

O licenciamento ambiental e a atividade de alimentação artificial de praias: Canasvieiras e Ingleses - ilha de Santa Catarina, Brasil

Environmental licensing and artificial beach nourishment activity: Canasvieiras and Ingleses - Santa Catarina island, Brazil

Anderson BIANCINI¹ , Eduardo Guimarães BARBOZA² , Volney Junior Borges BITENCOURT  & Ana Paula KLEIN³ 

¹Instituto do Meio Ambiente de Santa Catarina, Florianópolis, Brasil. E-mail: andersondasilva@ima.sc.gov.br.

²Universidade Federal do Rio Grande do Sul, CECO, Porto Alegre, Brasil. E-mail: eduardo.barboza@ufrgs.br.

Resumo: A alimentação artificial de praia (AAP) é uma técnica amplamente adotada em todo o mundo para a proteção costeira e a restauração de ecossistemas litorâneos afetados pela erosão costeira. Seu objetivo principal é recriar o ambiente natural, proteger infraestruturas urbanas e fornecer espaços recreativos. No Brasil, o processo de licenciamento ambiental é um requisito obrigatório para viabilizar a localização, instalação, ampliação e operação de empreendimentos ou atividades potencialmente poluidoras e/ou utilizadoras de recursos ambientais. Dessa forma, o poder Executivo, por meio de um ato administrativo (licença ambiental) emitida pelo seu órgão competente, estabelece as condições, restrições e medidas de controle ambiental que deverão ser obedecidas pelo empreendedor para determinado empreendimento/atividade. As praias de Canasvieiras e dos Ingleses, situadas no norte da ilha de Santa Catarina, foram submetidas ao processo de licenciamento ambiental visando o engordamento da faixa de praia, através de sedimentos oriundos de jazidas de empréstimo situadas na plataforma continental interna. A definição adequada da jazida é um fator crucial para o sucesso de um projeto de AAP, uma vez que o sedimento utilizado deve ter um tamanho médio de grãos compatível com a praia a ser alimentada. Portanto, são analisados os aspectos técnicos e peculiaridades dos processos de licenciamento ambiental da AAP, conduzidos pelo Instituto do Meio Ambiente (IMA), nas praias de Canasvieiras e dos Ingleses. A AAP se mostrou uma prática apropriada frente à erosão costeira, em ambos os setores, no entanto, alimentações periódicas devem ser consideradas. O processo de licenciamento ambiental desempenha um papel fundamental na sustentabilidade da AAP, e o monitoramento contínuo é necessário para avaliar os impactos e a eficácia dos projetos.

Palavras-chave: engordamento de praia, legislação ambiental, jazida de empréstimo, sedimentologia, recuperação da faixa praial.

Abstract: Artificial beach nourishment is a technique widely adopted around the world for coastal protection and restoration of coastal ecosystems affected by coastal erosion. Its main objective is to recreate the natural environment, protect urban infrastructure, and provide recreational spaces. In Brazil, the environmental licensing process is a mandatory requirement to enable the location, installation, expansion, and operation of projects or activities that potentially pollute and/or use environmental resources. In this way, the Executive branch, through an administrative act (environmental license) issued by its competent body, establishes the conditions, restrictions, and environmental control measures that must be obeyed by the entrepreneur for a given enterprise/activity. The beaches of *Canasvieiras* and *Ingleses* located north of *Santa Catarina* island, were subjected to the environmental licensing process to thicken the beach strip, using sediments from borrow deposits located on the inner continental shelf. Adequate definition of the deposit is a crucial factor for the success of an AAP project since the sediment used must have an average grain size compatible with the beach to be fed. Therefore, the technical aspects and peculiarities of the AAP environmental licensing processes, conducted by the *Instituto do Meio Ambiente* (IMA), on the beaches of *Canasvieiras* and *Ingleses* are analyzed. AAP proved to be an appropriate practice in the face of coastal erosion, in both sectors, however, periodic feeding must be considered. The environmental licensing process plays a fundamental role in the sustainability of the AAP, and continuous monitoring is necessary to assess the impacts and effectiveness of projects.

Keywords: beach nourishment, environmental legislation, borrow pit, sedimentology, beach replenishment.

1. Introdução

As zonas costeiras são ambientes que possuem múltiplos usos e oportunidades ligadas aos seus valiosos bens e serviços ecossistêmicos (Enriquez-Acevedo *et al.*, 2018). De acordo com Gogoberidze (2012) são consideradas como ambientes críticos para o desenvolvimento socioeconômico e o bem-estar humano. Atualmente, mais de 40% da população mundial reside a pelo menos 100 km da zona costeira, e cerca de 10% da população reside em zonas costeiras abaixo dos 10 m de altitude em relação ao nível do mar (Busayo & Kalumba, 2021). A concentração populacional e o grande número de atividades econômicas relacionadas, tornam as zonas costeiras altamente vulneráveis aos desastres naturais e, conseqüentemente, aos impactos das possíveis alterações climáticas. Conforme Hanson *et al.* (2011) e Neumann *et al.* (2015), eventos extremos representam ameaças significativas à sustentabilidade a longo prazo nas zonas costeiras.

