e 7,0 kHz) na porção sul da Baía de Guanabara - RJ. *Revista Brasileira de Geofísica*, Rio de Janeiro, 18(2): 201-214.
- REDDY DR & RAO TS. 1997. Echo characters of the continental margin, western Bay of Bengal, India. *Marine Geology*, 140: 201-217.
- RIZZI, R., 2004. Geotecnologias em um sistema de estimativa da produção de soja: estudo de caso no Rio Grande do Sul. Tese de Doutorado do Curso de Pós-Graduação em Sensoriamento Remoto, INPE, São José dos Campos, 212 p..
- Roelvink, J.A., and Van Banning, G.K.F.M., 1995. Design and development of DELFT3D and application to coastal morphodynamics. *Oceanographic Literature Review*, v. 42, 11, 925.
- ROUSE J. W.; HAAS R. H.; SCHELL J. A.; DEERING D. W. 2006. Monitoring vegetation systems in the great plains with ERTS. In: *EARTH RESOURCES TECHNOLOGY SATELLITE 1 SYMPOSIUM*, 3, 1973. Washington: Sec A,1973, v. 1, p. 309-317.
- NOERNBERG, M. A.; LAUTERT, L. F. C.; ARAÚJO, A. D.; MARONE, E.; ANGELOTTI, R.; NETTO JR, J. P. B.; KRUG, L. A. Remote sensing and GIS integration for modelling the Paranaguá Estuarine Complex –Brazil. *Journal of Coastal Research*, v. 39, p. 1627-1631.
- SMITH, J.N. 2001. Why should we believe 210 Pb sediment geochronologies? *Journal of Environmental Radioactivity*, 55: 121-123, [http://dx.doi.org/10.1016/S0265-931X\(00\)00152-1](http://dx.doi.org/10.1016/S0265-931X(00)00152-1)
- Spalding M, McIvor A, Tonneijck FH, Tol S and van Eijk P (2014) Mangroves for coastal defence. Guidelines for coastal managers & policy makers. Published by Wetlands International and The Nature Conservancy. 42 p
- TAYLOR, D. I. Nearshore shallow gas around the U.K. coast. *Continental Shelf Research*, v. 12, n. 10, p. 1135-1144, 1992.
- TEDESCO, A., 2003. Estimativa de Profundidades Utilizando Imagens de Alta Resolução Apoiadas por Dados de Levantamento Batimétrico. Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Paraná, Curitiba. 109 pp.
- TESSIER, A.; CAMPBELL, P.G.C. & BISSOM, M. 1979. Sequential Extraction Procedure for the Speciation of Particulate Heavy Metals. *Analytical Chemistry*, 51: 844-850, <http://dx.doi.org/10.1021/ac50043a017>

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações  
Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

Vieira, C.V., Horn Filho, N.O., Bonetti, C.V.D.H.C., Bonetti, J., 2008. CARACTERIZAÇÃO MORFOSEDIMENTAR E SETORIZAÇÃO DO COMPLEXO ESTUARINO DA BAÍA DA BABITONGA/SC. Boletim Paranaense de Geociências, n. 62-63, p. 85-105, 2008. Editora UFPR

ZARAGOZI S, AUFFRET GA, FAUGÉRES JC, GARLAN T, PUJOL C & CORTIJO E. 2000. Physiography and recente sediment distribution of the Celtic Deep-Sea Fan, Bay of Biscay. Marine Geology. 169: 207-237.

Wilkens, R.H., Richardson, M.D.. The influence of gas bubbles on sediment acoustic properties: in situ, laboratory, and theoretical results from Eckernförde Bay, Baltic sea. Continental Shelf Research, 1998. 18:1859-1892.

WHITHAM, G., 1974. Linear and nonlinear waves. Wiley, New York.

WL|Delft Hydraulics, 2014. Delft3D-WAVE. Simulation of short-crested waves with SWAN. User Manual. WL|Delft Hydraulics.

Yamamoto, S., Alcauskas, J.B., Crozier, T.E.. Solubility of methane in distilled water and seawater. Journal of Chemical and Engineering Data, 1976. 21:78-80.

