

## ILHAS DA BAÍA BABITONGA, SANTA CATARINA, BRASIL: CARACTERIZAÇÃO GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA E DO USO E COBERTURA DO SOLO

**Celso Voos Vieira<sup>1</sup>**

Universidade da Região de Joinville (UNIVILLE)  
Joinville, SC, Brasil



**Ricardo Ribeiro Haponiuk<sup>2</sup>**

Universidade do Vale do Itajaí (UNIVALI)  
Itajaí, SC, Brasil



**Norberto Olmiro Horn Filho<sup>3</sup>**

Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC)  
Florianópolis, SC, Brasil



Enviado em 22 set. 2022 | Aceito em 27 nov. 2023

**Resumo:** A baía Babitonga é o maior estuário do Estado de Santa Catarina, reconhecido tanto por sua importância ecológica quanto por seus aspectos históricos e socioeconômicos. A baía Babitonga e o sistema insular foram alvos de inúmeros impactos advindos da antropização dos ambientes costeiros adjacentes. O presente estudo tem como objetivo realizar a caracterização geológica, geomorfológica e do uso e cobertura do solo com uma proposta de setorização das ilhas da baía Babitonga com o intuito de contribuir para o avanço do conhecimento regional e fornecer subsídios para a gestão do sistema insular da baía. Nesse sentido foi realizado o mapeamento e caracterização das ilhas por meio de fotointerpretação, expedições de campo e análise estatística multivariada. Para a análise das ilhas e de agrupamento foram selecionadas oito variáveis de aspectos morfométricos, geológicos e de uso e cobertura do solo. O presente estudo identificou e caracterizou um total de 206 ilhas na baía Babitonga, contemplando uma área de 34,47 km<sup>2</sup> e dispostas nos seguintes setores: Canal do Palmital (67 ilhas), Canal do Linguado Sul (41 ilhas), Canal do Linguado Norte (36 ilhas), Lagoa do Saguacú (32 ilhas) e Canal Central (30 ilhas). Com relação à ocorrência das ilhas nos territórios municipais, foi identificado que 65 ilhas estão inseridas no município de São Francisco do Sul, 55 em Joinville, 42 em Garuva, 30 em Araquari e 25 em Balneário Barra do Sul. É importante ressaltar que 11 ilhas possuem parte do seu território dividida entre duas municipalidades, Joinville e Araquari. Quanto ao tipo de substrato, 13,3% das ilhas possuem substrato rochoso e 86,7% substrato sedimentar. A vegetação predominante é típica de espécies do ecossistema manguezal com 45,54% da área das ilhas, seguido de vegetação do ecossistema restinga e de terras baixas com 39,79% da área das ilhas. Considerando as similaridades de atributos morfométricos, geológicos e de uso e cobertura do solo foi possível agrupar as ilhas em cinco grupos, com ocorrências geográficas distintas ao longo da baía Babitonga.

Palavras-chave: Manguezal, restinga, insular, setorização.

### BABITONGA BAY ISLANDS, SANTA CATARINA, BRAZIL: GEOLOGICAL, GEOMORPHOLOGICAL, LAND USE AND LAND COVER CHARACTERIZATION

**Abstract:** Babitonga Bay is the largest estuary in the state of Santa Catarina, recognized both for its ecological importance and for its historical and socioeconomic aspects. Babitonga Bay and the insular system were target of many impacts arising from the anthropization of adjacent coastal environments. The present study aims to carry out the geological, geomorphological, land use and land cover characterization with a proposal to sectorize the islands of Babitonga Bay in order to contribute to the advancement of regional knowledge and provide subsidies for the management of the island system of the bay. In this sense, the mapping and characterization of the islands were performed through photointerpretation, field expeditions, and multivariate statistical analysis. For the analysis of the islands and grouping, eight variables of morphometric, geological and land use and cover aspects were selected. The present study identified and characterized the total of 206 islands in Babitonga Bay, covering an area of 34.47 km<sup>2</sup> and arranged in the following sectors: Palmital Channel (67 islands), Linguado Sul Channel (41 islands), Linguado Norte Channel (36 islands), Saguacú Pond (32 islands), and

1. Professor Adjunto da Universidade da Região de Joinville, Programa de Pós-Graduação Interdisciplinar em Saúde e Meio Ambiente. E-mail: celso.v@univille.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1659-1584>.
2. Oceanógrafo. Doutorando na Universidade do Vale do Itajaí, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental. E-mail: ricardo.haponiuk@edu.univali.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-4672-0420>.
3. Professor Titular da Universidade Federal de Santa Catarina, Centro de Filosofia e Ciências Humanas, Departamento de Geociências. E-mail: norberto.horn@ufsc.br. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-2173-7680>.

Central Channel (30 islands). Regarding the occurrence of islands in municipal territories, it was identified that 65 islands are located in the municipality of São Francisco do Sul, 55 in Joinville, 42 in Garuva, 30 in Araquari, and 25 in Balneário Barra do Sul. It is important to notice that 11 islands have part of their territory divided between two municipalities. As for the type of substrate, 13.3% of the islands have a rocky substrate, and 86.7% have a sedimentary substrate. The predominant vegetation is typical of species of the mangrove ecosystem, with 45.54% of the area of the islands, followed by vegetation of the restinga ecosystem and lowlands, with 39.79% of the area of the islands. Considering the similarities of morphometric, geological and land use and cover attributes, it was possible to group the islands into five groups, with distinct geographic occurrences along Babitonga Bay.

**Keywords:** Mangrove, restinga, archipelago, sectorization.

## ISLAS DE LA BAHÍA DE BABITONGA, SANTA CATARINA, BRASIL: CARACTERIZACIÓN GEOLÓGICA, GEOMORFOLÓGICA Y DE USO Y COBERTURA DEL SUELO

**Resumen:** La Bahía de Babitonga es el estuario más grande del estado de Santa Catarina, reconocido tanto por su importancia ecológica como por sus aspectos históricos y socioeconómicos. La Bahía de Babitonga y el sistema insular fueron objeto de numerosos impactos debido a la antropización de los ambientes costeros adyacentes. El presente estudio tiene como objetivo realizar la caracterización geológica, geomorfológica y de uso y cobertura del suelo con una propuesta de sectorización de las islas de la Bahía de Babitonga con el fin de contribuir al avance del conocimiento regional y otorgar subsidios para la gestión del sistema insular de la bahía. En ese sentido, el mapeo y caracterización de las islas se realizarán mediante fotointerpretación, expediciones de campo y análisis estadístico multivariante. Para el análisis de islas y agrupamientos se seleccionaron ocho variables de aspectos morfométricos, geológicos y de uso y cobertura del suelo. El presente estudio identificó y caracterizó el total de 206 islas en la Bahía de Babitonga, cubriendo un área de 34,47 km<sup>2</sup> y distribuidas en los siguientes sectores: Canal del Palmital (67 islas), Canal del Linguado Sul (41 islas), Canal del Linguado Norte (36 islas), Laguna de Saguçu (32 islas) y Canal Central (30 islas). En cuanto a la ocurrencia de islas en territorios municipales, se identificó que 65 islas están ubicadas en el municipio de São Francisco do Sul, 55 en Joinville, 42 en Garuva, 30 en Araquari y 25 en Balneário Barra do Sul. Es importante señalar que 11 islas tienen parte de su territorio dividido entre dos municipios. En cuanto al tipo de sustrato, 13,3% de las islas tienen sustrato rocoso y 86,7% sustrato sedimentario. La vegetación predominante es típica de especies del ecosistema manglar, con el 45,54% del área de las islas, seguida de la vegetación del ecosistema restinga y tierras bajas, con el 39,79%. Teniendo en cuenta las similitudes de los atributos morfométricos, geológicos y de uso de la tierra y cobertura, fue posible agrupar las islas en cinco grupos, con distintas ocurrencias geográficas, a lo largo de la Bahía de Babitonga.

**Palabras clave:** Manglar, restinga, archipiélago, sectorización.



## Introdução

As ilhas são consideradas ambientes singulares nos estudos geomorfológicos, devido à vasta gama de processos envolvidos em sua formação, bem como à ampla diversidade de habitats. Elas também registram eventos climáticos, marinhos e costeiros de relevância histórica na evolução regional e global (ROYLE, 2001).

A Baía Babitonga é reconhecida como o maior estuário do estado de Santa Catarina, destacando-se tanto por sua importância ecológica quanto por seus aspectos históricos e socioeconômicos (VIEIRA & HORN FILHO, 2017; KILCA et al., 2019). Este estuário é considerado um dos mais significativos do sul do Brasil, abrigando uma das maiores florestas de manguezais da América do Sul (DESTEFANI, 2017; KILCA et al., 2019). Além disso, está inserido no Bioma da Mata Atlântica, sendo designado como área prioritária para conservação e uso sustentável (MMA, 2007). Vale ressaltar que a Baía Babitonga é classificada como uma área importante para a conservação de aves pelo *BirdLife International* (BENCKE et al., 2006; BIRDLIFE INTERNATIONAL, 2007), servindo como local de reprodução, alimentação e crescimento de espécies protegidas, tais como os meros (*Epinephelus itajara*) (IBAMA, 2007) e espécies ameaçadas de extinção, como a tartaruga verde (*Chelonia mydas*), o boto-cinza (*Sotalia guianensis*) e a toninha (*Pontoporia blainvillei*) (MMA, 2003). Pesquisas recentes realizadas na Baía Babitonga (GROSE et al., 2019; KILCA et al., 2019; NOGUEIRA JÚNIOR & COSTA, 2019; PAITACH et al., 2019; GERHARDINGER et al., 2020) evidenciam sua notável importância ecológica em Santa Catarina e no Brasil, abrigando centenas de espécies, incluindo (i) ictiofauna com 289 espécies e 87 famílias; (ii) zooplâncton com 261 espécies, sendo 159

invertebrados e 102 larvas de peixes; (iii) avifauna com 474 espécies, representando 70% da avifauna de Santa Catarina; e (iv) mamíferos aquáticos, com 24 espécies distribuídas entre cetáceos, pinípedes e lontras. Esses estudos destacam a interdependência significativa entre os sistemas estuarinos da Babitonga e os ambientes marinhos da plataforma continental adjacente, com especial preocupação em relação às mudanças climáticas e às ações antrópicas, que podem acarretar impactos de longo prazo no ambiente.