A erosão costeira é um problema que afeta diretamente as áreas urbanizadas desenvolvidas sobre regiões litorâneas (Pivel *et al.*, 2001; Esteves, 2004; Simões *et al.*, 2022). A transgressão da linha de costa causa diversos impactos socioeconômicos, incluindo a destruição de infraestruturas costeiras, danos paisagísticos, perda do valor recreativo das praias e efeitos econômicos no setor turístico (Esteves *et al.*, 2002; Phillips & Jones, 2006; Guimarães-Santos *et al.*, 2021; Oliveira & Barboza, 2023). Ao longo da zona costeira de Santa Catarina, vários setores apresentam problemas relacionados à erosão costeira, p.ex., Itapoá (Angulo, 2004; Silveira *et al.*, 2019; Silva & Suski, 2021), Piçarras (Araujo *et al.*, 2010; Freitas *et al.*, 2010), Garopaba (Oliveira *et al.*, 2020; Quadrado *et al.*, 2021), Imbituba (Carniato, 2012) e Jaguaruna (Martins *et al.*, 2018; Oliveira *et al.*, 2019; Sfreedo *et al.*, 2023).

A alimentação artificial de praia (doravante denominada pela sigla AAP) é uma prática globalmente adotada para resolver o problema de erosão costeira em áreas

urbanas, principalmente, em nações desenvolvidas como Austrália, Holanda e Estados Unidos (Staudt *et al.*, 2021). Essa intervenção visa recriar o ambiente natural das praias, em contraste com a construção de estruturas rígidas de engenharia, como quebra-mares e enrocamentos. Por vezes, a AAP também pode ser denominada de engordamento, alargamento, aterro hidráulico, preenchimento ou simplesmente alimentação praial, e são classificadas na literatura como obras flexíveis ou leves (*soft*) em detrimento das obras de engenharia que envolvem rochas/concreto (obras rígidas, pesadas, *hard*). Neste trabalho usaremos o termo AAP considerando este como um projeto de engenharia estruturado, planejado no qual foi submetido ao processo de licenciamento ambiental.

Os principais objetivos de um projeto AAP são proteger as infraestruturas urbanas contra eventos extremos, proporcionar espaços recreativos para a comunidade e restaurar os ecossistemas de dunas e restingas ao longo da faixa costeira (USACE, 2002). AAP compreende a adição de material arenoso ao longo da costa para estabelecer e, subsequentemente, manter ou aumentar uma largura da praia desejada, utilizando material adequado obtido de áreas de empréstimo (jazidas), com o objetivo de resolver pontualmente um déficit contínuo de sedimentos manifestado pela retração da linha de costa (Dean, 2002).

Os princípios deste tipo de atividade consistem na dragagem, no transporte e na deposição (terraplenagem) das areias em setores da faixa de praia. Embora seja uma prática comum para proteger áreas costeiras contra a erosão e os efeitos da elevação do nível do mar, podem ocorrer impactos ambientais tanto no meio físico, biótico e socioeconômico.

De acordo com Van Rijn (1998), de forma sucinta, existem três formas diferentes de realizar um projeto de AAP: a) reforço da duna - disposição de material sobre esta, ou criando uma estrutura similar, com o objetivo de evitar rupturas durante eventos de tempestade; b) alimentação na praia (*upper beach*) - areia disposta na face de praia de forma contínua ou pontualmente em áreas de maior erosão; c) alimentação na antepraia (*nearshore/shoreface*) - disposição de areia na forma de bancos em águas rasas ou profundas, visando que esta areia avance em direção a linha de costa sob ação das ondas ou atue como filtro para ondas de tempestade.

No Brasil, pode-se destacar AAP de Copacabana no Rio de Janeiro, executada no final da década de 1960, Jaboatão dos Guararapes, em Pernambuco, entre 2012 e 2013, Iracema, no Ceará, realizada em 2019, entre outros. Em Santa Catarina pode-se citar as obras em Balneárias Piçarras (uma série de aterros hidráulicos, desde o final da década 1990, seguido de manutenções), as praias de Ponta das Canas, Canasvieiras e dos Ingleses situadas na ilha de Santa Catarina, realizadas nos anos de 1999, 2019 e 2022, respectivamente, e Balneário Camboriú executada em 2021.

Até o presente momento, não há estudos que abordam diretamente a relação entre o processo de licenciamento ambiental e a prática de AAP. Essa correlação específica e ilustrativa ainda não foi explorada em pesquisas científicas ou documentos acadêmicos.

Diante deste cenário, este estudo realiza uma análise crítica dos aspectos técnicos, com enfoque no diagnóstico do meio físico, e peculiaridades do processo de licenciamento, conduzido pelo Instituto do Meio Ambiente (IMA) de Santa Catarina, que culminaram na autorização ambiental das obras de AAP das praias de Canasvieiras e dos Ingleses.

2. Caracterização da área de estudo

A ilha de Santa Catarina está localizada na costa Sudeste do Brasil, onde encontra-se o município de Florianópolis nos seus setores continental e insular. Com aproximadamente 55 km de extensão por 18 km de largura máxima, a ilha possui uma forma alongada, na direção nordeste-sudoeste, e é individualizada do continente por duas baías, Norte e Sul, que constituem a baía de Florianópolis.

O estado de Santa Catarina apresenta um regime de micro marés predominantemente semi-diurno. De acordo com Schettini *et al.* (1996) a variação média de maré astronômica é de 0,8 m sendo a máxima de 1,2 m em condição de sizígia. Além disso, os autores enfatizaram a significativa influência da maré meteorológica na dinâmica costeira regional, que pode aumentar os níveis do oceano Atlântico em até 1 m.