**d) Principais resultados e contribuições científicas e/ou tecnológicas esperados da proposta:**

- Desenvolvimento de novas linhas de pesquisa aplicada a monitorização, previsão e mitigação de impactos da subida do nível médio do mar em zonas costeiras.
- Desenvolvimento de novas séries temporais (para o período 1973 – 2017) de dados eco-morfodinâmicos (área de manguezal e batimetria) na baía da Babitonga, fundamentais para uma gestão eficiente deste ecossistema.
- Caracterização da composição e estrutura sedimentar da baía da Babitonga, incluindo a identificação da presença de gás raso e contaminação antrópica dos sedimentos.
- Desenvolvimento, calibração e validação de um modelo numérico para previsão da hidrodinâmica, transporte sedimentar e evolução morfológica da baía da Babitonga.
- Desenvolvimento de uma nova linha de pesquisa que tem como objetivo o uso de manguezais como proteção natural de zonas estuarinas face a subida do nível médio do mar.
- Desenvolvimento de uma nova ferramenta de processamento, análise e visualização de dados geospaciais utilizando tecnologia Google Earth Engine.
- Potenciar o desenvolvimento de projetos paralelos e multidisciplinares que visem melhorar o conhecimento sobre o ecossistema da Babitonga e uma gestão adequada do seu uso.
- Potenciar a interação com entidades não-acadêmicas locais que possam usufruir do conhecimento desenvolvido pelo projeto e vice-versa.
- Potenciar a colaboração com investigadores e instituições internacionais que tragam conhecimento e desenvolvimento tecnológico para o projeto e temática científica no Brasil.
- Aumentar o número e do impacto das publicações derivadas das linhas de pesquisa desenvolvidas pelo projeto.

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

**e)** Identificação de todos os membros da equipe do projeto, com suas respectivas funções. Dentre estes, deverá(ão) ser indicado(s) o(s) profissional(is) da área de divulgação científica no projeto:

Nome	CPF	Instituição / UF	ID Lattes*	Função	Dedicação (horas/mês)
Antonio Henrique da Fontoura Klein	696210710-20	Universidade Federal de Santa Catarina / SC	2354029280846247	Coordenação do projeto; responsável pela Meta 1 e 2.1.	8
Michel Michaelovitch de Mahiques	074886778-38	Universidade de São paulo - SP	5969636750048659	Responsável pela Meta 2.2.	8
Antonio Fernando Härter Fetter Filho	432.266.980-87	Universidade Federal de Santa Catarina / SC	3964838319654009	Responsável pela Meta 3	8
Rudimar Luís Scaranto Dazzi	611.668.209-04	Universidade do Vale do Itajaí / UNIVALI	9340343036686762	Responsável pela Meta 4 e divulgação científica	8
Luís Pedro Melo de Almeida	Passaporte N840584	Universidade Federal de Santa Catarina / SC	4892957787322492	Bolsita DTI A, participação das metas 3 e 4	40
Guilherme Vieira da Silva	050.737.979-90	Griffith University	3598811263534826	Participação na Meta 3	2
Christopher Hein	528896015	Virginia Institute of Marine Science	Sem	Participar na Meta 2	2

**f)** Estratégia de integração da equipe do projeto e das parcerias para a realização da pesquisa, abrangendo, sempre que possível, integração com outros centros de pesquisa na área:

**Eco-morfodinâmica espacial e ferramenta SIG**

O Laboratório de Oceanografia Costeira (LOC) da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC – representado pelo Prof. Antonio Klein) juntamente com o Laboratório de Inteligência (LIA) da Universidade do Vale de Itajaí (UNIVALI – representado pelo Prof. Rudimar Dazzi) e em colaboração do Dr. Luís Pedro Almeida (Bolsista DTI A) irão trabalhar no desenvolvimento de algoritmos de processamento e obtenção de informação eco-morfodinâmica usando imagens de satélite. Esta colaboração irá também desenvolver uma ferramenta de análise e visualização de dados geospaciais usando a plataforma Google Earth Engine. Este consórcio tem já dado início a esta linha de pesquisa que com este projeto será continuada. Neste consórcio são congregadas especialidades de pesquisa distintas, como o estudo da morfodinâmica costeira (LOC/UFSC), processamento e análise de imagem de satélite (CNES) e desenvolvimento de algoritmos avançados de processamento de dados (LIA/UNIVALI). É esperado que com a consolidação desta colaboração importantes contribuições na aplicação

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações  
Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

de técnicas avançadas de processamento de dados de satélite para o estudo de processos eco-morfodinâmicos sejam desenvolvidos. Uma bolsa DTI-A será atribuída ao LOC/UFSC e DTI-C ao LIA/UNIVALI, sendo estes bolsistas incluídos na atividades acima referidas.

