

A DINÂMICA ESPACIAL DO ESTUÁRIO DO RIO ARARANGUÁ, LITORAL SUL DE SANTA CATARINA, BRASIL

Nilzo Ivo Ladwig¹
Monique Machado de Luca²
Jóri Ramos Pereira³
Gustavo Simão⁴
Juliano Bitencourt Campos⁵

RESUMO

No Brasil a falta de projetos e metodologias adequadas de gerenciamento costeiro precisam ser pesquisados, para levantar dados e permitir o diagnóstico e monitoramento da zona costeira-marinha. O estudo tem como objetivo analisar a dinâmica espacial do estuário do rio Araranguá ocorrida ao longo de um período de setenta e dois anos, representados em seis recortes temporais, correspondentes aos anos de 1938, 1957, 1968, 1978, 2002 e 2010. Adotou-se como referência na análise da dinâmica espacial o farol do Morro dos Conventos construído em 1953. As imagens foram analisadas em ambiente de sistema de informação geográfica considerando o encontro do canal principal com o Oceano Atlântico. Os resultados mostraram que os ciclos de variação espacial do estuário são orientados por uma deriva litorânea com resultante para norte. A base de dados espaciais e os mapas temáticos retratam a dinâmica espacial histórica destes canais no estuário e podem ser usados como diagnóstico para modelagem espacial na elaboração de projeto de gerenciamento costeiro na região.

Palavras-chave: Geomorfologia fluvial. Geoprocessamento. Gerenciamento costeiro.

¹ Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, coord. do Laboratório de Planejamento e Gestão Territorial da Universidade do Extremo Sul Catarinense. E-mail: ladwig@unesc.net

² Graduada em Engenharia de Agrimensura pela Universidade do Extremo Sul Catarinense. E-mail: monique_de_luca@unesc.net

³ Graduado em Engenharia de Agrimensura, Mestre em Ciências Ambientais e doutorando no Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais da Universidade do Extremo Sul Catarinense. E-mail: jori@unesc.net

⁴ Graduado em Geologia, Mestre em Geociências e doutorando no Programa de Pós-Graduação em Geociências da Universidade Federal do Rio Grande do Sul. E-mail: gustavosimao@unesc.net

⁵ Professor do Programa de Pós-Graduação em Ciências Ambientais, pesquisador do Laboratório de Arqueologia Pedro Ignácio Schmitz da Universidade do Extremo Sul Catarinense. E-mail: jbi@unesc.net

ABSTRACT

In Brazil, the lack of adequate coastal management projects and methodologies needs to be researched, to gather data and allow the diagnosis and monitoring of the coastal-marine zone. The study aims to analyze the spatial dynamics of the Araranguá River estuary that occurred over a period of seventy-two years, represented in six-time frames, corresponding to the years 1938, 1957, 1968, 1978, 2002 and 2010. Adopted the Morro dos Conventos lighthouse built in 1953 was used as a reference in the analysis of spatial dynamics. The images were analyzed in a geographic information system environment considering the encounter of the main channel with the Atlantic Ocean. The results showed that the cycles of spatial variation of the estuary are guided by a coastal drift with a resultant to the north. The spatial database and thematic maps portray the historical spatial dynamics of these channels in the estuary and can be used as a diagnosis for spatial modeling in the development of coastal management projects in the region.

Keywords: Fluvial geomorphology. Geoprocessing. Coastal management.

1 INTRODUÇÃO

A zona costeira é uma das áreas sob maior estresse ambiental, devido à excessiva exploração de seus recursos naturais e uso desordenado do solo (GRUBER; BARBOZA; NICOLODI, 2003). Nesses ambientes também são frequentes fozes de rios ao longo da linha da costa, sendo estas de significativa importância ecológica e econômica (CASSIANO; SIEGLE, 2010). Os processos de uso e ocupação das áreas costeiras, sejam impulsionados pela urbanização ou pelo desenvolvimento turístico, são responsáveis por uma série de modificações significativas e muitas vezes de caráter irreversível (AQUINO et al., 2018).