Não obstante, a região nordeste de Santa Catarina, assim como a Baía Babitonga e o sistema insular, têm sido alvo de inúmeros impactos resultantes da antropização dos ambientes costeiros adjacentes (VIEIRA et al., 2008). Atualmente, a intensa urbanização e a ausência de saneamento básico nos municípios circunvizinhos à Baía Babitonga têm propiciado a depreciação e alteração em diferentes níveis em toda a sua extensão (MARTINS et al., 2014; RIZZI et al., 2017). Cremer (2006) ressaltava a atividade portuária como uma forte ameaça ao ambiente estuarino, além da instalação de indústrias, crescimento urbano desordenado, pesca predatória e sobrepesca. Aliado ao aumento das áreas urbanas e à falta de consciência sobre os problemas ambientais, a construção do aterro da rodovia federal (BR-280) resultou no fechamento parcial da Baía Babitonga (canal do Linguado) em 1939, interrompendo a circulação hidrodinâmica estabelecida entre a baía e o Oceano Atlântico (SILVA, 2011; VIEIRA, 2015; VIEIRA & HORN FILHO, 2017). Essas alterações causaram intensas modificações nos processos hidrodinâmicos da baía, com aumento na taxa de deposição, mudança nos canais preferenciais de circulação e aumento no número e tamanho das ilhas deposicionais (VIEIRA et al., 2008).

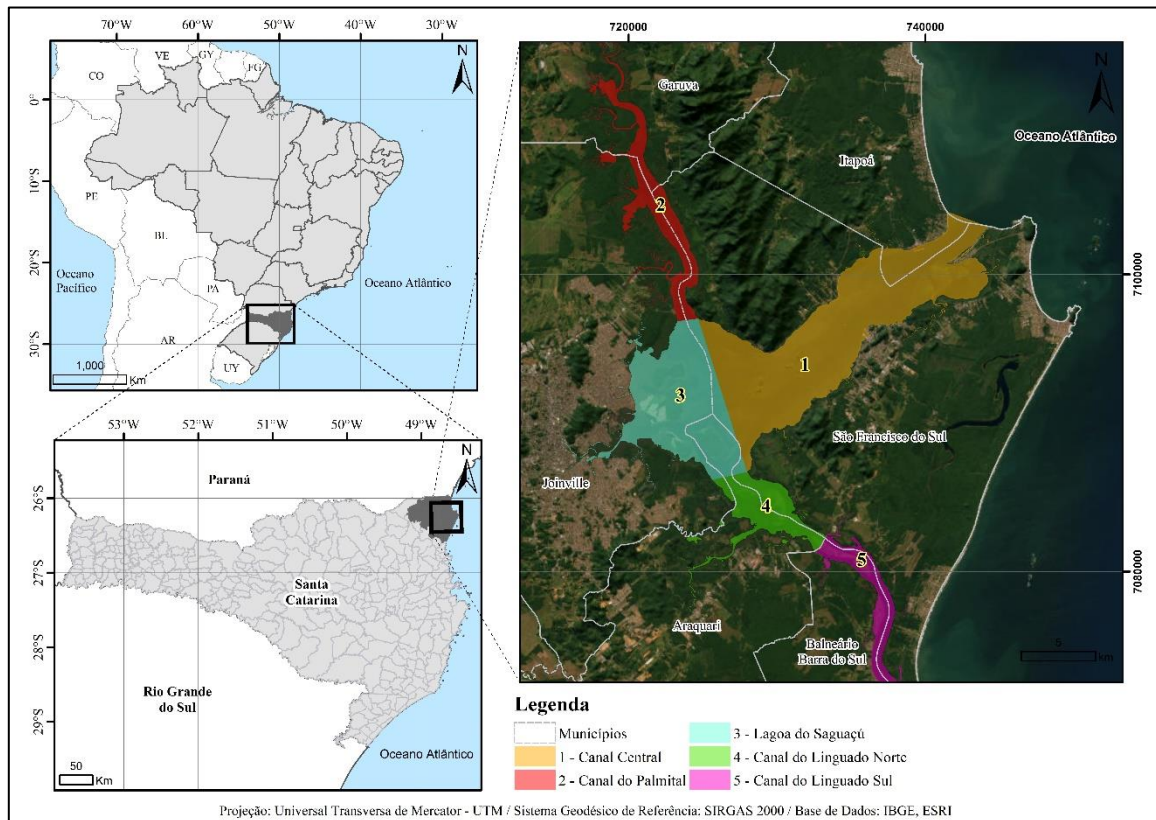
Diante do cenário de significativa importância ecológica e do histórico de pressões antrópicas, Vieira (2015) enfatiza a necessidade de pesquisas na zona marinha e costeira da Baía Babitonga, com especial atenção ao mapeamento e identificação dos agentes na formação dos ambientes costeiros, incluindo os insulares. Destaca-se também a existência de incertezas e divergências de informações acerca do número de ilhas da Baía Babitonga, evidenciando a carência de estudos e reforçando a necessidade de mapeamento e reconhecimento do sistema insular.

Nesse contexto, o presente estudo tem como objetivo realizar a caracterização geológica, geomorfológica e da ocupação do solo, propondo uma setorização das ilhas da Baía Babitonga. O intuito é contribuir para o avanço do conhecimento regional e fornecer subsídios para a gestão do sistema insular da baía.

## Materiais e métodos

**Área de estudo:** A baía Babitonga está situada na região nordeste do Estado de Santa Catarina, sul do Brasil (Figura 1) e pode ser dividida em cinco setores distintos: 1 - Canal Central, 2 – Canal do Palmital, 3 - Lagoa do Saguacú, 4 - Canal do Linguado Norte e 5 - Canal do Linguado Sul. A baía ainda compreende o território de seis municípios: Araquari, Balneário Barra do Sul, Garuva, Itapoá, Joinville e São Francisco do Sul.

Figura 1 - Localização da baía Babitonga e os setores internos da baía



Fonte: Os autores, 2022.

A baía Babitonga possui um canal principal na direção NE/SW, com aproximadamente 3,8 km de largura e profundidades de até 28 m, assim como dois eixos alongados no sentido SE/NW, mais estreitos, com largura máxima de 1,5 km e profundidade média de 4 m (VIEIRA *et al.*, 2008). A baía pode ser enquadrada como um complexo estuarino raso, onde aproximadamente 75% das feições geomorfológicas de fundo encontram-se até 5 m de profundidade (VIEIRA & HORN FILHO, 2017). As estruturas de paisagem marinha de maior ocorrência referem-se à planície rasa, crista sobre banco e canal, que representam 78,3% da baía Babitonga. Vieira & Horn Filho (2017) ainda destacaram que a região central da baía possui intenso controle estrutural com a formação de ilhas rochosas e grande variabilidade de estruturas de paisagem, inclusive com a formação de inúmeros canais. Os sedimentos de fundo da baía podem ser divididos em quatro classes: areia fina (sedimentos compostos de 100% de areia) e três classes de depósitos lamosos (lama > 75%; > 25% lama < 75%; lama < 25%) (VIEIRA *et al.*, 2008).

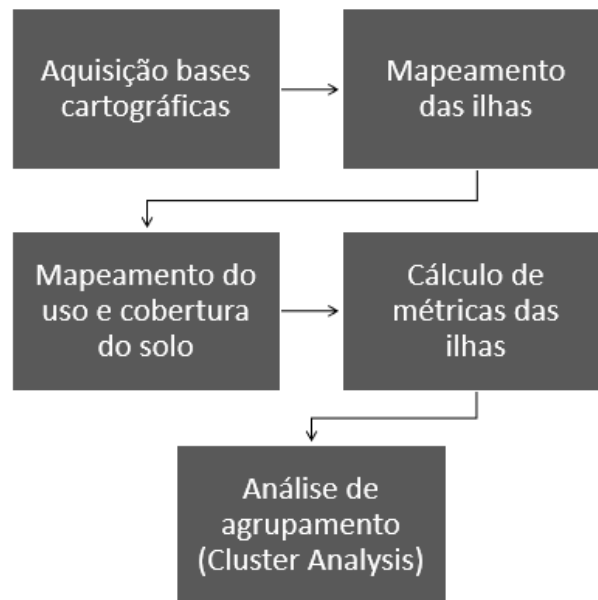
O litoral Norte do Estado de Santa Catarina encontra-se sob domínio de um regime de micromarés (amplitude < 2 m), misto com regime predominante semi-diurno com amplitude média de 0,84 m, máxima de 1,9 m e mínima de 0,2 m (TRUCCOLO & SCHETTINI, 1999; SILVA, 2011).

O clima é caracterizado como super-úmido, de acordo com a classificação de Thornthwaite e subtropical mesotérmico úmido com verão quente, segundo a classificação de Koeppen (PANDOLFO *et al.*, 2002; MELLO *et al.*, 2015, MELLO e OLIVEIRA, 2016; KOEHNTOPP *et al.*, 2021). A precipitação média anual varia de 1.900 a 2.700 mm, com temperatura média anual de 22,41°C. Com relação aos ventos, Koehntopp *et al.* (2021) relataram que, em geral, os ventos provenientes dos quadrantes sudeste e nordeste são mais frequentes na baía Babitonga, seguidos por ventos de norte e sul. Os ventos de oeste, noroeste e sudoeste não ultrapassam 6% de frequência ao longo das estações do

ano. No verão e outono, o vento predominante é de leste. Já no inverno e na primavera, os ventos de leste continuam predominando, porém com um aumento de frequência de ventos do norte.

Na Figura 2 é possível observar o fluxograma de execução do presente estudo, com destaque para as principais etapas metodológicas.

Figura 2 - Fluxograma das etapas metodológicas para o desenvolvimento do estudo



Fonte: Os autores, 2022.