**Geofísica marinha e coleta de testemunhos sedimentares**

O LOC/UFSC (representado pelo Prof. Antonio Klein) e o Laboratório de Geologia de Margens Continentais do Instituto Oceanográfico Universidade de São Paulo (IOUSP – representado pelo Prof. Michel Mahiques) irão trabalhar conjuntamente na obtenção de dados geofísicos e sedimentares na baía da Babitonga. Ambos os laboratórios possuem larga experiência, logística e equipamento adequado para desenvolver todas as atividades propostas nesta temática. Um investigador da Virginia Institute of Marine Science (Prof. Christopher Hein), especialista em mudanças climáticas e processos de sedimentação costeira de longo-termo, irá em colaboração com LOC/USP e IOUSP desenvolver pesquisa em paralelo e potencializar a utilização dos dados coletados em publicações científicas de elevado impacto.

**Modelação numérica de processos estuarinos**

O Prof. Antonio Fetter irá desenvolver no decurso do projeto um modelo numérico para simulação de processos hidrodinâmicos e sedimentares para a baía da Babitonga. O modelo utilizado no projeto será o Delft3D e a colaboração com um investigador da UNESCO-IHE (Holanda), e irá conferir ao projeto uma mais valia importante. Sua vinda e participação no projeto incluirá o apoio na implementação do modelo e possível desenvolvimento. Um investigador da Griffith University (Dr. Guilherme Vieira da Silva) será também incluído neste consórcio dado a sua grande experiência no uso do modelo Delft3D em zonas costeiras. Seu contributo será em especial na calibração e validação do modelo de transporte sedimentar (módulo SED, Delft3D) incluindo o seu apoio nas atividades de campo. Uma bolsa IC será atribuída ao LOC/UFSC para apoiar na implementação do modelo e desenvolver simulações de longo-termo a que o projeto se propõe.

**Nota : Pesquisadores estrangeiro do UNESCO-IHE será convidado em caso de aprovação da proposta. Desenvolvedor do Delft e X Beach.**

**g) Público(s) beneficiário(s) da ação de pesquisa:**

- ☒ (X) Pesquisadores
- ☒ (X) Estudantes (graduação e pós-graduação)
- ☒ (X) Educadores
- ☒ (X) Técnicos
- ☒ (X) Comunidades locais
- ☒ (X) Formuladores de políticas públicas
- ☐ (\_\_\_) Outros – Especifique:



**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

**h)** Orçamento, contendo os itens de custeio, detalhado e justificado, incluindo previsão de recursos (diárias e passagens) para a participação em três reuniões de acompanhamento e avaliação, com duração de dois dias, a serem realizadas em Brasília:

*Nota : Todas as atividades propostas no projeto serão executadas se o orçamento for aprovado na íntegra. Em caso de cortes, os objetivos serão redimensionados em função na mesma % dos cortes executados.*

Item de custeio (descrição)	Unidade	Quantidade	Preço Unitário (R\$)	Preço Total (R\$)	Justificativa
<b>PASSAGEM</b>					
Florianópolis-Brasília-Florianópolis	unidade	3	1000,00	3.000,00	Reunião Comitê Acompanhamento e Avaliação (3 datas)
Trecho (vários, no país)	unidade	3	1.000,00	3.000,00	Deslocamento pesquisadores p/ eventos, divulgação e difusão de resultados em conferências
Trecho (estrangeiro-Florianópolis)	unidade	3	5.000,00	15.000,00	Vinda de pesquisadores estrangeiros para colaboração no projeto (Possíveis nomes Dano Roelvink, Christian Hein e Guilherme Vieira da Silva)
São Paulo – Babitonga – São Paulo	unidade	1	1.000,00	1.000,00	Deslocamento pesquisador da USP para coleta de testemunhos sedimentares na Baía da Babitonga
			<b>Sub-total</b>	<b>22.000,00</b>	
<b>DIÁRIAS</b>					
Diárias	dia/pessoa	9	320,00	2.880,00	Reunião Comitê Acompanhamento e Avaliação (3 datas, 3 dias)
Diárias	dia/pessoa	18	320,00	5.760,00	Divulgação e difusão de resultados em conferências nacionais (alimentação, estadia e deslocamento para 6 viagens de 3 dias)
Diárias	dia/pessoa	15	320,00	4.800,00	Estadia de investigadores internacionais (alimentação, estadia e deslocamento para 3 pessoas durante 5 dias)
Diárias	dia/pessoa	30	320,00	9.600,00	Trabalho de campo – obtenção de medições topográficas nas margens do Babitonga – validação e calibração de imagem