As praias estão presentes ao longo de todo o litoral da ilha de Santa Catarina incluindo as praias oceânicas e as praias de baía. Os problemas ambientais ao longo da costa estão se tornando cada vez mais visíveis devido à ocupação e exploração dos muitos destinos turísticos à beira-mar, sem uma compreensão adequada dos processos naturais que regem a dinâmica desses ambientes.

As praias de Canasvieiras e dos Ingleses estão localizadas no setor Norte da ilha de Santa Catarina (Fig. 1). Essa área é conhecida por ser altamente urbanizada, turística e com uma significativa concentração demográfica. Essas praias são dois exemplos representativos em que a influência das demandas turísticas como fator preponderante para o desenvolvimento socioeconômico local, a intensa atividade humana (principalmente no período de verão) e as infraestruturas urbanas impõem desafios à atividade de AAP. Nesses setores, a interação entre o uso da terra, as demandas da população local e os impactos ambientais requerem uma abordagem cuidadosa no processo de licenciamento ambiental.

A praia de Canasvieiras está inserida em um sistema costeiro na forma de arco, com orientação leste-oeste, com aproximadamente 2,3 km, limitada por um promontório rochoso (ponta dos Morrotes) a oeste e pelo rio do Brás a leste. Em termos de exposição às ondas, a praia de Canasvieiras é abrigada das ondulações provenientes de sudeste e sul e recebe baixa influência das ondulações provenientes de nordeste e leste. Devido a essas características, a praia é considerada de baixa energia de ondas (Pereira, 2018). Apresenta areias finas como granulometria predominante e, seguindo a tipologia proposta por Wright & Short (1984), essa praia é classificada como reflectiva (Oliveira *et al.*, 2014; Klein *et al.*, 2016). Praticamente toda a sua orla encontra-se atualmente urbanizada, com edificações construídas sobre as dunas frontais que originalmente encontravam-se fixadas pela vegetação. Alguns autores descreveram a ocorrência de erosão e consequente retração da linha de costa nessa praia (Horn Filho *et al.*, 1999; Pereira, 2018). De acordo com estudos conduzidos por Leal *et al.* (2020), nos períodos de 2009 e 2018, a praia apresentou um recuo de linha de costa de 1m/ano. Destaca-se também o trabalho realizado por Barletta *et al.* (2008) onde os autores abordaram uma série de limitações e informações necessárias para um projeto de AAP em Canasvieiras, sendo essa uma pesquisa única sobre o tema na área.



Figura 1. A) Detalhe do território do estado de Santa Catarina. B) Detalhe do território da ilha de Santa Catarina. C) Detalhe da área onde ocorreram AAP. Na praia de Canasvieiras foram depositados cerca de 383.000 m³ de sedimentos em uma faixa de 2.335 m. A jazida está localizada a 1,5 km de distância da linha de costa, abrangendo uma extensão de 30 ha e foi alvo de quatro sondagens para caracterização. Na praia dos Ingleses foram depositados aproximadamente 498.000 m³ de sedimentos em uma faixa de 2.870 m. A jazida está situada a 478 m da linha de costa, totalizando 25 ha e nove sondagens foram realizadas. Fonte: imagens de satélite, Google Earth Pro (2022).

Figure 1. A) Detail of the territory of Santa Catarina state. B) Detail of the territory of Santa Catarina island. C) Detail of the area where AAP occurred. In Canasvieiras beach, around 383,000 m³ of sediments were deposited in a strip of 2,335 m. The deposit is located 1.5 km away from the coastline, covering an area of 30 ha, and was the subject of four drillings for characterization. Approximately 498.000 m³ were deposited in the Ingleses beach in a strip of 2,870 m. The deposit is located 478 m from the coastline, totaling 25 ha, and nine surveys were carried out. Source: satellite images, Google Earth Pro (2022).

A praia dos Ingleses apresenta uma forma parabólica com orientação sudeste-noroeste, limitada por promontórios rochosos e comprimento aproximado de 5 km. Corresponde a uma praia semi-exposta à incidência das ondas, protegida das ondulações do sul e exposta às ondulações de leste e sudeste. A granulometria predominante é areia fina e classificada dentro do estágio morfodinâmico intermediário (Faraco, 2003). A praia dos Ingleses é submetida frequentemente a eventos extremos, especialmente marés de tempestade, devido a suas características naturais e intensa urbanização, tornando-a altamente suscetível à erosão (Rudorff & Bonetti, 2010; Mussi, 2011; Muler, 2012; Furtado, 2018).

Considerando o sistema de praial que se estende da Barra/Moçambique (setor leste da Ilha de Florianópolis) até Daniela (setor oeste), o qual engloba as praias discutidas no presente artigo, estudos conduzidos por Vieira da Silva *et al.* (2016a e b) indicam a presença de um transporte de sedimentos (deriva litorânea) de natureza anticiclônica.

3. Metodologia

Esta pesquisa, de natureza aplicada, adotou uma abordagem qualitativa por meio de dois estudos concretos. Para tanto, foram selecionadas duas obras de AAP, realizadas na ilha de Santa Catarina (município de Florianópolis). Em ambos os casos ocorreram alimentação na praia, conforme classificação proposta por Van Rijn (1998). A Prefeitura Municipal de Florianópolis, através da Secretaria de Infraestrutura, foi a responsável pelos estudos protocolados junto ao Instituto do Meio Ambiente (IMA), bem como pelo monitoramento ambiental posterior a execução da obra.