**Aquisição de bases cartográficas:** A aquisição de bases cartográficas envolveu a busca por produtos em distintas escalas espaciais e temporais. Destacam-se duas principais bases cartográficas utilizadas: 1) uma restituição aerofotogramétrica em escala 1:10.000 do ano de 2012 (SDE, 2012), que abrange toda a extensão do território do estado de Santa Catarina e está disponível para download na Plataforma SIGSC<sup>4</sup>, e 2) uma base cartográfica vetorial contínua do território catarinense na escala 1:25.000, compilada pelo IBGE. Os principais conjuntos de ortofotos utilizados compreendem: 1) o mosaico de ortofotos do ano de 2012 (SDE, 2012) para todo o estado de Santa Catarina, com resolução espacial de 0,39 m, 2) o mosaico de ortofotos dos anos de 2006 e 2020 disponibilizado pela Prefeitura Municipal de São Francisco do Sul (PMSFS, 2006, 2020), 3) o mosaico de ortofotos do ano de 2010 disponibilizado pela Prefeitura de Joinville (PMJ, 2023) na plataforma SIMGeo<sup>5</sup>, com resolução espacial de 0,4 m, e 4) as imagens orbitais de alta resolução disponibilizadas pelo Google Earth entre os anos de 2003 e 2020 (GOOGLE, 2020).

Além disso, foi elaborado um banco de dados espacial por meio da utilização do Sistema de Informação Geográfica (SIG) ArcGIS© 10.8.1, devidamente licenciado em nome do primeiro autor. Todos os dados foram convertidos para a projeção Universal Transversa de Mercator (UTM), datum SIRGAS2000, meridiano central W51°. Para uma representação mais eficaz dos mapeamentos realizados, foi confeccionado um webgis com funções de consulta de atributos, mensuração, impressão e intercâmbio de mapas base, utilizando a solução ArcGIS Online. No Quadro 1, são apresentados os produtos cartográficos utilizados no âmbito do presente projeto.

<sup>4</sup> Disponível em: <http://sigsc.sc.gov.br/>

<sup>5</sup> <https://www.joinville.sc.gov.br/publicacoes/downloads-sistema-de-informacoes-municipais-georreferenciadas-simgeo/>



Quadro 1 – Produtos cartográficos utilizados no desenvolvimento do presente estudo

Produtos Cartográficos	Ano	Escala / Resolução Espacial	Fonte
Mosaico de ortofotos	2010	0,4 m	Prefeitura Municipal de Joinville - PMJ
Mosaico de ortofotos	2006	0,55 m	Prefeitura Municipal de São Francisco do Sul - PMSFS
Mosaico de ortofotos	2020	0,1 m	
Mosaico de ortofotos	2012	0,39 m	Secretaria de Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável de Santa Catarina - SDE/SC
Imagens orbitais	2003 - 2020	0,6 m a 1 m	Google Earth
Cartas topográficas	1981	1:50.000	Instituto Brasileiro de Geografia e Estatísticas - IBGE
	2020	1:25.000	
Cartas náuticas	2004	1:12.000	Marinha do Brasil
	2004	1:27.000	

**Mapeamento das ilhas, obtenção de índices morfométricos:** No que se refere ao mapeamento das ilhas na Baía Babitonga, este foi conduzido por meio de fotointerpretação utilizando mosaicos de ortofotos e imagens orbitais de alta resolução no período de 2016 a 2019. O procedimento consistiu na identificação de áreas emersas, vegetadas ou não, totalmente desconectadas das áreas continentais. Após a delimitação das ilhas, realizou-se uma nova fotointerpretação considerando as datas e horários das imagens orbitais históricas fornecidas pelo Google Earth, juntamente com as tábuas de marés para o porto de São Francisco do Sul, disponibilizadas pelo Centro de Hidrografia da Marinha do Brasil<sup>6</sup>. Esse procedimento permitiu a verificação da condição de isolamento das ilhas mapeadas em diferentes alturas de marés (baixa-mar e preamar) no momento da passagem dos satélites imageadores. O mapeamento ainda proporcionou a aquisição de parâmetros como área (m<sup>2</sup>) e perímetro (m), permitindo o cálculo do índice morfométrico de forma das ilhas. Esse índice foi calculado utilizando a métrica de paisagem denominada Shape Index (SI) (MCGARIGAL et al., 2012), que expressa o grau de complexidade da forma do objeto. Valores iguais a 1 remetem a um círculo, enquanto valores maiores evidenciam formas mais variadas e complexas. Também foi realizada uma análise do tipo de substrato das ilhas, classificando-as como rochosas, sedimentares ou mistas. Após o mapeamento das ilhas, foram obtidos os nomes (toponímias) das mesmas por meio das informações presentes nas cartas náuticas do Centro de Hidrografia da Marinha (DHN) e nas cartas topográficas do IBGE.

**Mapeamento do uso e cobertura do solo:** Para o mapeamento do uso e cobertura do solo, após a identificação das ilhas na Baía Babitonga, realizou-se o mapeamento das classes de uso e cobertura do solo, com posterior verificação em campo. Foram estabelecidas cinco classes: área urbanizada, manguezal, gramínea, vegetação de terras baixas/restinga e solo exposto. As ortofotos de 2006, 2010, 2012 e 2020, bem como as imagens orbitais de alta resolução espacial de 2020, foram utilizadas para a fotointerpretação.

**Proposta de setorização:** O conjunto de dados foi submetido a análises estatísticas utilizando o software MVSP (*MultiVariate Statistical Package for Windows*) (KOVACH, 2005), com a aplicação da Análise de Agrupamento (*Cluster Analysis*). Oito variáveis foram selecionadas para a análise: área (m<sup>2</sup>), perímetro (m), área do substrato (rochoso ou sedimentar em m<sup>2</sup>), índice de forma da ilha (adimensional), área urbanizada (m<sup>2</sup>), manguezal (m<sup>2</sup>), gramínea (m<sup>2</sup>), floresta de terras baixas/restinga (m<sup>2</sup>) e solo exposto (m<sup>2</sup>). Devido às diferentes escalas de mensuração dessas

<sup>6</sup> <https://www.marinha.mil.br/chm/tabuas-de-mare>

variáveis, impossibilitando comparações diretas, os dados foram padronizados, resultando em média zero e variância unitária para todas as variáveis, através da transformação dos dados em valores de "z" (LANDIM, 2011).

A normalidade das variáveis foi verificada por meio dos testes de *Kolmogorov-Smirnov* e *Shapiro-Wilk*, enquanto a homocedasticidade das variâncias foi avaliada pelo teste de Levene (ANOVA) (JOHNSON & WICHERN, 2007; LANDIM, 2011). Os resultados foram considerados estatisticamente significativos quando  $p < 0,05$ .

A Análise de Agrupamento (*Cluster Analysis*) teve como objetivo avaliar as similaridades entre os indivíduos ou amostras (modo Q), visando reagrupá-los em clusters. Neste método, busca-se criar agrupamentos homogêneos de itens representados por pontos em um espaço n-dimensional em um número adequado de grupos, relacionando-os através de coeficientes de similaridade ou distância (LANDIM, 2011). Para agrupar as ilhas com base em suas semelhanças ambientais, os descritores selecionados foram analisados usando o coeficiente de *Spearman*. O método de agrupamento hierárquico foi adotado, onde os objetos-elementos de um grupo tornam-se elementos do grupo superior, constituindo assim uma série hierarquizada. O método de agrupamento utilizado foi o Método dos Pesos Proporcionais (*Weighted Clustering ou WPGMA*), evitando assim que grupos de amostras de tamanhos diferentes interferissem no cálculo da associação média (VALENTIN, 2000). A formação dos grupos amostrais das ilhas é apresentada na forma de dendrograma, com um nível de corte estabelecido através do melhor ajuste espacial dos grupos na área de estudo.

## Resultados e discussão

Os resultados obtidos após o mapeamento das ilhas indicam a presença de 206 ilhas na Baía Babitonga, distribuídas da seguinte maneira nos cinco setores identificados: 1 - Canal Central (30 ilhas), 2 - Canal do Palmital (67 ilhas), 3 - Lagoa do Saguacú (32 ilhas), 4 - Canal do Linguado Norte (36 ilhas) e 5 - Canal do Linguado Sul (41 ilhas).

O mapeamento completo e os resultados gerados estão disponíveis para visualização no webgis desenvolvido para este projeto (Figura 3), disponível através do link <https://arcg.is/1Xe85K0>.

Figura 3 - Webgis das ilhas da baía Babitonga (<https://arcg.is/1Xe85K0>)



Fonte: Os autores, 2022.

Das 206 ilhas identificadas na Baía Babitonga, 65 delas estão situadas no município de São Francisco do Sul, 55 em Joinville, 42 em Garuva, 30 em Araquari e 25 em Balneário Barra do Sul. É relevante destacar que 11 ilhas têm parte de seu território compartilhado entre duas municipalidades, sendo notável a presença de nove ilhas localizadas entre os municípios de São Francisco do Sul e Balneário Barra do Sul, ao longo de suas divisas. O município de Itapoá não possui nenhuma ilha em seus limites no interior da baía Babitonga.

As ilhas abrangem uma área total de 34,47 km<sup>2</sup> e um perímetro total (linha de costa) de 22,86 km (Tabela 1). O tamanho das ilhas apresenta um valor mínimo de 96,91 m<sup>2</sup> e um máximo de 6.308.763,37 m<sup>2</sup>, evidenciando uma considerável variação de tamanho, como indicado pelo elevado desvio-padrão e coeficiente de variação. O perímetro total ou linha de costa das ilhas é de 228.687,79 m e também exibe grande variação, com valor mínimo de 48,12 m e máximo de 11.610,58 m, embora o coeficiente de variação seja menor do que a área das ilhas.

As três maiores ilhas estão localizadas no setor Lagoa do Saguauçu e são denominadas como: ilha dos Espinheiros (área de 6,30 km<sup>2</sup>), ilha da Vaca (área de 4,63 km<sup>2</sup>) e ilha do Mel (área de 3,47 km<sup>2</sup>).