Ambientes costeiros vivem em constante transformação, neles convergem processos terrestres, oceânicos e atmosféricos que alteram constantemente suas características, sendo fundamental seu estudo e compreensão para fins de um bom planejamento e ordenamento territorial (TELLES, 2007). No que se refere à Barra do Rio Araranguá (Figura 1), conforme descrito por Hobold (2005), há registros de que em tempos passados esta gozava de facilidades, devido a sua longa e curvilínea extensão, profundidade e largura, oferecendo segurança às embarcações que ali navegavam. Junto à cidade homônima, localizavam-se dois portos com trapiches, um no local hoje chamado de Rodeio e o outro em seu afluente o rio Itoupava, ambos na cidade de Araranguá. Quando a barra propiciava condições favoráveis, o movimento das embarcações era regular, a ponto de serem computadas em 17 meses, 78 entradas e

saídas. Neste sentido, a atual situação de impraticabilidade da navegação do rio estaria, em muito, ligada a fatores de interferência antrópica no meio.

Hobold (2005), citando relatos antigos, nos traz a informação de que muito do assoreamento do rio foi historicamente atribuído à erosão proveniente do desflorestamento desordenado provocado pelo homem. Outro fator citado é a interface das águas fluviais e as águas marítimas na foz do rio, ocasionando a deposição no fundo do leito de bancos de areias cada vez maiores ao ponto de embarcações ficarem encalhadas em sua movimentação.

Figura 1 – Barra do Rio Araranguá



Fonte: Dos autores (2018).

A variabilidade morfológica (morfodinâmica) do setor costeiro da Bacia de Pelotas, na qual se localiza a foz do Rio Araranguá, é condicionada pela dinâmica costeira que controla os processos erosivos e deposicionais da linha de costa (VILLWOCK; TOMAZELLI, 2007). Dentre os agentes que condicionam a dinâmica costeira do litoral sul catarinense, pode-se citar os (i) ventos, as (ii) ondas e as (iii) correntes litorâneas. Os ventos atuam transportando a areia seca depositada na praia por saltação ou arraste. Assim, grandes quantidades de areia são movimentadas ao longo da linha da costa e continente adentro pelos vigorosos ventos provenientes de NE (nordeste) e E (leste). Já as ondas, principalmente as ondulações (swell) ou as de tempestades causam impactos na costa, promovendo intensos processos erosivos na zona de rebentação e grande movimentação de material sedimentar junto à praia. Por sua vez, as correntes litorâneas são responsáveis pelo principal processo da morfodinâmica do setor costeiro investigado, ou seja, a deriva litorânea que transporta

sedimentos paralelo à costa. Quando as ondas incidem obliquamente à linha de costa, desenvolvem-se as correntes litorâneas, por meio das quais as águas se deslocam paralelamente à linha de praia.

Diante da problemática exposta e da complexidade envolvida nos processos morfodinâmicos na Barra do Rio Araranguá este estudo propõe-se analisar a dinâmica espacial da linha de costa ocorrida ao longo de um período de setenta e dois anos, representados em seis recortes temporais, correspondentes aos anos de 1938, 1957, 1968, 1978, 2002 e 2010.

2 MATERIAL E MÉTODOS

2.1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Á área de estudo situa-se na região do baixo estuário do rio Araranguá, no Balneário Morro dos Conventos pertencente ao município homônimo ao rio, local denominado barra do rio Araranguá (Figura 2).

Para a realização da fotointerpretação, buscou-se obter o maior número possível de recortes temporais, visando assim retratar a área de estudo no maior intervalo temporal possível. Para tanto, foram utilizadas as imagens aéreas datadas dos anos de: 1938, 1957, 1968, 1978, 2002 e 2010, a fim de analisar a dinâmica espacial geomorfológica ocorrida na foz do rio Araranguá.

As imagens fotogramétricas de 1938, 1957 e 1978 foram obtidas no acervo da Secretaria de Estado e Planejamento de Santa Catarina. A imagem aérea do ano de 1968, foi obtida no acervo da Companhia de Pesquisa de Recursos Minerais – CPRM.

necessitando de registro. Para a realização do processo de registro foram utilizados pontos em comum entre as imagens, denominados pontos de controle.

As imagens ortorretificadas e georreferenciadas datadas dos anos de 2002 e 2010, as quais já possuíam suas coordenadas verdadeiras serviram de base para a identificação e determinação de pontos similares entre as imagens para o georreferenciamento em software de SIG das imagens referentes aos anos de 1938, 1957, 1968 e 1978, as quais estavam sem referência geográfica locacional.