No decorrer da história do referido município ocorreram várias intervenções costeiras de pequena extensão (loais) com o objetivo de mitigar os danos causados por eventos de ressaca, bem como para finalidades estéticas, turísticas e de lazer. No entanto, até o presente momento, apenas duas obras de AAP foram efetivamente executadas. Essas intervenções ocorreram no setor Norte da ilha de Santa Catarina, especificamente nas praias de Canasvieiras, realizada nos anos de 2019 a 2020, e dos Ingleses, entre 2022 a 2023. O processo de licenciamento para ambos os setores costeiros teve início com a apresentação de um Estudo Ambiental Simplificado (EAS), uma categoria de estudo ambiental menos complexo do que a elaboração de um EIA-RIMA, ou seja, valores de sedimentos dragados e dispostos em cada praia, inferiores a 500.000 m³.

A escolha desses dois casos se justifica por razões específicas. A primeira obra é pioneira no âmbito municipal, representando um marco significativo em termos de intervenções no sistema praial. A segunda obra oferece uma oportunidade valiosa para realizar uma comparação dentro do mesmo município, considerando um processo de licenciamento ambiental análogo. Essa abordagem comparativa permite uma análise mais aprofundada e uma compreensão mais abrangente dos resultados e impactos das intervenções costeiras em diferentes áreas do município.

A sequência metodológica foi realizada através da análise do processo de licenciamento protocolado junto ao IMA, incluindo o EAS, as complementações requeridas devido a lacunas constatadas nos estudos, reuniões com os diversos atores responsáveis pela AAP, vistorias técnicas (previamente, durante e após o término das obras) (Fig. 2).

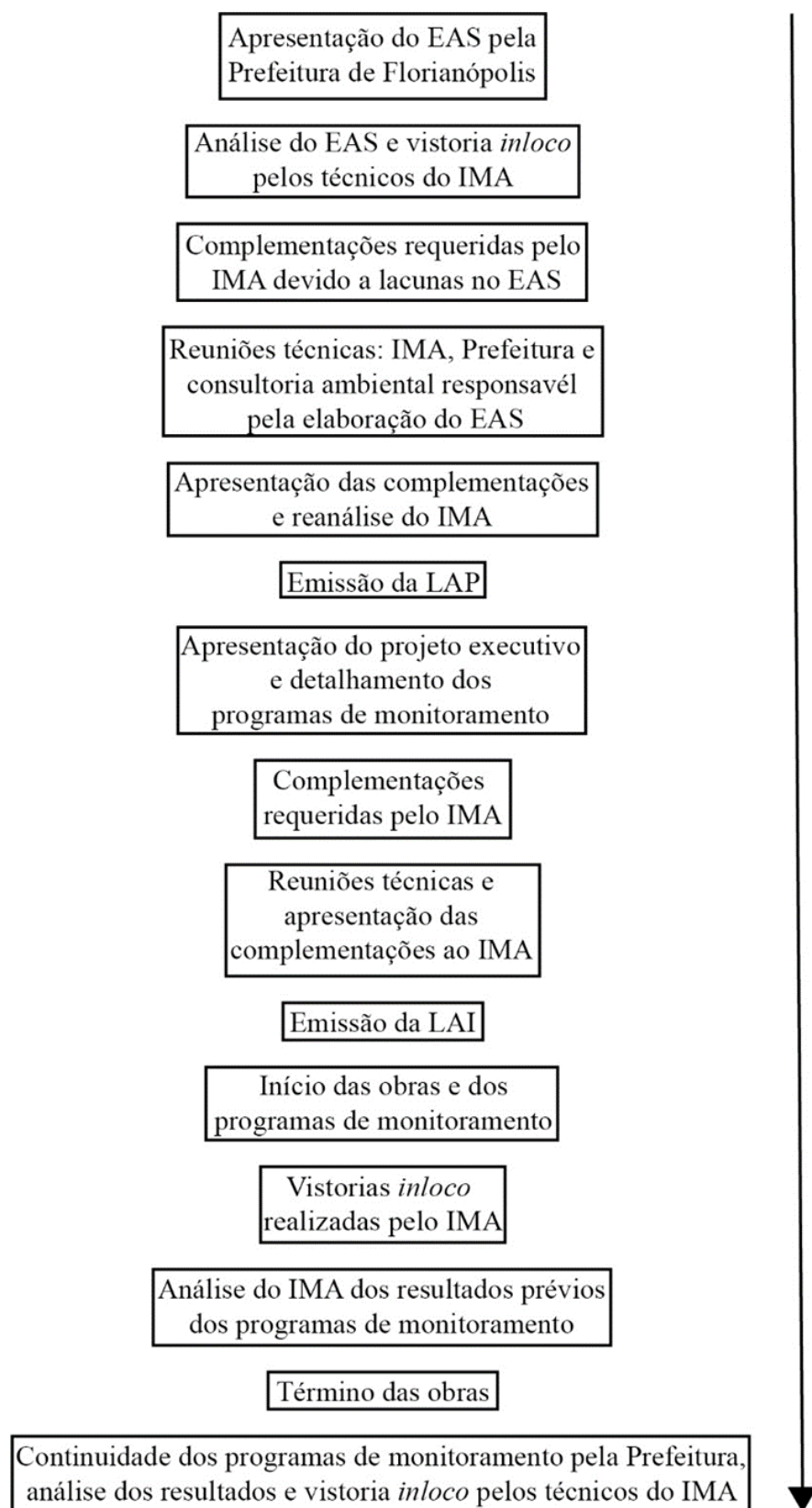


Figura 2. Fluxograma da sequência metodológica para a análise do processo de licenciamento ambiental. Enfatiza-se a relevância da continuidade dos programas de monitoramento após o término das obras de AAP. Somente através deste é possível avaliar sucesso e a eficácia da AAP a longo prazo.