**Tabela 1** - Estatística descritiva de tamanho e perímetro das ilhas da baía Babitonga

Descritor	Área (m <sup>2</sup> )	Perímetro (m)
Média	167.366,68	1.110,13
Desvio-padrão	675.916,97	1.943,34
Coeficiente de variação	403,85%	175,05%
Mínimo	96,91	48,12
Máximo	6.308.763,37	11.610,58
Total	34.477.536,95	228.687,79

Fonte: Os autores, 2022.

Quanto às características geológicas das ilhas, o mapeamento indicou que 85,92% das ilhas (177 ilhas) são constituídas exclusivamente por substrato sedimentar e estão presentes principalmente nos setores Canal do Palmital e no Canal do Linguado. Nestas regiões o aporte de sedimentos provenientes da drenagem continental ocorre de forma abundante, propiciando o surgimento de numerosas ilhas sedimentares, além de contribuir para a expansão das ilhas já existentes. As ilhas essencialmente rochosas, sem a presença de depósitos sedimentares quaternários, representam 11,16% (23 ilhas) e estão situadas principalmente no Canal Central da baía Babitonga. Do ponto de vista estratigráfico, as rochas das ilhas são pertencentes à Suíte Morro Inglês, parte integrante do Complexo Paranaguá (CURY, 2009) e são constituídas por granitoides porfíricos, com predominância de monzogranitos, sienogranitos e granodioritos, com fenocristais de K-feldspato, biotita e/ou anfibólio e presença de enclaves máficos. As ilhas mistas são compostas por rochas do embasamento cristalino e depósitos quaternários e representam apenas 2,9% (seis ilhas) e igualmente situam-se no Canal Central da baía Babitonga. A Figura 4 ilustra as características típicas das ilhas sedimentares, mistas e rochosas e a Figura 5 do substrato das ilhas.

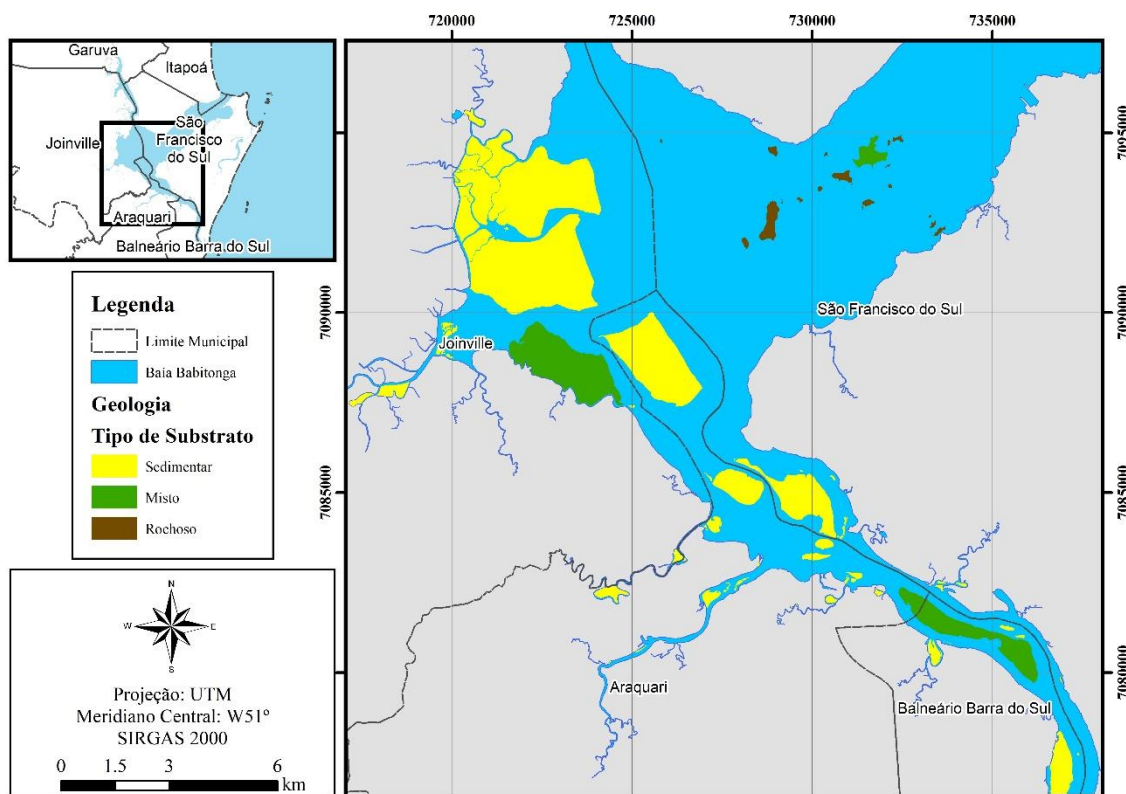


Figura 4 - Exemplo de ilha sedimentar (a), mista (b) e rochosa (c), respectivamente



Fonte: Os autores, 2022.

Figura 5 - Mapa parcial dos tipos de substratos das ilhas da baía Babitonga.  
O mapa integral e dinâmico pode ser acessado em <https://arçg.is/1Xe85K0>



Fonte: Os autores, 2022.

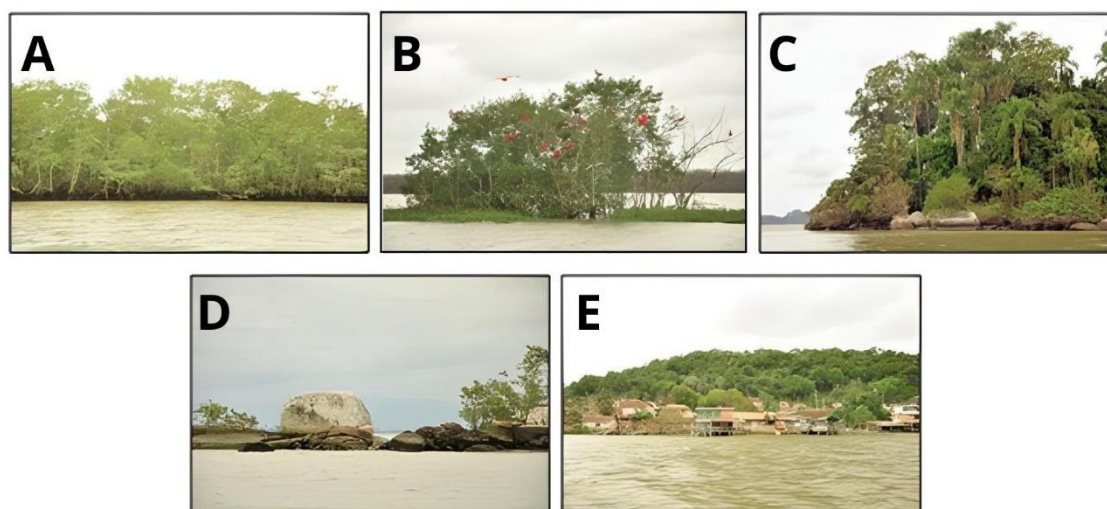
O mapeamento de uso e cobertura do solo (Tabela 2 e figuras 6 e 7) revelou que a classe de vegetação predominante nas ilhas é o manguezal, com 15,70 km<sup>2</sup>, que corresponde a 45,54% da área total das ilhas, com ocorrência identificada em 145 ilhas. A ilha da Vaca destaca-se como a ilha com a maior extensão de área de manguezal, com 2,5 km<sup>2</sup>, seguida pela ilha dos Espinheiros com 1,53 km<sup>2</sup>. Ambas as ilhas estão localizadas no município de Joinville, inseridas no perímetro urbano (ilha dos Espinheiros) e em suas proximidades (ilha da Vaca). O setor com a menor cobertura de manguezal é o Canal Central, com 0,13 km<sup>2</sup>, enquanto o setor da Lagoa do Saguáçu apresenta a maior ocorrência, com 9,35 km<sup>2</sup>.

Tabela 2 - Estatística do uso e cobertura do solo nas ilhas da baía Babitonga

Classe de uso e cobertura do solo	Área total (km <sup>2</sup> )	Porcentagem da área total (%)
Manguezal	15,70	45,54
Vegetação arbórea (floresta de terras baixas e restinga)	13,72	39,79
Gramínea	3,1	9,09
Área urbanizada	1,82	5,28
Solo exposto	0,10	0,30

Fonte: Os autores, 2022.

Figura 6 - Classes de uso e cobertura do solo identificado nas ilhas:  
 (a) manguezal, (b) gramínea, (c) vegetação arbórea (floresta de terras baixas/restinga),  
 (d) solo exposto e (e) área urbanizada



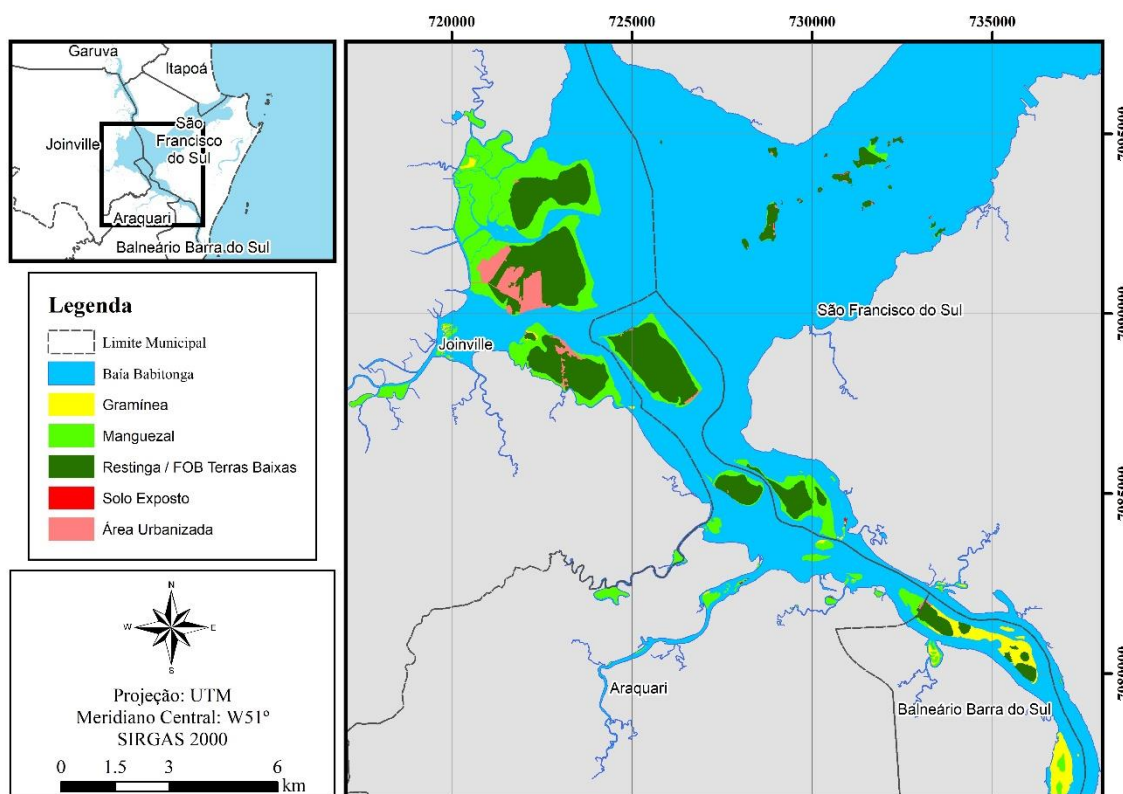
Fonte: Os autores, 2022.