Depois de realizado o processo de georreferenciamento, o *software* utilizado forneceu o valor do Erro Médio Quadrático – RMS, conforme Silva (2010), a estimativa de valor máximo aceitável para o total do erro é o resultado da multiplicação da margem de erro 0,2 mm e a escala da carta topográfica, ou ainda quanto mais próximo de zero o valor do RMS gerado, maior a precisão e conseqüentemente menor o erro. Os resultados mostraram um valor elevado cabe aqui ressaltar a ausência das coordenadas verdadeiras das marcas fiduciais, bem como, o fato das escalas de voo não corresponderem a um valor homogêneo.

Outro fator que justifica este RMS elevado é o fato dos métodos de digitalização das imagens serem desconhecidos dos autores. Os erros gerados, apesar disto, não influenciam diretamente no objetivo e na importância deste trabalho, que é a quantificação aproximada e o entendimento da dinâmica da foz do rio. Na Tabela 1, são apresentados os valores correspondentes aos anos estudados.

Tabela 1 – Erro Médio Quadrático gerado no georreferenciamento das imagens

Ano	RMS (m)
1938	3,40
1957	2,53
1968	2,89
1978	1,31

Fonte: Dos autores (2018)

Para melhor organização e sistematização do trabalho no software ArcGIS®, foram criados arquivos *shapefile* para cada imagem correspondente a um recorte temporal. A partir disto, procedeu-se dentro do polígono da área de estudo a interpretação das feições dos canais que formam o estuário visando a identificação e obtenção das informações necessárias para a análise.

Tendo em vista que o trabalho visou analisar a dinâmica espacial da linha de costa com ênfase no processo de migração da foz do rio Araranguá a partir da interpretação das imagens, tomou-se como referência a localização do farol do Morro dos Conventos, construído em 1953.

3 DISCUSSÃO DOS RESULTADOS

A evolução geomorfológica de desembocadura do rio Araranguá foi descrita com base na fotointerpretação das imagens aéreas dos anos de: 1938; 1957; 1968; 1978; 2002 e 2010.

Conforme preconizado por Cassiano e Siegle (2010), as fozes são ambientes bastante dinâmicos e sujeitos à complexa interação entre fatores estabilizadores. Dependendo dessa interação dos fatores influenciadores, as fozes podem apresentar a tendência natural de migração ao longo das barreiras arenosas.

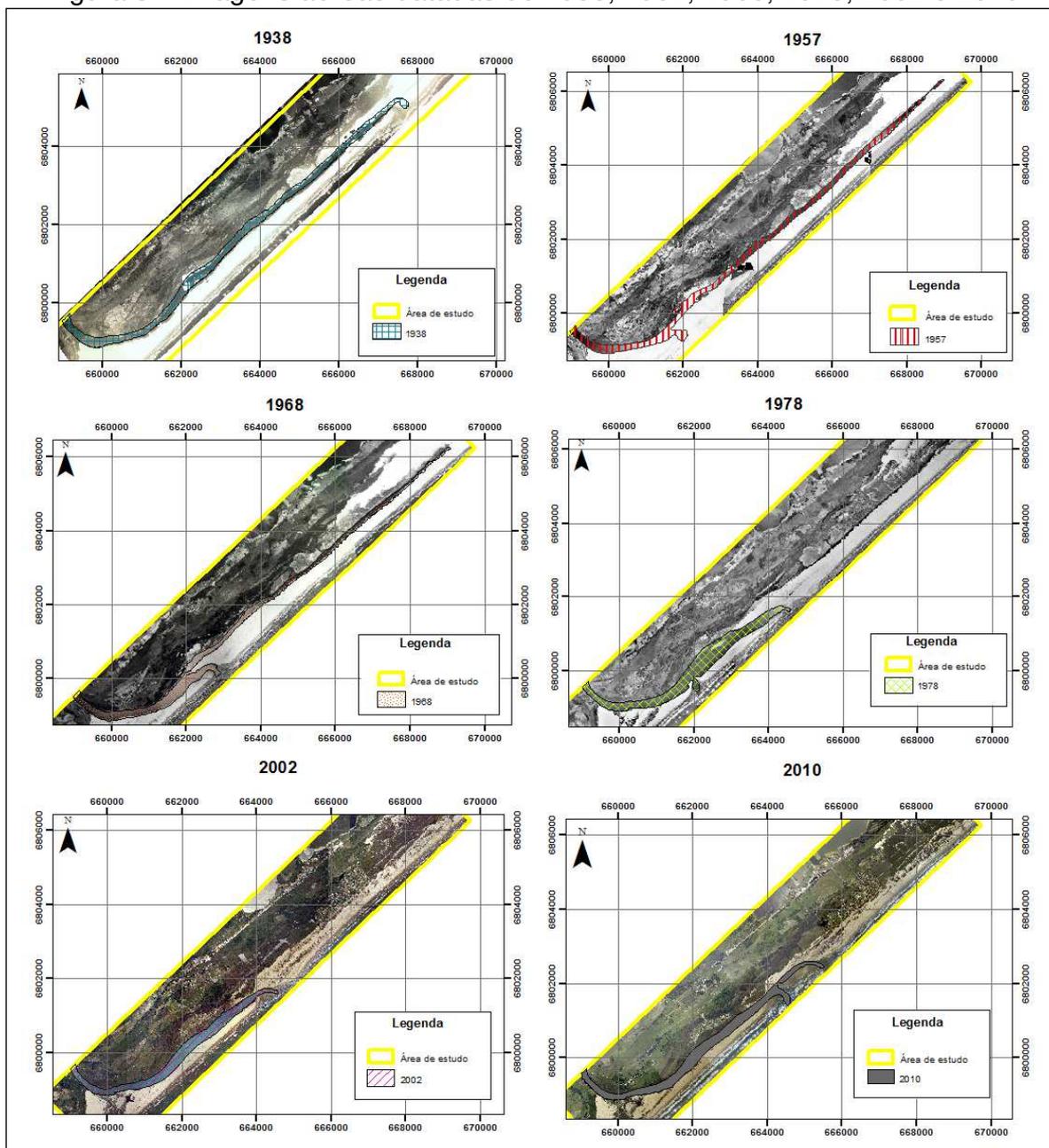
Para melhor visualização e compreensão da evolução da barra do rio Araranguá, na Figura 3, são apresentados todos os seis recortes temporais avaliados.