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

					satélite Pleiades (alimentação, estadia e deslocamento para 3 pessoas durante 10 dias de saída)
			<b>Sub-total</b>	<b>23.040,00</b>	
<b>SERVIÇOS DE TERCEIROS</b>					
Levantamento de campo (sonografia, classificador de sedimento, geofísica, ADCP) BOOMER	dia	16	10.000,00	160.000,00	16 saídas de campo com barqueiro habilitado para batimetria, e coleta de testemunhos sedimentares. Gastos incluem alimentação, combustível e aluguer de carro para transporte.
Manutenção Equipamentos	unidade	-	-	5.000,00	equipamentos de campo, laboratório.
Correios	unidade	1	10.000,00	10.000,00	Transporte de amostras
Processamento de testemunhos	unidade	10	1000,00	10.000,00	Processamento dos testemunhos carbono, nitrogênio e isótopos, metais pesados e hidrocarbonetos
			<b>Sub-total</b>	<b>185.000,00</b>	
<b>MATERIAL DE CONSUMO</b>					
Material Bibliográfico	vários	-	-	2.000,00	Compra de artigos científicos e/ou livros
Testemunhos	vários	-	-	1.000,00	Tubo de alumínio para testemunhos sedimentares
Materiais de apoio a atividades de campo	vários	-	-	2.000,00	Cabos, ferramentas, fita adesiva, lanterna, baterias, etc.
Material para instalação dos marégrafos	vários	-	-	5.000,00	Cabos de aço, correntes, poitas, boia sinalizadora e âncoras.
			<b>Sub-total</b>	<b>10.000,00</b>	
<b>CAPITAL</b>					
Computador desktop	unidade	2	7.000,00	14.000,00	Para processamento de imagem satélite e modelação numérica
Marégrafo	unidade	2	4.000,00	8.000,00	Sensor para medição da propagação da maré na Baía da Babitonga
			<b>Sub-total</b>	<b>22.000,00</b>	
<b>BOLSAS Possíveis Até 30% do total pedido</b>					
DTI-A	Mês	24	4.000,00	96.000,00	Auxílio Pesquisa
DTI-C	Mês	24	1.100,00	26.400,00	Auxílio Pesquisa
IC	Mês	24	400,00	9.600,00	Auxílio Pesquisa
			<b>Sub-total</b>	<b>132.000,00</b>	
<b>TOTAL GERAL</b>				<b>394.040,00</b>	

\*Inserir linhas caso necessário

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

i) Cronograma das atividades a serem desenvolvidas, considerando-se a vigência do projeto de pesquisa:

Atividades	Ano/trimestre											
	2018				2019				2020			
	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º	1º	2º	3º	4º
<b>Meta 1: Evolução eco-morfodinâmica da baía da Babitonga</b>												
1.1. Estimar evolução batimétrica da baía da Babitonga com imagens de satélite	X	X	X	X								
1.2. Evolução de áreas de manguezal através de imagens de satélite	X	X	X	X								
1.3. Evolução intra e interanual da área de manguezal e batimetria da Babitonga	X	X	X	X								
<b>Meta 2: Estrutura e composição sedimentar da baía da Babitonga</b>												
2.1 Caracterizar a estrutura sedimentar e identificar a presença de gás raso com sísmica de subsuperfície				X	X	X	X	X				
2.2 Determinar a taxa de sedimentação e contaminação dos sedimentos da Babitonga				X	X	X	X	X				
<b>Meta 3: Impacto da subida do nível médio do mar na baía da Babitonga e medidas de mitigação</b>												
3.1. Modelo hidrodinâmico e sedimentar da baía da Babitonga			X	X	X	X	X	X				
3.2. Impacto da subida do nível médio do mar no ecossistema da Babitonga			X	X	X	X	X	X				
3.1. Medidas de mitigação com manguezais					X	X	X	X				
<b>Meta 4. Visualização e análise de dados geoespaciais via Google Earth Engine</b>												
4.1. Desenvolver uma ferramenta de visualização e análise de dados geospaciais, utilizando a tecnologia google earth engine.									X	X	X	X
Conferências e divulgação científica				X				X			X	X