A vegetação arbórea composta pela Floresta Ombrófila Densa de terras baixas e restinga, ocorre em 32 ilhas da baía, com uma área total de 13,72 km<sup>2</sup>. A maior cobertura arbórea ocorre em ilhas com substrato sedimentar e misto, compreendendo uma área de 13,08 km<sup>2</sup> que representa 95% de ocorrência da classe. As cinco ilhas com maior extensão de vegetação de Floresta Ombrófila Densa de terras baixas e restinga são: ilha dos Espinheiros, ilha do Mel, ilha da Vaca, ilha do Morro do Amaral e ilha do Linguado.

A classe de uso e cobertura do solo denominada gramínea representa 9,09% da cobertura das ilhas, com 3,13 km<sup>2</sup> e possui ocorrência em 65 ilhas. A vegetação de gramínea ocorre exclusivamente em depósitos quaternários holocênicos, em ilhas com substrato sedimentar (63 ilhas) e secundariamente em ilhas com substrato misto (duas ilhas). A maior ocorrência de vegetação gramínea acontece nos setores Canal do Linguado Norte e Canal do Linguado Sul (2,6 km<sup>2</sup>) e no extremo norte do setor Canal do Palmital (0,37 km<sup>2</sup>). Vale ressaltar que no setor do Canal do Linguado Sul, as ilhas são predominantemente cobertas por gramíneas, com baixa ou nenhuma presença de espécies arbóreas. A vegetação de gramínea caracteriza-se por ocorrência principalmente de *Spartina alterniflora* (capim-praturá) que recobre bancos de maré ou formando franjas defronte ao manguezal (Figura 3b). As espécies *Acrostichum aureum* (samambaia-do-mangue) e *Hibiscus pernanbucensis*

(hibisco-do-mangue) ocorrem na zona de transição com a restinga. No setor do Canal do Palmital, desde sua região mediana até a parte mais interna, há uma elevada abundância “marismas” de *Crinum sp* (açucena-da-água) (CUNHA *et al.*, 1999).

**Figura 7** - Mapa parcial do uso e cobertura do solo das ilhas da baía Babitonga. O mapa integral e dinâmico pode ser acessado em <https://arcg.is/1Xe85K0>.



Fonte: Os autores, 2022.

Do total de 206 ilhas, 90,77% (187 ilhas) não apresentaram intervenções antrópicas. Apenas 7,28% (15 ilhas) das ilhas apresentaram sinais de antropização representando até 15% de sua área, enquanto apenas 1,95% (quatro ilhas) apresentam urbanização em mais de 15% de sua área total, mas não ultrapassando 25%. As ilhas com maiores intervenções antrópicas são: ilha dos Espinheiros, ilha do Morro do Amaral e ilha Grande, todas situadas nas proximidades do perímetro urbano de Joinville. A Figura 8 ilustra os diferentes níveis de intervenção antrópica nas ilhas, sendo caracterizadas como: (a) preservada, (b) de ocupação pontual e (c) consolidada, indicando aquelas que já apresentam infraestrutura, como vias, iluminação e fornecimento de energia elétrica e água potável.

**Figura 8** - Distintos níveis de intervenção antrópica nas ilhas: (a) preservada, (b) de ocupação pontual e (c) consolidada, respectivamente

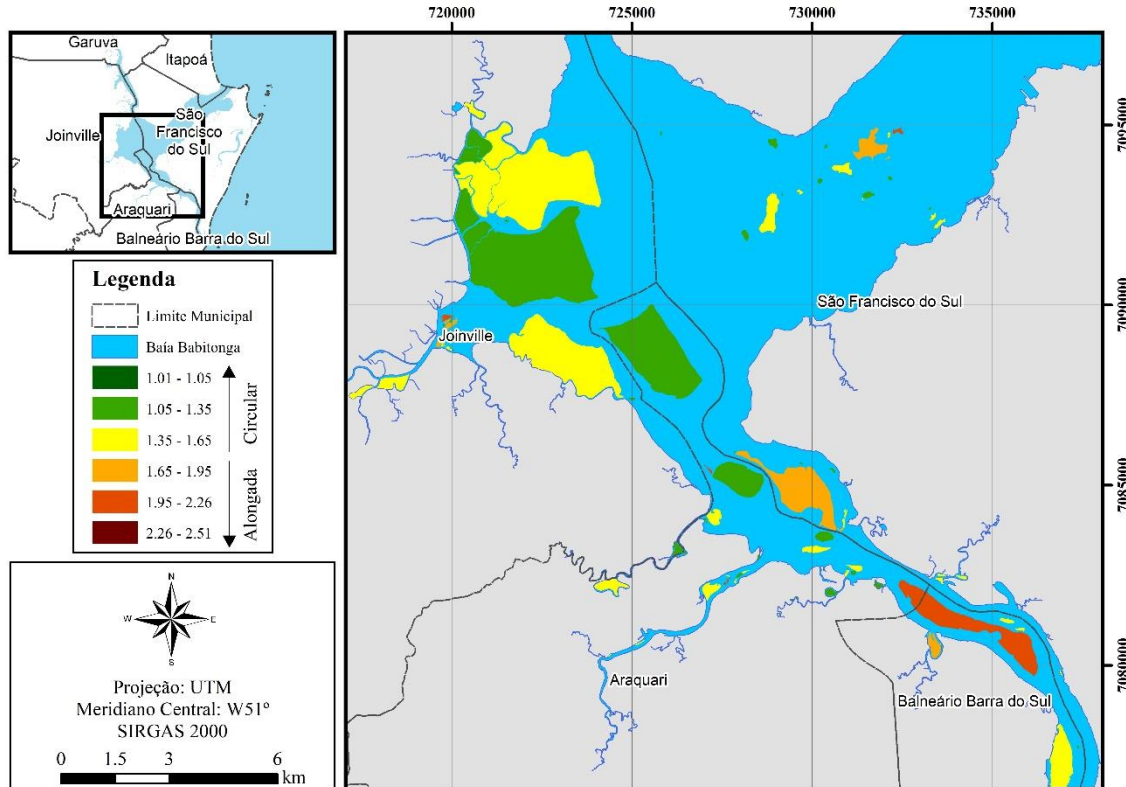


Fonte: Os autores, 2022.

A classe de uso e cobertura do solo denominada solo exposto ocorre em 38 ilhas e compreende uma área total de 0,10 km<sup>2</sup>. Foram identificadas sete ilhas totalmente desprovidas de vegetação, totalizando 100% de solo exposto. Essa condição é predominantemente observada nos setores do Canal Central e no Canal do Linguado Sul. No setor Canal Central as ilhas sem cobertura vegetal estão associadas aos afloramentos rochosos, enquanto no Canal do Linguado Sul a ausência de vegetação está associada às ilhas sedimentares recentes e bancos arenosos na foz do canal do Linguado.

No que diz respeito ao índice de forma (*mean shape index*) das 206 ilhas, o valor médio foi de 1,42, com um máximo de 2,51 e um mínimo de 1,01, apresentando um coeficiente de variação de 18,89%. As ilhas rochosas localizadas no setor Canal Central são as que possuem morfologia menos complexa e maior estabilidade temporal ao longo do tempo, com um valor de forma de 1,38, indicando ilhas mais arredondadas (Figura 9). Por outro lado, as ilhas sedimentares exibem morfologia mais complexa, com formas variáveis e sujeitas a mudanças decorrentes das variáveis hidrodinâmicas e deposicionais. De maneira geral, essas ilhas sedimentares estão inseridas em uma estrutura geomorfológica de planícies rasas com bancos (VIEIRA & HORN FILHO, 2017), que eventualmente podem emergir durante as marés baixas de sizígia. Conforme observado por Vieira & Horn Filho (2012), o desenvolvimento dessa feição geralmente está associado à zona de sombra de maré vazante, resultando no prolongamento e formação de novas ilhas sedimentares após o recobrimento por vegetação pioneira.