O primeiro dado quanto à posição da foz do rio Araranguá é datado do ano de 1938. Neste recorte, a foz se encontrava a aproximadamente 10,65 km de distância do ponto de referência. Já no recorte temporal do ano de 1957, a foz encontra-se a 2,62 km de distância do citado ponto, entretanto, indícios dados pela presença de lâmina d'água levam a deduzir que a calha do rio chegou a uma distância de 12,45 km, indicativo de que em algum momento entre os recortes temporais a foz esteve a esta distância do ponto de referência, rompendo-se posteriormente no ponto distante 2,62 km.

Conforme preconizado por Villwock e Tomazelli (2007) a deriva litorânea resulta de processos de transporte de sedimentos ao longo das costas arenosas, em condições onde as ondas incidem obliquamente à linha de costa, ocasionando a migração da barreira arenosa e por consequência das fozes em sentido coincidente à deriva.

Rupturas à barreira arenosa podem ocorrer, influenciadas por fatores naturais ou ocasionados artificialmente por ação antrópica. Segundo Cussioli (2010), a deposição de sedimentos resultante, maior a barlar que a sotamar força a vazão cada vez mais para sotamar, causando a erosão contínua nesta área.

Figura 3 – Imagens aéreas datadas de 1938, 1957, 1968, 1978, 2002 e 2010



Fonte: Dos autores (2018).

Entretanto, tal situação apresenta limites, pois com o deslocamento progressivo este canal formado paralelo à linha de costa pelo desvio da desembocadura acabará por se alongar tanto, que a resistência será maior que a resultante perpendicular ao cordão arenoso, forçando um novo rompimento em porções mais próximas. Outro fator possível relaciona-se à erosão pelas ondas e ação das correntes.

De forma análoga, rompimentos podem ser induzidos por feitiço artificial para melhorar o escoamento das águas dos rios, reduzir efeitos de inundação, permitir passagem de embarcações, dentre outros aspectos.

O registro subsequente é referente ao ano de 1968. A imagem analisada retrata a foz a uma distância de 3,81 km, tendo um alcance da lâmina d'água (canal paralelo a linha de costa) ainda expressivo, com 12,47 km de distância, dado muito similar ao obtido no recorte temporal anterior.