*\*Inserir linhas caso necessário*

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações  
Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

j) Disponibilidade efetiva de infraestrutura e de apoio técnico para o desenvolvimento do projeto:

**UFSC:** A Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC) apresentada um conjunto de laboratórios e equipes de docentes, técnicos e pesquisadores lotados em diferentes departamentos que atuam nas áreas de Geografia e Oceanografia. Deste modo o Programa de Pós-Graduação em Geografia e Oceanografia usufruem desta infraestrutura, no sentido de consolidar e desenvolver uma rede institucional que possa fomentar e subsidiar estudos e pesquisas voltadas à compreensão dos fenômenos oceanográficos, ambientais e climáticos. O laboratório que servirá de apoio às atividades do projeto:

- O Laboratório de Oceanografia Costeira (LOC), que pertence ao Departamento de Geociências e tem como objetivo desenvolver pesquisas oceanográficas e sedimentológicas, com ênfase nos sistemas costeiros/abrigados (estuários, lagoas, baías e enseadas, praias e plataforma continental interna). Encontra-se localizado na Estação de Maricultura da Barra da Lagoa em Florianópolis e os integrantes têm atuado no curso de graduação e Pós-Graduação em Oceanografia e nos programas de Pós-Graduação em Geografia da UFSC. O laboratório encontra-se equipado para a realização de pesquisas, diagnósticos e monitoramentos costeiros e marinhos nas temáticas de geomorfologia costeira e submarina, sedimentologia, geoacústica marinha e hidrografia, hidroquímica, circulação costeira e Indicadores biossedimentológicos (foraminíferos e tecamebas), e Análise de riscos costeiros e marinhos. Para o desenvolvimento dessas investigações tem priorizado o emprego de técnicas de processamento digital de dados espaciais do meio marinho através da utilização de softwares de integração estatística multivariada e tratamento de bases de dados georreferenciadas (Sensoriamento Remoto e SIG), bem como modelagem numérica de processos costeiros. Sua infraestrutura foi obtida a partir de projetos de pesquisa financiados pela Canadian International Cooperation Agency (CIDA), Fundo Nacional para o Meio Ambiente, PETROBRÁS, CNPq (Instituto do Milênio), MCT (CT-Hidro), FINEP, FAPESC, CAPES (Ciências do Mar), MMA, Fundo Clima, entre outras agências de fomento. Participa ativamente de quatro – Institutos Nacionais do CNPQ.

**UNIVALI:** O Laboratório de Inteligência Aplicada do Centro de Ciências Tecnológicas da Terra e do Mar da UNIVALI, atua com pesquisa e desenvolvimento de soluções baseadas em Inteligência Artificial (com aplicações em Saúde, Educação, Meio Ambiente e jogos) e Otimização em redes complexas, buscando soluções de problemas não triviais, onde não existe solução computacional ou a solução não atende requisitos de tempo e/ou espaço (estes métodos geralmente são algoritmos, heurísticas, ou técnicas de Inteligência Artificial).

Em 2016/2017, realizamos contribuições internacionais de relevância (European Journal of Operational Research - qualis A1, IEEE Congress on Evolutionary Computation - qualis A2, Genetic and Evolutionary Computation Conference Companion - qualis A2, e International Conference on Neural Information Processing - qualis B1).

**USP:** O Laboratório de Geologia de Margens Continentais do Instituto Oceanográfico dedica-se à pesquisa dos processos oceanográfico-geológicos, desde a linha de costa até o talude continental, utilizando uma abordagem mista, que envolve dados geofísicos (acústicos) e sedimentológicos e geoquímicos. Neste sentido, o Laboratório dispõe de instrumental analítico próprio e compartilhado com outros laboratórios do IOUSP (sedimentômetro laser,



**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações  
Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**

espectrômetro de massa para isótopos estáveis), e dispõe de ferramentas acústicas (sonar de varredura lateral, perfilagem sísmica contínua).