Figure 2. Flowchart of the methodological sequence for analyzing the environmental licensing process. The relevance of continuing monitoring programs after the completion of AAP works is emphasized. Only through this is it possible to evaluate the success and effectiveness of AAP in the long term.

No processo de licenciamento da praia de Canasvieiras, técnicos do IMA com as seguintes formações - geólogo, engenheiro civil, engenheiro florestal e sociólogo - foram responsáveis pela análise do licenciamento abrangendo o meio físico, biótico e socioeconômico. Da mesma forma, no processo dos Ingleses, participaram profissionais do IMA com as formações de geólogo, oceanógrafo, engenheiro agrônomo e sociólogo, que desempenharam papel crucial na análise do licenciamento.

A análise documental e *in loco* da primeira obra proporcionou uma vantagem em relação à segunda, exigindo da Prefeitura Municipal de Florianópolis uma série de informações e medidas que não foram solicitadas na primeira intervenção, ou seja, durante a análise da AAP da praia de Canasvieiras foram surgindo dúvidas técnicas e pedidos de complementações, que foram sendo solicitadas separadamente para a Prefeitura Municipal de Florianópolis, ao passo que, na AAP da praia dos Ingleses, devido ao aumento da expertise da equipe de analistas do IMA para com esta atividade em específico, o requerimento de tais complementações ocorreu de forma mais célere e unificada.

Durante a execução da AAP em Canasvieiras, uma vistoria na draga foi realizada (Fig. 3), permitindo a observação de todas as infraestruturas físicas, e da mesma forma, a visualização de um ciclo completo, ou seja, desde a dragagem na jazida até a deposição do material na praia. No entanto, na praia dos Ingleses, não foi possível realizar o embarque devido a protocolos sanitários decorrentes da COVID-19.

Considerando o envolvimento direto dos autores em todas as etapas do processo de licenciamento que resultaram na obtenção das licenças ambientais, sua experiência e conhecimento especializado desempenharam um papel fundamental na elaboração deste trabalho.



Figura 3. A) Em segundo plano se observa a draga em operação na jazida que foi utilizada para AAP em Canasvieiras. B) Seta vermelha onde se evidencia a cisterna, uma espécie de porão de carga onde uma mistura de água e sedimentos é armazenada para posterior deposição na praia. Fotografias do autor.

Figure 3. A) In the background, you can see the dredger in operation in the deposit that was used for AAP in Canasvieiras. B) Red arrow showing the cistern, a type of cargo hold where a mixture of water and sediment is stored for later deposition on the beach. Photographs by the author.

Inicialmente, serão abordados o processo de licenciamento ambiental da atividade de AAP no estado de Santa Catarina e, posteriormente, dois estudos de casos específicos: da praia de Canasvieiras e da praia dos Ingleses. Esses exemplos ilustrarão as características e desafios de cada processo, enfatizando os aspectos mais relevantes. Não serão abordados na íntegra todas as particularidades do processo ambiental. Os

monitoramentos ambientais existentes, realizados após o término das obras, também foram examinados.

4. Resultados e discussões

4.1 Licenciamento ambiental - APP

A Política Nacional do Meio Ambiente (BRASIL, 1981) estabeleceu o licenciamento ambiental prévio para atividades que utilizam recursos ambientais e podem causar poluição ou degradação. A Resolução nº 01/1986 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 1986) definiu critérios, as atividades passíveis de licenciamento e os estudos mínimos a serem apresentados aos órgãos ambientais. Desta forma, a AAP deve ser submetida ao processo de licenciamento.

No estado de Santa Catarina, o IMA é o órgão responsável pela execução da Política Nacional do Meio Ambiente, o que inclui a responsabilidade legal de conduzir o processo de licenciamento ambiental na modalidade trifásica, mediante emissão de Licença Ambiental Prévia (LAP), Licença Ambiental de Instalação (LAI) e Licença Ambiental de Operação (LAO) ou modalidade unificada, mediante emissão de Autorização Ambiental (AuA) ou Licença Ambiental por Compromisso (LAC), conforme definido na Resolução nº 98/2017 do Conselho Estadual do Meio Ambiente (CONSEMA, 2017).

De acordo com o disposto na CONSEMA (2017), a AAP deve ser submetida ao processo de licenciamento ambiental. Previamente ao ano 2017, essa atividade não estava incluída nas listagens sujeitas a esse procedimento. No entanto, obras como as de Balneário Piçarras e Balneário Camboriú, protocoladas junto ao órgão ambiental antes dessa regulamentação, foram consideradas atividades poluidoras passíveis de serem licenciadas. Naquele período, o IMA concluiu que o licenciamento das obras era necessário, embora não estivesse explicitamente listado. Desta forma, utilizou-se o código "Complexos turísticos e de lazer, incluindo parques temáticos e autódromos" disposto na CONSEMA (2012), resolução vigente na época.