A imagem seguinte refere-se ao ano de 1978, que analisada apresenta duas rupturas com respectivamente a 2,81 km e 6,11 km de distância da referência. De acordo com Santos (2012), no ano de 1978, o então prefeito Salmir Paladini, realizou uma abertura artificial na barra, ficando esta evidenciada na imagem de 1978 pela desembocadura registrada a uma distância de 2,81 km.

Os autores não encontraram referências que corroborem a tese, mas acredita que possivelmente o rompimento artificial relatado tivesse como intenção a melhoria fluvial da foz do rio em resposta aos eventos de cheias drásticas ocorridas no ano de 1974.

Transcorridos 24 anos do último recorte temporal avaliado, já no ano de 2002 a desembocadura manteve-se similar ao observado na restituição de 1978, quando a foz se encontrava a uma distância de 6,06 km.

Já no recorte temporal mais próximo da atualidade analisado referente ao ano de 2010, a foz possui duas rupturas a 5,99 km e 7,30 km. Niero (2009), retrata que por volta do ano de 2009, em decorrência de outro significativo evento de cheias na bacia, foi realizada uma abertura artificial da barreira arenosa resultando na criação de um novo canal. Esta abertura pode ter reflexos na configuração de duas fozes observada neste retrato. Na Tabela 2 estão apresentados os valores correspondentes à distância da foz em relação ao ponto tomado como referência, o farol do Morro dos Conventos.

Tabela 2 – Distância farol Morro dos Conventos até a foz do Rio Araranguá

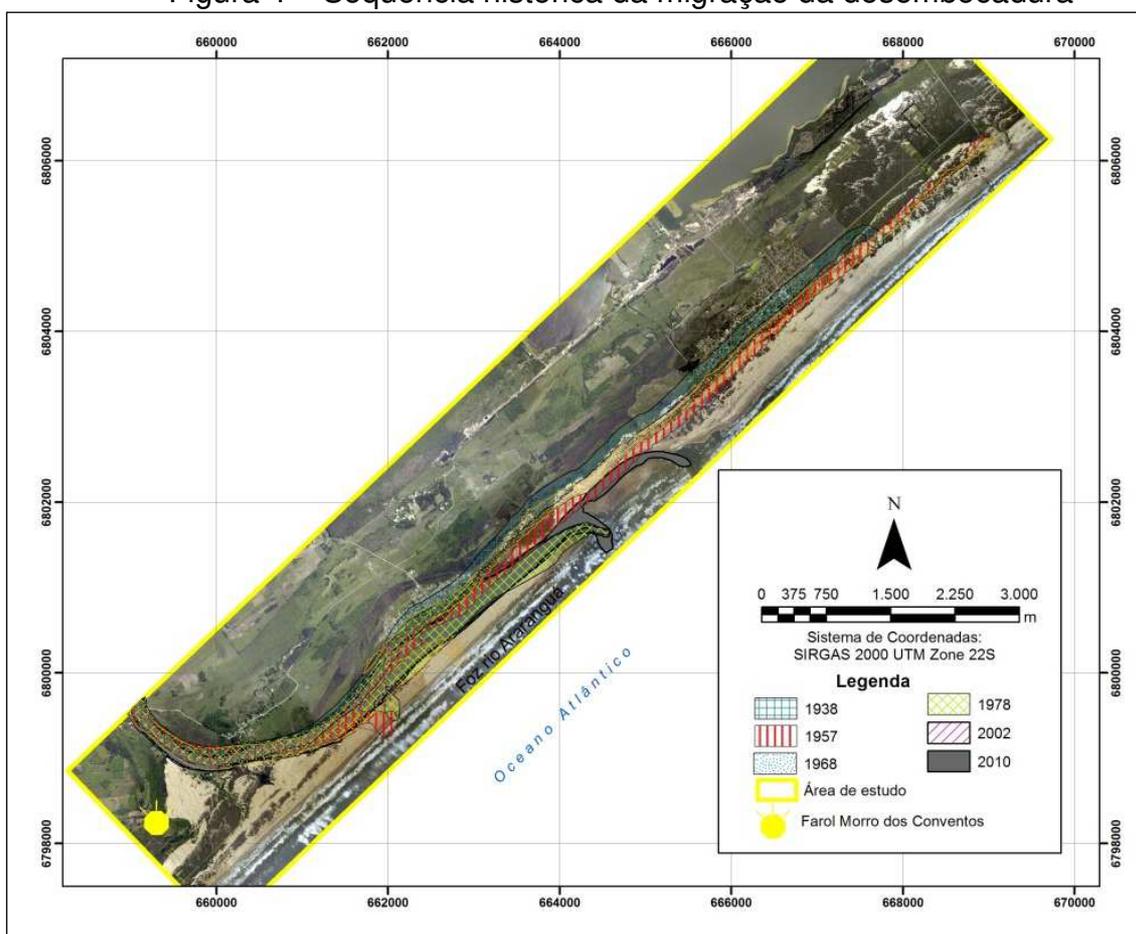
Ano	Distância até a foz (km)	Distância máxima lâmina d'água (km)
1938	10,65	-
1957	2,62	12,45
1968	3,81	12,47
1978	2,81 / 6,11	-