**k)** Estimativa dos recursos financeiros de outras fontes aportados por eventuais agentes públicos e privados parceiros:

Haverá *input* na meta de modelagem numérica a partir do projeto BESM ROAD financiado pela CAPES Edital de Modelagem Terrestre. Uma bolsa de mestrado 24 meses.

**l)** estratégia de divulgação científica\* descrevendo claramente os objetivos relacionados à divulgação e a difusão dos conhecimentos e tecnologias desenvolvidas constando, inclusive, as formas pelas quais isso será realizado. (\*Entendida como um conjunto de ações para a democratização do conhecimento junto à sociedade, desde o início da pesquisa).

Será estabelecido uma plataforma (Portal) para a internet, via Google Sites, onde todas as informações e atualizações do projeto estarão disponíveis. Resultados ou acontecimentos relevantes serão comunicados para a Agência de Comunicação da UFSC e para os mídia (incluindo jornais e TV) do estado de Santa Catarina.

Será criada uma conta no twitter e Facebook onde serão postadas todas as atualizações do projeto. Estas atualizações serão enviadas também para os sites dos programas de graduação e pós-graduação da UFSC, UNIVALI e USP de modo a informar alunos, professores e pesquisadores.

Será feita divulgação dos resultados e trabalhos em reuniões do grupo Babitonga Ativa (organização que desenvolve estudos socio-ambientais na região da Babitonga e que reúne com vários atores importantes deste ecossistema nas suas reuniões).

Serão desenvolvidos cursos e workshops sobre o uso de imagens satélite para obtenção de informação eco-morfodinâmica em ambientes estuarinos. Serão também administrados workshops para a demonstração e distribuição da ferramenta SIG que será desenvolvida no projeto.

A divulgação dos resultados finais do projeto será efetuada em palestras e seminários universitários em várias universidades do País e em congressos internacionais.

**Chamada MCTIC/CNPq - Nº 21/2017 – Pesquisa e Desenvolvimento em Ações  
Integradas e Sustentáveis nas Baías do Brasil**

**ANEXO I - MODELO ESTRUTURADO**



SERVIÇO PÚBLICO FEDERAL  
MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE - MMA  
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE – ICMBio  
Centro Nacional de Pesquisa e Conservação da Biodiversidade Marinha do  
Sudeste e Sul/CEPSUL


**DECLARAÇÃO DE APOIO AO PROJETO**

Venho por este meio declarar ao Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPQ) nosso apoio ao desenvolvimento do projeto **"Subida do nível do mar e a Baía da Babitonga: uma abordagem eco-morfodinâmica para prever e mitigar impactos"**.

A proposta vem de encontro à necessidade estratégica do Ministério do Meio Ambiente (MMA) que definiu a baía da Babitonga como uma área *"Prioritárias para a Conservação, Utilização Sustentável e Repartição de Benefícios da Biodiversidade Brasileira"* (Portaria Nº 9 de 2007). A baía da Babitonga tem incidência e/ou menção direta em diversos Planos de Ação Nacionais-PAN como o *PAN-Toninhas*, *PAN-Pequenos Cetáceos*, *PAN-Corais*, *PAN-Elasmobrânquios* ou *PAN-Manguezal*, pelo que o entendimento do passado, presente e futuro da condição física e ecológica deste ecossistema é de grande relevância estratégica.

A previsão dos impactos que mudanças climáticas vão trazer para ecossistemas costeiros como a baía da Babitonga, são indicadores fundamentais para a tomada de medidas decisórias que visem a conservação destas unidades e suas comunidades. A recente recomendação do Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (pertencente ao MMA) que identificou a baía da Babitonga como primeiro caso de estudo nacional demonstrativo sobre o "Planejamento Espacial Marinho" vem inalterar a importância deste projeto, e por esse motivo acreditamos na sua importante contribuição.

Itajaí, 02 de Outubro de 2017.



Roberta Aguiar dos Santos  
Analista Ambiental/ICMBio  
Coordenadora do CEPSUL  
Roberta Aguiar dos Santos  
Coordenadora CEPSUL  
Port. ICMBio 455/13