O volume de sedimento dragado (m^3) é o parâmetro técnico para definir o porte da atividade de AAP (CONSEMA, 2017). Valores iguais ou superiores a 500.000 m^3 condicionam a apresentação de um Estudo de Impacto Ambiental - EIA, e respectivo Relatório de Impacto sobre o Meio Ambiente - RIMA, que representa o estudo de maior complexidade e abrangência no âmbito do estado de Santa Catarina. Valores inferiores são submetidos a um estudo denominado EAS.

Considerando a CONSEMA (2017), somente o IMA possui competência para analisar este tipo de atividade, portanto, mesmo que o impacto seja local (municipalizado), o Estado é responsável pelo processo de licenciamento de AAP. Exceções podem existir quando o órgão estadual delega esta competência para o município.

De uma forma geral, no que se refere AAP, o processo de licenciamento é bifásico: a Licença Ambiental Prévia (LAP) aprova a localização e concepção da obra, principalmente no que se refere a compatibilidade da jazida de empréstimo com o sedimento da praia nativa; a Licença Ambiental de Instalação (LAI) autoriza a dragagem, o transporte, bem como a deposição e nivelamento do sedimento na praia.

Nos casos analisados no estudo, bem como na AAP de Balneário Camboriú, a LAO não foi emitida. Esta licença autoriza o início das operações propriamente dita, no entanto, considerando que todas as ações já foram concedidas na fase de LAI,

juntamente com a definição de todos os programas de monitoramento e seus respectivos objetivos e cronograma estabelecidos, a emissão de uma LAO perde o objeto, haja vista que esta não autorizaria nenhuma operação concreta.

4.1.1 Praia de Canasvieiras

A execução da obra (dragagem e deposição de sedimentos na praia) iniciou no mês de outubro de 2019 e teve seu término na primeira quinzena de janeiro de 2020 (Fig. 4). O volume aproximado de sedimento disposto na faixa de praia foi de 383.000 m³, para obter uma largura da berma, após a estabilização, em 30 m. A extensão (longitudinal) do setor alimentado correspondeu a 2.335 m. Conforme apresentado ao IMA, a vida útil da AAP da praia de Canasvieiras, com base em modelagem numérica, é de cerca de 10 anos, considerando as taxas de erosão e o volume depositado na praia.



Figura 4. A) Tubulação utilizada para conduzir o sedimento da cisterna da draga até a praia. B) Draga sendo acoplada a tubulação. C) Sedimento depositado na praia, com a draga em segundo plano. Após concluir a operação na área da jazida, a draga se desloca até a proximidade da linha de costa e se conecta a uma rede de tubulação para dispor o material na praia. D) AAP sendo realizada na praia de Canasvieiras. Se observa o bombeamento dos sedimentos através da rede de tubulação, enquanto o maquinário os espalha. Fotografias do autor.

Figure 4. A) Pipe used to convey the sediment from the dredge cistern to the beach. B) Dredger being coupled to the pipeline. C) Sediment deposited on the beach, with the dredger in the background. After completing the operation in the deposit area, the dredger moves close to the coastline and connects to a pipe network to dispose of the material on the beach. D) AAP being carried out on Canasvieiras beach. The pumping of sediments is observed through the pipe network, while the machinery spreads them. Photographs by the author.

A LAP nº 11140/2018 (IMA, 2018) aprovou a concepção e localização da atividade, atestando a sua viabilidade ambiental. Os principais impactos foram levantados e suas medidas mitigadoras apresentadas. Um total de 40 condicionantes ambientais foram requeridas para o andamento do processo. A compensação estipulada pelo Sistema Nacional de Unidades de Conservação - SNUC - (BRASIL, 2000) não foi aplicada, uma vez que o porte da obra foi licenciado por meio de um EAS. Da mesma forma, a audiência pública, obrigatória apenas para empreendimentos licenciados via EIA/RIMA (CONSEMA, 2017) não foi realizado, pois não houve solicitação por parte de entidade civil e/ou Ministério Público conforme o Decreto Estadual nº 2.955/2010, que estabelece o rito do licenciamento ambiental no âmbito do IMA.

No contexto da LAP, que tem como objetivo avaliar a viabilidade técnica e locacional de uma obra, o ponto mais relevante é a determinação da jazida de empréstimo. Segundo Dean (2002), o fator crucial em um projeto de AAP é a definição da jazida, que deve possuir um sedimento com tamanho médio dos grãos compatível com a praia a ser alimentada. A composição dos sedimentos encontrados em uma praia está intimamente ligada à sua localização dentro do perfil da praia. Portanto, para uma caracterização precisa do sistema praial e a seleção adequada de uma jazida, é fundamental coletar amostras de sedimentos ao longo de todo o perfil, incluindo áreas submersas e subaéreas, além de realizar amostragens longitudinais em toda a extensão da praia. Destaca-se a relevância do guia publicado pela Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (BRASIL, 2018), onde são apresentados todos procedimentos metodológicos para a determinação de uma jazida destinada à execução de projetos de AAP.

Inicialmente, nos estudos ambientais submetidos ao IMA, foi realizado um levantamento geofísico de uma jazida localizada na plataforma continental interna. Nessa área, com aproximadamente 63 hectares (ha) e situada a cerca de 1,5 km da linha de costa, foram realizadas 10 sondagens do tipo *vibracore*. Após a análise dos sedimentos coletados, constatou-se que o setor Oeste era inadequado (percentuais elevados de silte/argila) para a alimentação praial. Assim, a área compatível foi restringida a 30 ha, situada a uma profundidade entre 3,55 e 4,4 m e a dragagem a 2 m do leito marinho.