2002	6,06	-
2010	5,99 / 7,30	-

Fonte: Dos autores (2018).

A análise de imagens aéreas da região possibilitou apresentar a sequência histórica da dinâmica espacial do estuário do rio Araranguá ao longo da planície costeira, com a indicação da sua posição ao longo das últimas décadas apresentado na Figura 4.

Figura 4 – Sequência histórica da migração da desembocadura



Fonte: Dos autores (2018).

Foi verificado que os pontos extremos da dinâmica espacial variaram entre as distâncias aproximadas de 2,52 km e 12,47 km a partir do ponto de referência.

4 CONCLUSÃO

As zonas costeiras assumem uma importância estratégica em termos ambientais, econômicos e sociais, visto que o aproveitamento de suas potencialidades e a resolução dos seus problemas é fundamental no âmbito de uma política de

desenvolvimento sustentável, apoiando uma gestão integrada e coordenada do ambiente costeiro.

Desta forma, foram avaliados seis retratos temporais do estuário do rio Araranguá, ao longo de um período que compreendeu setenta e dois anos, analisando a variação da foz ao longo da planície costeira. O trabalho reveste-se de significado, servindo como instrumento de projeto de gerenciamento costeiro, haja vista que a variabilidade de ambientes costeiros impacta no habitat humano, econômico e ambiental.

Um aspecto que deve ser considerado no trabalho é o fato da região que engloba a foz do rio Araranguá pertencer a uma reserva extrativista, entretanto, não são estipuladas coordenadas fixas de localização dos limites desta reserva, justamente devido a conhecida mobilidade do estuário. Por meio deste estudo foi possível quantificar a dinâmica espacial do estuário ao longo de um período que compreendeu setenta e dois anos, em seis retratos temporais. Esta informação poderá subsidiar a tomada de decisão quanto a necessidade futura de retificação do traçado da RESEX.

REFERÊNCIAS

- AQUINO, M. D. de.; MOTA, S.; PITOMBEIRA, E. da S. **Impactos ambientais da ocupação desordenada da praia da Caponga, CE.** 2018. Disponível em: http://www.repositorio.ufc.br/bitstream/riufc/9270/1/2003_eve_fsbmota_impactos.pdf. Acesso em: 10 out. 2019.
- CASSIANO, G. F.; SIEGLE, E. Migração lateral da desembocadura do Rio Itapocú, SC, Brasil: evolução morfológica e condicionantes físicas. **Revista Brasileira de Geofísica**, [s.l.], v. 28, n. 4, p.537-549, dez. 2010.
- CUSSIOLI, M. C. **Dinâmica da desembocadura do rio Itanhém, Alcobaça, BA.** 2010. 98 f. Tese (Doutorado em Ciências) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010.
- EPAGRI/CIRAM. **Mapas Digitais de Santa Catarina.** Disponível em: <http://www.ciram.epagri.sc.gov.br/mapoteca>. Acesso em: 01 fev. 2020.
- GRUBER, N. L. S.; BARBOZA, E. G.; NICOLODI, J. L. Geografia dos Sistemas Costeiros e Oceanográficos: Subsídios para Gestão Integrada da Zona Costeira. **Gravel**, Porto Alegre, v.1, n.1, p.81-89, jan. 2003. Disponível em: http://www.ufrgs.br/gravel/1/Gravel_1_07.pdf. Acesso em: 10 jun. 2019.
- HOBOLD, P. **A História de Araranguá.** Araranguá: [s.n.], 2005. 311 p.