**Figura 9** - Mapa parcial do índice de forma (MSI) das ilhas da baía Babitonga. O mapa integral e dinâmico pode ser acessado em <https://arcg.is/1Xe85K0>



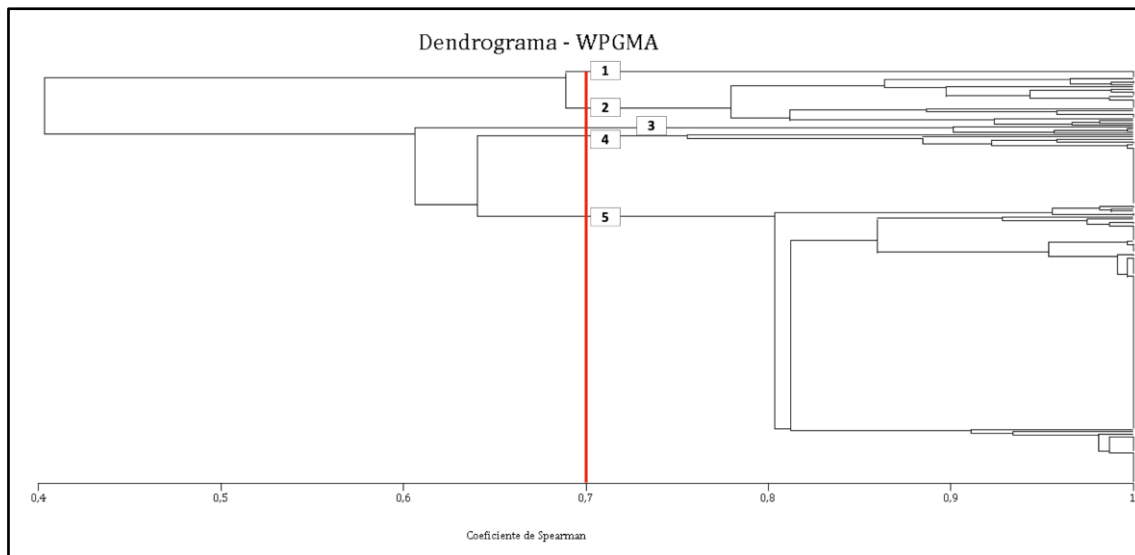
Fonte: Os autores, 2022.



## Setorização das ilhas da baía Babitonga

A Análise de Agrupamento (*Cluster Analysis*) das 206 ilhas resultou na formação de cinco grupos (Figura 10), criados a partir da análise dos seguintes descritores: área, perímetro, tipo de substrato, uso e cobertura do solo e morfologia (complexidade de forma).

**Figura 10** - Dendrograma (agrupamento) das ilhas da baía Babitonga, com a formação de cinco grupos considerando o coeficiente de distância similaridade de 0,7 (linha vermelha)



Fonte: Os autores, 2022.

A localização dos agrupamentos pode ser visualizada na Figura 11 e os descritores dos grupos de ilhas na Tabela 3.

**Tabela 3** - Detalhamento dos descritores dos cinco grupos das ilhas da baía Babitonga

Grupo	1	2	3	4	5
Nº de ilhas	4	24	5	33	140
Perímetro médio (m)	140,07	1.235,59	2.481,38	537,36	1.202,37
Área média (m <sup>2</sup> )	819,70	188.786,96	415.137,32	22.122,83	193.840,21
Índice de forma	1,37	1,39	1,75	1,39	1,42
Substrato rochoso (%)	100	95,65	8,37	0	0
Substrato sedimentar (%)	0	4,34	91,62	100	100
Manguezal (%)	0	4,30	2,82	0	86,77
Gramínea (%)	0	0,03	13,29	99,27	8,34
Vegetação arbórea (%)	0	78,64	8,03	0	2,33
Urbanizado (%)	0	4,37	0,34	0,72	0,22
Solo exposto (%)	100	12,64	75,49	0	2,32

Fonte: Os autores, 2022.



O Grupo 1 detém o menor número de ilhas, com apenas quatro. Essas ilhas são consideradas muito pequenas, com área média muito baixa (819,70 m<sup>2</sup>), predominantemente rochosas, desprovidas de cobertura vegetal, possuindo morfologia arredondada e de menor complexidade de forma, com um índice de forma de 1,37.

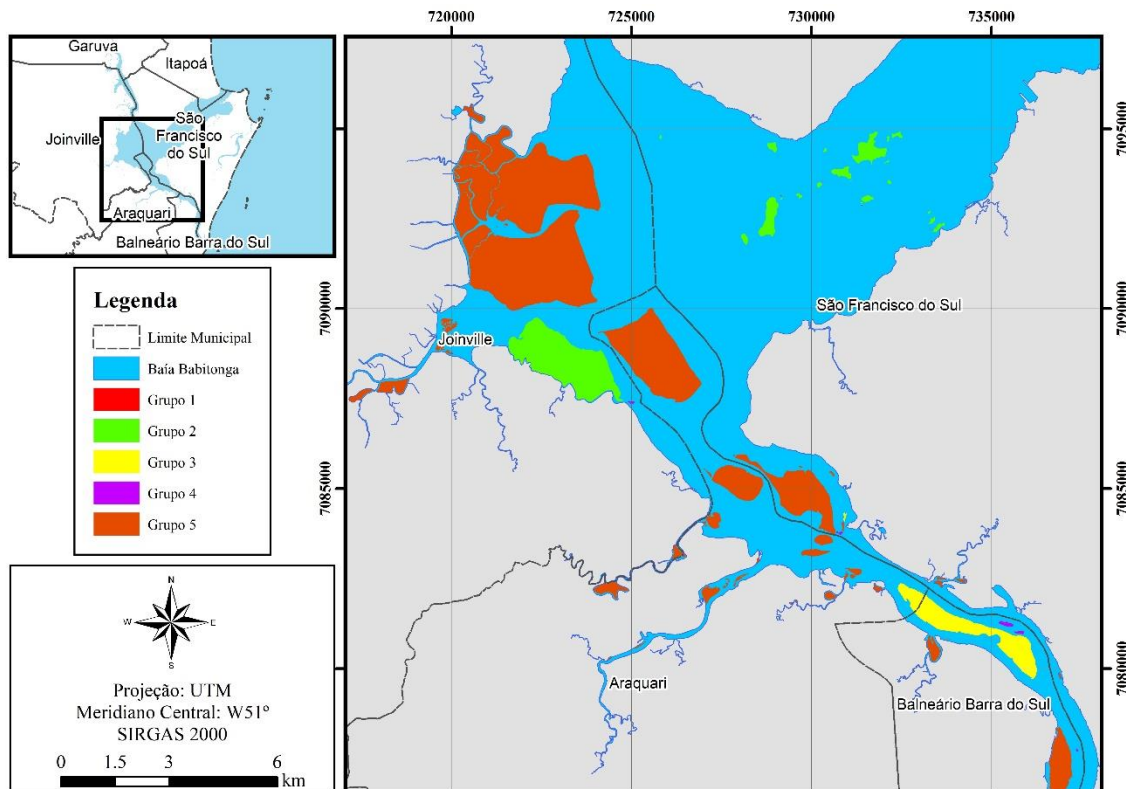
O Grupo 2 é composto por 24 ilhas, com área média alta (188.786,96 m<sup>2</sup>), das quais a grande maioria (91,6%) possui substrato rochoso e o restante substrato misto (rochoso e sedimentar). Mais de 90% da área dessas ilhas é composta por substrato rochoso. As ilhas apresentam uma variedade de uso e cobertura do solo, com predominância de vegetação arbórea (Floresta Ombrófila Densa de terras baixas e restinga) com 78,64%, solo exposto com 12,64%, área urbanizada com 4,37%, manguezal com 4,30% e gramínea com apenas 0,03%. O índice de forma é de 1,39, tornando este grupo o segundo com ilhas de morfologia mais arredondada e de menor complexidade de forma.

O Grupo 3 é constituído por apenas cinco ilhas, com área média muito alta (415.137,32 m<sup>2</sup>). Embora o substrato predominante seja sedimentar (91,6%), há a presença de ilhas mistas (com afloramento rochoso e depósitos sedimentares). As classes de uso e cobertura do solo são variadas, com predominância de áreas de solo exposto (75,49%), gramínea (13,29%), vegetação arbórea (Floresta Ombrófila Densa de terras baixas e restinga) (8,03%) e manguezal (2,82%). Este grupo de ilhas não apresenta áreas urbanizadas significativas (0,34%). Com um índice de forma de 1,75, estas ilhas exibem formas mais alongadas, destacando-se dos demais grupos.

O Grupo 4 é composto por 33 ilhas totalmente sedimentares (100%), concentrando-se no extremo norte dos setores do Canal do Palmital e no Canal do Linguado Sul. Essas ilhas possuem uma área média baixa (22.122,83 m<sup>2</sup>), sendo quase integralmente cobertas por marismas (99,27%) e árvores de mangue emergentes, com uma pequena fração de área urbanizada no setor do Canal do Linguado Sul (0,72%). O índice de forma de 1,39 revela ilhas de formato pouco complexo.

O Grupo 5, o mais abundante em número de ilhas, é composto por 140 ilhas no total. Essas ilhas possuem área média alta (193.840,21 m<sup>2</sup>), apresentando substrato 100% sedimentar. A maior parte da sua cobertura vegetal é composta por manguezal (86,77%), seguido por gramíneas (8,34%) e vegetação arbórea (Floresta Ombrófila Densa de terras baixas e restinga) (2,33%). A área urbanizada compõe apenas 0,22% dessas ilhas, e 2,32% indicam condições de solo exposto. O índice de forma (1,42) revela que essas ilhas apresentam formato irregular e estão distribuídas primordialmente ao longo dos setores Canal do Palmital, Lagoa do Saguacú e Canal do Linguado Norte.

**Figura 11** - Mapa parcial dos grupos de ilhas da baía Babitonga.  
O mapa integral e dinâmico pode ser acessado em <https://arcg.is/1Xe85K0>



Fonte: Os autores, 2022.

## Discussão

Até a elaboração deste estudo, observava-se uma significativa escassez de informações acerca das ilhas na baía Babitonga. Os dados disponíveis, oriundos do MMA/IBAMA (2007), eram restritos a um reduzido número de ilhas (totalizando 24), localizadas especificamente no setor Canal Central da baía, não abrangendo as demais ilhas presentes em outras partes, como os Canais do Linguado e do Palmital.

O sistema insular da baía Babitonga, à exceção da ilha de São Francisco do Sul, que não foi objeto de análise no presente estudo, exerce uma contribuição ecologicamente expressiva para o complexo estuarino da Babitonga. A área abriga mais de 15.700.000 m<sup>2</sup> de manguezais e mais de 13.720.000 m<sup>2</sup> de vegetação arbórea, compreendendo Restinga e Floresta Ombrófila Densa de terras baixas. Ambos os ecossistemas são de elevado interesse ecológico, caracterizando-se por sua extrema fragilidade e amparados legalmente como áreas de preservação permanente (BRASIL, 2012; KILCA et al., 2019).