Nessa área um número limitado de sondagens estava programado (vide Fig. 1): Um total de quatro perfizeram todo o perfil dragado, enquanto sete sondagens coletaram na camada superficial (profundidades entre 0,2 e 1 m). Prontamente, o IMA requereu uma correlação entre os dados geofísicos (método indireto) e os testemunhos (método direto), de modo a avaliar o padrão de empilhamento (caracterização física dos sedimentos - principalmente tamanho de grão) com o padrão dos refletores sísmicos. Haja vista as diversas dificuldades que o órgão ambiental enfrenta para solicitar estudos complementares, como sondagens em outras áreas fonte de sedimentos ou uma malha mais densa de sondagens, a realização desta análise correlativa foi primordial para definir a viabilidade locacional da jazida.

No que se refere a densidade amostral para determinar as características da jazida, a Resolução nº 454/2012 do Conselho Nacional do Meio Ambiente (CONAMA, 2012) serve de base para estabelecer um número mínimo de amostras para a caracterização da área a ser dragada. Na praia de Canasvieiras a legislação indicou que seriam necessários de 7 a 15 amostras, no entanto, o correto é que se realize o quantitativo de sondagens contemplando toda a coluna a ser dragada, não amostras pontuais superficiais, como normalmente é apresentado ao IMA. Evidentemente, essa quantificação deve considerar a análise prévia dos padrões de refletores identifica-

através do levantamento geofísico. Após a análise dos levantamentos geofísicos define-se a espacialização, a profundidade e o número necessário de sondagens a serem realizadas.

Um aspecto fundamental na caracterização da jazida foi a exigência do IMA da apresentação da coluna estratigráfica, bem como tabelas informativas de cada sondagem realizada evidenciando a distribuição granulométrica (tamanho médio do grão), incluindo parâmetros estatísticos (Folk & Ward, 1957), conteúdo de matéria orgânica (presença de sedimentos orgânicos que podem afetar a estabilidade e a durabilidade da AAP), material carbonático (fragmentos de conchas) e coloração (Tab. 1).

Em obras de AAP, o diâmetro médio (D50) é o parâmetro preferencial, em relação à moda e à mediana, para a avaliação da jazida e praias alvos do projeto. A escolha do D50 é devido à sua capacidade de representar a média geral do tamanho das partículas. Enquanto a moda representa o tamanho de partícula mais comum e a mediana representa o valor central na distribuição, o D50 abrange uma faixa mais ampla de tamanhos e oferece uma visão mais abrangente da composição granulométrica. A seleção dos grãos é um fator também a se considerar uma vez que evidencia a uniformidade do depósito.

Quando um material carbonático passa por uma análise granulométrica é frequente que seja realizada a etapa de queima ou calcinação. Essa etapa é importante porque o carbonato pode influenciar nos parâmetros estatísticos. No entanto, em obras de AAP é fundamental que se determine o percentual e em qual fração granulométrica (fina, média, grossa) este material está modificando a distribuição. Dessa forma, será possível evitar a introdução de uma quantidade desproporcional de carbonatos, equilibrando a composição e preservando as características naturais da praia a ser engordada.

Da mesma forma, um percentual elevado de carbonatos pode influenciar na vida útil da AAP. Conchas geralmente têm pesos e tamanhos diferentes em comparação com areias. Isso pode afetar a eficácia do transporte e distribuição das conchas, resultando em uma distribuição desigual ao longo da praia. A presença significativa de conchas pode afetar a estabilidade da praia, especialmente se essas conchas não se comportarem da mesma forma que os sedimentos naturais. Conchas podem ser mais suscetíveis ao movimento e transporte por ondas e correntes, o que pode levar a uma maior propensão à erosão.

Um termo muito utilizado neste tipo de obras é o “compósito” ou “composite” que é a combinação (mistura) de todas amostras obtidas, onde se obtém uma média das características granulométricas do depósito. No contexto da determinação do compósito da praia a ser alimentada são necessárias amostragens de sedimentos ao longo de todo o perfil, desde a parte submersa até a parte subaérea e, da mesma forma, realizar coleta de amostras longitudinais em toda a extensão da área praial. Portanto, é fundamental que o compósito dos sedimentos da jazida seja compatível com o da praia nativa.

Durante a investigação da jazida, constatou-se, por meio da análise do compósito, que o D50 dos sedimentos tanto na jazida quanto na praia de Canasvieiras era praticamente idêntico (0,18 mm). Além disso, a seleção dos grãos também apresentava características semelhantes, com pouca presença de matéria orgânica e sedimentos finos. O percentual de carbonatos também não ultrapassava 3% no compósito.