IBGE. **Ortofoto 1:25.000 - SG-22-Z-D-IV-4-SO MI 2908-4-SO**. 2007. Disponível em: http://www.metadados.geo.ibge.gov.br/geonetwork_ibge/srv/por/metadata.show?id=16545&currTab=simple. Acesso em: 01 out. 2019.

KOERICH, A. **Imagens aéreas de 1938, 1956, 1978**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: monique_de_luca@unescc.net. em: 23 abr. 2018.

MARÉS, T. de. **Tipos de marés: preia-mar e baixa-mar, marés vivos e marés mortos**. 2018. Disponível em: <http://www.tabuademares.com/mares/tipos-mares>. Acesso em: 02 mar. 2019.

MARTIN, L. **Ortorretificação: o que é e para que serve?** Disponível em: <http://www.engesat.com.br/ortorretificacao-o-que-e/>. Acesso em: 06 mai. 2019.

NIERO, A. **Sul em alerta: reaberta a barra do Rio Araranguá**. 2009. Disponível em: <http://www.engeplus.com.br/noticia/geral/2009/sul-em-alerta-reaberta-a-barra-do-rio-ararangua/>. Acesso em: 12 set. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARANGUÁ. **Estudo de Impacto Ambiental – EIA fixação da barra do rio Araranguá, SC**. Araranguá: Acquaplan, 2011. Disponível em: [http://licenciamento.ibama.gov.br/Outras Atividades/Fixacao da Barra do Rio Ararangua - SC/EIA_Ararangua_Rev14.pdf](http://licenciamento.ibama.gov.br/Outras%20Atividades/Fixacao%20da%20Barra%20do%20Rio%20Ararangua%20-%20SC/EIA_Ararangua_Rev14.pdf). Acesso em: 16 set. 2019.

PREFEITURA MUNICIPAL DE ARARANGUÁ. **Projeto básico com detalhamento dos molhes de fixação da barra do rio Araranguá, município de Araranguá (SC): Modelagem numérica de alternativas – análise dos efeitos nos padrões de inundação das áreas adjacentes**. Araranguá: Coastal Planning & Engineering do Brasil, 2011. Disponível em: [http://licenciamento.ibama.gov.br/Outras Atividades/Fixacao da Barra do Rio AraranguaSC/EIA/ANEXOS/AnexoXVIII_CPE_PrefArarangua_ModelagemAdicional_Ver00.pdf](http://licenciamento.ibama.gov.br/Outras%20Atividades/Fixacao%20da%20Barra%20do%20Rio%20AraranguaSC/EIA/ANEXOS/AnexoXVIII_CPE_PrefArarangua_ModelagemAdicional_Ver00.pdf). Acesso em: 21 nov. 2019.

ROQUE, C. G. et al. **Georreferenciamento**. Disponível em: http://www.unemat.br/revistas/rcaa/docs/vol4/10_artigo_v4_.pdf. Acesso em: 23 abr. 2019.

SANTA CATARINA. Secretaria do Estado do Desenvolvimento Econômico Sustentável. **Edital de concorrência pública nº 0010/2009**. Florianópolis: Engemap, 2012.

SANTOS, S. M. dos. **Imagens aéreas de 1938, 1956, 1978**. [mensagem pessoal] Mensagem recebida por: jori@unescc.net. em: 21 fev. 2018.

SANTOS, T. **Sobre o processo de fixação da foz/ barra do rio Araranguá**. 2012. Disponível em: <http://fixacao-fozbarra-rioararangua.blogspot.com/>. Acesso em: 12 jun. 2019.

SILVA, V. C. B. **Iniciando no ARCGIS**. 2010. Disponível em: <https://unibhgeografia.files.wordpress.com/2011/04/apostila-arccgis-profpatricia.pdf>. Acesso em: 20 mai. 2019.

VILLWOCK, J. A.; TOMAZELLI, L. J. **Planície Costeira do Rio Grande do Sul: gênese e paisagem atual**. Brasília: Scan, 2007. Disponível em:

TELLES, D. H. Q. **Análise sobre a situação socioambiental e atividade turística da Vila de Encantadas, Ilha do Mel – Paraná**. 2007. 96 f. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Paraná, Curitiba, 2007.

ZASSO, L. A. **Alteração na deriva litorânea e no balanço sedimentar: molhes do rio Mampituba e praias adjacentes, divisa entre os estados do Rio Grande do Sul e Santa Catarina**. 2012. 52 f. Tese (Doutorado em Geociências) - Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre, 2012.