As características geológico-geomorfológicas, assim como a estrutura vegetacional identificada na formação dos cinco grupos de ilhas na baía Babitonga, representam habitats significativos para a fauna regional em diversas fases de vida (GROSE et al., 2019; KILCA et al., 2019; NOGUEIRA JÚNIOR & COSTA, 2019; PAITACH et al., 2019; GERHARDINGER et al., 2020).

Os cinco grupos de ilhas identificados na baía Babitonga apresentam características geográficas distintas. O setor do Canal do Palmital se destaca pelo significativo aporte de água doce e sedimentos continentais, principalmente devido às contribuições hidrológicas provenientes das bacias hidrográficas da escarpa da serra do Mar (VIEIRA & HORN FILHO, 2012). Nessa região, ocorre

a formação de numerosas ilhas sedimentares, planícies rasas e bancos (VIEIRA & HORN FILHO, 2017), assim como ilhas com amplas áreas de manguezal e marisma (KILCA et al., 2019). Este setor abriga as ilhas com o mais elevado grau de preservação na baía Babitonga, em grande parte devido à distância dos grandes centros urbanos.

As ilhas de maior extensão estão localizadas no setor da Lagoa do Saguacú, próximo à área urbana de Joinville, sendo também a região com maior índice de urbanização das ilhas. Entre essas, destacam-se as ilhas dos Espinheiros, do Morro do Amaral, do Mel e da Vaca. As ilhas desse setor apresentam substrato essencialmente sedimentar e cobertura vegetal composta por manguezal, restinga e Floresta Ombrófila Densa de terras baixas. É importante ressaltar que as áreas de manguezal nesse setor foram fortemente impactadas pela expressiva mortalidade de plantas, causada pela combinação de diversos fatores, como a alteração da química ambiental e a herbivoria massiva das folhas provocada por lagartas de mariposas *H. pueria* (MELLO & MELO JÚNIOR, 2021). As áreas de manguezal nas ilhas do setor da Lagoa do Saguacú apresentam um alto risco de contaminação, especialmente por derivados de petróleo (HANSEL, 2000; ALEXANDRE, 2006), coliformes fecais e metais pesados, concentrados principalmente nas proximidades de Joinville (OLIVEIRA, 2006).

O Canal do Linguado, que concede acesso à ilha de São Francisco do Sul, foi dividido em dois setores: Canal do Linguado Norte e Canal do Linguado Sul, em decorrência do fechamento do canal em 1937 para a construção da BR-280. Conforme revisão dos impactos do fechamento da BR-280 realizada por Engel et al. (2017), grande parte desses impactos ambientais são de natureza adversa ou negativa, incluindo assoreamento, contaminação das águas por efluentes agrícolas, industriais e domésticos, alteração na hidrodinâmica, degradação da paisagem, ocupação antrópica irregular e conflitos com a pesca e maricultura. Como aspectos benéficos ou positivos, os autores citam apenas o desenvolvimento econômico e a melhoria na área de lazer para banhistas em Balneário Barra do Sul.

O setor Canal do Linguado Norte enfrenta intensa sedimentação como consequência da alteração na circulação hidrológica, resultando na formação de amplas planícies de maré, bancos e no prolongamento das ilhas na direção da maré vazante (VIEIRA et al., 2008; VIEIRA & HORN FILHO, 2017). Nessa região, predomina a presença de ilhas sedimentares, com ocorrência de ilhas mistas (com afloramento rochoso) e predominância de vegetação de manguezal e restinga. Neste setor, as ilhas sedimentares com ampla ocorrência de manguezal e as áreas rasas adjacentes possuem alto potencial de acúmulo de contaminantes (SILVA, 2011; DEMORI, 2008; SIMM, 2009). A elevada suscetibilidade à contaminação se deve principalmente à proximidade de centros industriais de Joinville e Araquari, bem como às alterações hidrodinâmicas causadas pelo fechamento da BR-280 (ENGEL et al., 2017).

O setor Canal do Linguado Sul, que conecta os municípios de Balneário Barra do Sul e São Francisco do Sul e estabelece ligação com o oceano Atlântico, é composto exclusivamente por ilhas sedimentares. Diferentemente das outras áreas, estas ilhas se destacam pela presença predominante de marismas e vegetação arbórea emergente de mangue. As ilhas deste setor caracterizam-se como áreas transicionais recentes, com intensa deposição de sedimentos e formação de bancos arenosos, principalmente na foz do canal em contato com o oceano Atlântico (BARBOSA & MAZZER, 2003). Durante a presente pesquisa, no setor sul do Canal do Linguado, foi observada uma alta dinâmica de alteração na morfologia das ilhas, com taxas intensas de erosão e deposição. Essa dinâmica foi relatada anteriormente por Barbosa & Mazzer (2003) e Vieira & Horn Filho (2017). Aparentemente, esses processos afetam o desenvolvimento da vegetação arbórea de mangue nas ilhas ao longo do canal.

Já o setor Canal Central da baía Babitonga exibe um controle estrutural mais pronunciado na conformação da paisagem marinha da baía, com a intensa influência de granitoides que compõem o embasamento cristalino (CURY, 2009; MAZZER & GONÇALVES, 2011; VIEIRA & HORN FILHO, 2017). Essa influência rochosa condicionou a formação de vários canais estreitos e profundos, com a criação de lajes e afloramentos rochosos (VIEIRA et al., 2008; VIEIRA & HORN FILHO, 2017), que, quando perenemente emersos, caracterizam as ilhas. Essas ilhas são rochosas e a vegetação predominante é a Floresta Ombrófila Densa de terras baixas e restinga, com porções muito reduzidas de manguezal. Entre todos os setores da baía, o setor central é o que mais atrai o turismo. As ilhas do setor central são destinos para dezenas de embarcações ao longo dos finais de semana, sendo utilizadas para diversas atividades como esportes náuticos, mergulho, pesca, acampamentos e contemplação.

Cabe ressaltar que, de acordo com o artigo 20 da Constituição Federal, as ilhas marítimas, classificadas como oceânicas (localizadas fora da plataforma continental) ou costeiras (vinculadas à plataforma continental), são consideradas bens da União. Excluem-se dessa condição aquelas que abrigam a sede de municípios, salvo as áreas destinadas ao serviço público e unidades ambientais federais. Adicionalmente, é importante observar que ilhas oceânicas e costeiras também podem conter áreas sob domínio do Estado ou, eventualmente, de terceiros.

## Conclusão

A aplicação da metodologia de mapeamento ao longo deste estudo proporcionou uma quantificação e caracterização apropriada das ilhas na baía Babitonga, além de oferecer uma proposta de agrupamento com base em semelhanças morfométricas, geológicas e de uso do solo. O presente estudo identificou e caracterizou um total de 206 ilhas na baía Babitonga, abrangendo uma área de 34,47 km<sup>2</sup>, distribuídas nos seguintes subdomínios geográficos: Canal do Palmital (67 ilhas), Canal do Linguado Sul (41 ilhas), Canal do Linguado Norte (36 ilhas), Lagoa do Saguacú (32 ilhas) e Canal Central (30 ilhas).

Em relação à divisão territorial, observou-se que 65 ilhas estão situadas no município de São Francisco do Sul, 55 em Joinville, 42 em Garuva, 30 em Araquari e 25 em Balneário Barra do Sul. Vale ressaltar que 11 ilhas se estendem por mais de um município.

Os agrupamentos com base em características similares permitiram a identificação de cinco grupos de ilhas com diferentes distribuições geográficas ao longo da baía Babitonga. Este estudo também evidenciou as principais vulnerabilidades ambientais naturais e antrópicas às quais as ilhas estão sujeitas. Portanto, recomenda-se que a gestão dos ambientes insulares da baía Babitonga seja implementada de forma diferenciada, considerando as particularidades de cada grupo de ilhas, uma vez que o sistema insular apresenta uma heterogeneidade significativa dentro do complexo hídrico da baía Babitonga.

Além disso, é importante destacar que este estudo pode fornecer subsídios para futuras investigações relacionadas às ilhas da baía Babitonga, dado o notável número de ambientes únicos que ainda carecem de uma exploração científica mais aprofundada.

## Referências

- ALEXANDRE, M. R. (2006). Caracterização química do extrato orgânico dos sedimentos recentes da Baía da Babitonga - SC. Florianópolis. 118 f. Tese (Doutorado em Química). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- 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*, n. 9, v. 1, p. 117-124.
- BENCKE, G. A.; MAURÍCIO, G. N.; DEVELEY, P. F.; GOERCK, J. M. (2006). Áreas importantes para a conservação das aves do Brasil. Parte I. Estados do domínio da Mata Atlântica. São Paulo: Save-Brasil.
- BIRDLIFE INTERNATIONAL. (2007). Bird life's online world bird database: the site for bird conservation. Versão 3.0. Cambridge: Birdlife International, 2007. Disponível em: <https://www.birdlife.org/>. Acessado em: 01 mar. 2022.
- CREMER, M. J. (2006). O estuário da baía Babitonga. In: CREMER, M. J.; MORALES, P. R. D.; OLIVEIRA, T. M. N. (orgs.). Diagnóstico ambiental da baía Babitonga. Joinville: Editora da Univille.
- CUNHA, S. R.; NASCIMENTO, J.; LIMA, G. B.; ZACHARJASIEWICZ, G.; CRESTANI, D. E. V.; MAFRA Jr., L. L.; PAZETO, F. D.; SANT'ANNA, F.; COSTA, C. S. B. (1999). Distribuição e biomassa de macroalgas em um manguezal da Baía da Babitonga, SC: Resultados preliminares. *Notas Téc. Facimar*, v. 3, p. 1-15.
- CURY, L. F. (2009). Geologia do Terreno Paranaguá. São Paulo. 202 f. Tese (Doutorado em Geotectônica) – Universidade de São Paulo, São Paulo.
- DEMORI, J. (2008). Análise histórica da contaminação por metais pesados na baía da Babitonga-SC. 94 f. Dissertação (Mestrado em ciência e tecnologia ambiental) -Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí.
- DESTEFANI, A. (2017). Avaliação de riscos ecológicos associados aos sedimentos acumulados no Canal do Linguado Sul (Baía de Babitonga – SC). Tese (Doutorado), Universidade do Vale do Itajaí, Itajaí.
- ENGEL, F.; BÖHM, R. F. S.; SILVEIRA, M. S.; DELL'AGNOLO, E. C.; POLETTE, M. (2017). O canal do Linguado da baía da Babitonga/SC: uma retrospectiva através da história e considerações sobre uma possível reabertura. *Geosul*, v. 32, n. 65, p. 87-101.
- GERHARDINGER, L.; HERBST, D.; CUNHA, S.; COSTA, M. (2020). Diagnóstico da Ictiofauna do Ecossistema Babitonga. *Revista CEPSUL*, v. 8, n. 1. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/revistacepsul.vol9.693eb2020001>. Acessado em: 15 abr. 2022.
- GOOGLE. Google Earth website. <http://earth.google.com/>, 2020.
- GROSE, A.; FINK, D.; CREMER, M. (2019). Revisão bibliométrica de estudos da avifauna no Ecossistema Babitonga, Santa Catarina, Brasil. *Revista CEPSUL*, v. 8, n. 1. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/revistacepsul.vol8.676eb2019005>. Acessado em: 15 abr. 2022.
- HANSEL, F. A. (2000). Análise de biomarcadores lipídicos em sedimentos de manguezais. Florianópolis. 94 f. Dissertação (Mestrado em Química). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis.
- JOHNSON, R. A.; WICHERN, D. W. (2007). *Applied Multivariate Statistical Analysis*. Englewood Cliffs: Prentice Hall. 773 p.
- IBAMA. (2007). Portaria IBAMA N° 42, de 19 de setembro de 2007. Brasília: IBAMA, 2007.
- KILCA, R. V.; MELO JÚNIOR, J. C. F.; ESEMANN-QUADROS, K.; LARCHER, L.; PFUETZENREUTER, A. (2019). Os manguezais e marismas da Baía Babitonga: uma síntese. *Revista CEPSUL*, v. 8, n. 1. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/revistacepsul.vol8.682eb2019002>. Acessado em: 15 abr. 2022.
- KOEHNTOPP, P. I.; MELLO, Y. R.; MAGNA, D. J.; SIMM, M.; BALDO, W.; VIEIRA, C. V. (2021). Caracterização climatológica na Baía Babitonga - parâmetros climáticos e meteorológicos - pluviosidade, temperatura e ventos. *Revista CEPSUL*, v. 10, n. 1. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/revistacepsul.vol10.683eb2021002>. Acessado em: 15 abr. 2022.
- KOVACH, W. L. (2005). *MVSP - A MultiVariate Statistical Package for Windows*, ver. 3.1. Kovach Computing Services, Pentraeth, Wales, U.K.
- LANDIM, P. M. B. (2011). Análise estatística de dados geológicos multivariados. São Paulo: Oficina de Textos. 208 p.



- MARTINS, C. C.; CABRAL, A. C.; BARBOSA-CINTRA, S. C. T.; DAUNER, A. L. L.; SOUZA, F. M. (2014). An integrated evaluation of molecular marker indices and linear alkylbenzenes (LABs) to measure sewage input in a subtropical estuary (Babitonga Bay, Brazil). *Environmental Pollution*, v. 188, p. 71 - 80.
- MAZZER, A. M.; GONÇALVES, M. L. (2011). Aspectos Geomorfológicos da baía Babitonga, Santa Catarina, Brasil: Caracterização Morfométrica. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, v. 12, n. 3.
- MCGARIGAL, K.; CUSHMAN, S.; ENE, E. (2012). FRAGSTATS v4: Spatial Pattern Analysis Program for Categorical and Continuous Maps. Computer software program produced by the authors at the University of Massachusetts, Amherst. Disponível em: <https://ibis.geog.ubc.ca/courses/geob479/labs/fragstats.help.4.pdf>. Acessado em: 16 jan. 2020.
- MELLO, T. F.; MELO JÚNIOR, J. C. F. (2021) Variação temporal de respostas fenotípicas foliares de *Rhizophora mangle* (Rizophoraceae) em manguezal degradado de Santa Catarina, Brasil. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 14, n. 5, p. 2998-3007.
- MELLO, Y. R.; KOHLS, W.; OLIVEIRA, T. M. N. (2015). Análise da precipitação mensal provável para o município de Joinville (SC) e Região. *Revista Brasileira de Climatologia*, v.17, p. 246-258.
- MELLO, Y. R.; OLIVEIRA, T. M.N. (2016). Análise Estatística e Geoestatística da Precipitação Média para o Município de Joinville (SC). *Revista Brasileira de Meteorologia*, v. 31, n. 2, p. 229-239.
- MMA. (2007). Portaria MMA N° 9, de 23 de janeiro de 2007. Brasília: MMA, 2007.
- MMA. Instrução normativa MMA N° 03, de 26 de maio de 2003. Brasília: MMA, 2003.
- MMA/IBAMA-Ministério do Meio Ambiente/Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e Recursos Naturais Renováveis. (2007). Reserva de fauna Baía da Babitonga. Cepsul/Difap/Direc, Brasília. 25p. Disponível em <<https://jcientifico.files.wordpress.com/2009/10/reserva-da-babitonga-final4.pdf>> Acesso em 01 out. 2023.
- NOGUEIRA JÚNIOR, M.; COSTA, M. (2019). Zooplâncton da Baía da Babitonga e plataforma continental adjacente: diagnóstico e revisão bibliográfica. *Revista CEPSUL*, n. 8. v. 1. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/revistacepsul.vol8.663eb2019001>. Acessado em: 16 abr. 2022.
- OLIVEIRA, F. A. (2006). Estudo do aporte sedimentar em suspensão na Baía da Babitonga sob a ótica de geomorfologia. São Paulo. 286 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade do Estado de São Paulo, São Paulo.
- PAITACH, R. L.; ALVES, A. K. M.; SCHULZE, B.; CREMER, M. J. (2019). Cienciometria de mamíferos aquáticos do Ecossistema Babitonga: subsídios para a conservação. *Revista CEPSUL*, n. 8, v. 1. Disponível em: <https://doi.org/10.37002/revistacepsul.vol8.673eb2019004>. Acessado em: 16 abr. 2022.
- PANDOLFO, C.; BRAGA, H. J.; SILVA JR, V. P.; MASSIGNAM, A. M., PEREIRA, E. S.; THOMÉ, V. M. R.; VALCI, F. V. (2002). Atlas climatológico digital do Estado de Santa Catarina. Florianópolis: Epagri.
- PMJ – PREFEITURA MUNICIPAL DE JOINVILLE. (2010). Restituição aerofotogramétrica do município de Joinville/SC. Disponível em: <https://www.joinville.sc.gov.br/publicacoes/downloads-sistema-de-informacoes-municipais-georreferenciadas-simgeo/>
- PMSFS – PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO FRANCISCO DO SUL. (2006) .Mosaico de ortofotos do ano de 2006do município de São Francisco do Sul/SC.
- PMSFS – PREFEITURA MUNICIPAL DE SÃO FRANCISCO DO SUL. (2020) .Mosaico de ortofotos do ano de 2006do município de São Francisco do Sul/SC.
- RIZZI, J.; TANIGUCHI, S.; MARTINS, C. (2017). Polychlorinated biphenyls (PCBs) and organochlorine pesticides (OCPs) in sediments from an urban- and industrial-impacted subtropical estuary (Babitonga Bay, Brazil). *Marine Pollution Bulletin*. v. 119, n. 1, p. 390-395.
- ROYLE, S. A. (2001). A geography of islands: small islands insularity. New York: Taylor & Francis. 237 p.
- SDE – SECRETARIA DE ESTADO DO DESENVOLVIMENTO ECONÔMICO SUSTENTÁVEL DE SANTA CATARINA. (2012). Restituição aerofotogramétrica do Estado de SC. Disponível em: <http://sigsc.sc.gov.br/>
- SILVA, L. F. (2011) Alterações morfodinâmicas do Canal do Linguado pela remoção do dique que o separa da Baía da Babitonga-SC. 198 f. Tese (Doutorado em Geociências) -Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Rio Grande do Sul.

- SILVA, L. F. (2011). Alterações morfodinâmicas no canal do linguado pela remoção do dique que o separa da baía da Babitonga (SC). 2011. 198 f. Tese (Doutorado em Geociências) – Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2011.
- SIMM, M. (2009). Avaliação da qualidade da água em amostras provenientes da Baía da Babitonga-SC, através de ensaios de embriotoxicidade e de exposição prolongada ao ar, utilizando mexilhão da espécie *Perna perna*(Linnaeus, 1758) na fase larval e adulta. 107 f. Dissertação (Mestrado em Saúde e Meio Ambiente) -Universidade da Região de Joinville.
- TRUCCOLO, E. C. & SCHETTINI, C. A. F. (1999). Marés astronômicas na baía Babitonga, SC. Notas Técnicas Facimar, v. 3, p. 57-66.
- VALENTIN, J. L. (2000). *Ecologia numérica: uma introdução à análise multivariada de dados ecológicos*. Rio de Janeiro: Interciência. 117 p.
- VIEIRA, C. V. (2015). Evolução paleogeográfica da planície costeira do extremo norte da ilha de São Francisco do Sul, Santa Catarina, Brasil. 2015. 322 f. Tese (Doutorado em Geografia). Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. 2015.
- VIEIRA, C. V.; HORN FILHO, N. O. (2017). Paisagem Marinha da Baía da Babitonga, nordeste de Santa Catarina. *Revista Brasileira de Geografia Física*, v. 10, p. 1677–1689.
- 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.
- VIEIRA, C.V.; HORN FILHO, N.O. (2012). Mapeamento geológico costeiro do canal do Palmital, litoral Norte de Santa Catarina. *Geosul*, v. 27, p. 33-54.