A	Amostra	Diâmetro médio (ϕ)	Diâmetro médio (mm)	Seleção	Finos (%)
	CANASVIEIRAS #1A	2.54	0.17	0.41	0.0
	CANASVIEIRAS #1B	2.51	0.18	0.39	0.0
	CANASVIEIRAS #1C	2.45	0.18	0.38	0.0
	CANASVIEIRAS #4A	2.31	0.20	0.56	0.0
	CANASVIEIRAS #4B	2.55	0.17	0.34	0.0
	CANASVIEIRAS #4C	2.41	0.19	0.40	0.0
	CANASVIEIRAS #7A	2.46	0.18	0.44	0.0
	CANASVIEIRAS #7B	2.55	0.17	0.39	0.0
	CANASVIEIRAS #7C	2.57	0.17	0.33	0.0
	CANASVIEIRAS #10A	2.50	0.18	0.40	0.0
	CANASVIEIRAS #10B	2.47	0.18	0.46	0.0
	CANASVIEIRAS #10C	2.48	0.18	0.37	0.0
	CANASVIEIRAS #13A	2.56	0.17	0.40	0.0
	CANASVIEIRAS #13B	2.56	0.17	0.35	0.0
	CANASVIEIRAS #13C	2.50	0.18	0.37	0.0
	CANASVIEIRAS #16A	2.50	0.18	0.45	0.0
	CANASVIEIRAS #16B	2.40	0.19	0.44	0.0
	CANASVIEIRAS #16C	2.52	0.17	0.36	0.0
	CANASVIEIRAS #19A	2.57	0.17	0.37	0.0
	CANASVIEIRAS #19B	2.46	0.18	0.42	0.0
	CANASVIEIRAS #19C	2.52	0.17	0.34	0.0
	CANASVIEIRAS #22A	2.61	0.16	0.31	0.0
	CANASVIEIRAS #22B	2.36	0.19	0.44	0.0
	CANASVIEIRAS #22C	2.44	0.18	0.39	0.0
	compósito da praia	2.49	0.18	0.39	0.0

B	Amostra	Profundidade (cm)	Comprimento efetivo (cm)	Diâmetro médio (ϕ)	Carbonato de Cálcio (%)	Matéria Orgânica (%)	Diâmetro médio (mm)	Seleção	Finos (%)
	VC_CN_#1A	0-18	18.0	2.57	1.19	0.31	0.17	0.46	1.05
	VC_CN_#1B	18-28	10.0	1.57	21.43	0.73	0.34	1.61	1.97
	VC_CN_#1C	28-113	85.0	2.34	1.88	0.35	0.20	0.46	1.57
	VC_CN_#1D	113-140	27.0	2.54	0.43	0.43	0.17	0.47	3.66
	compósito sondagem 1		140.0	2.35	2.91	0.39	0.20	0.54	1.93
	VC_CN_#2A	0-16	16.0	2.46	2.85	0.31	0.18	0.57	1.92
	VC_CN_#2B	16-28	12.0	1.69	19.56	0.77	0.31	1.59	2.00
	VC_CN_#2C	28-140	112.0	2.52	1.10	0.36	0.17	0.44	2.23
	compósito sondagem 2		140.0	2.44	2.88	0.39	0.19	0.55	2.17
	VC_CN_#3A	0-12	12.0	2.61	2.61	0.24	0.16	0.51	1.59
	VC_CN_#3B	12-20	8.0	2.33	12.81	0.55	0.20	1.04	2.52
	VC_CN_#3C	20-140	120.0	2.58	0.74	0.45	0.17	0.44	2.34
	compósito sondagem 3		140.0	2.56	1.59	0.43	0.17	0.48	2.28
	VC_CN_#4A	0-40	40.0	2.51	10.66	0.55	0.18	0.93	2.68
	VC_CN_#4B	40-140	100.0	2.66	1.19	0.56	0.16	0.76	12.43
	compósito sondagem 4		140.0	2.61	3.90	0.56	0.16	0.81	9.64

C	Comprimento efetivo (cm)	Diâmetro médio (ϕ)	Diâmetro médio (mm)	Carbonato de Cálcio	Matéria Orgânica	Seleção	Finos (%)
compósito sondagem 1	140.0	2.35	0.20	2.91	0.39	0.54	1.93
compósito sondagem 2	140.0	2.44	0.19	2.88	0.39	0.55	2.17
compósito sondagem 3	140.0	2.56	0.17	1.59	0.43	0.48	2.28
compósito sondagem 4	140.0	2.61	0.16	3.90	0.56	0.81	9.64
compósito jazida	560.0	2.49	0.18	2.82	0.44	0.60	4.01

Tabela 1. A) Tabela evidenciando o compósito da praia nativa de Canasvieiras obtido através da média aritmética de cada amostra de sedimento coletada ao longo dos perfis de praia (numeral) e ao longo de cada perfil de praia (letra). Observa-se alguns parâmetros estatísticos levantados para caracterização do sedimento. B) Tabela com as amostras de cada sondagem do tipo *vibracore* (VC) realizada na área da jazida de empréstimo. Observa-se os parâmetros analisados e o compósito de cada VC. C) Tabela evidenciando o compósito da jazida. O sedimento da jazida apresentou o mesmo diâmetro médio da praia de Canasvieiras. Modificado de PROSUL (2019).

Table 1. A) Table showing the composite of the native beach of Canasvieiras obtained through the arithmetic mean of each sediment sample collected along the beach profiles (numeral) and along each beach profile (letter). Some statistical parameters raised to characterize the sediment are observed. B) Table with samples from each *vibracore* (VC) drilling carried out in the borrow deposit area. The analyzed parameters and the composite of each VC are observed. C) Table showing the composite of the deposit. The sediment from the deposit had the same average diameter as that of Canasvieiras beach. Modified from PROSUL (2019).

A LAI nº 5390/2019 (IMA, 2019) autorizou, no âmbito da avaliação ambiental, o início das obras da AAP. Para obter essa autorização, foi necessário apresentar ao IMA um detalhamento dos planos e programas de monitoramento em nível executivo, que seriam realizados antes, durante e após a fase de alimentação. Esses planos e programas têm como objetivo garantir a adequada gestão ambiental e monitoramento dos impactos durante todas as etapas do projeto.

Conforme o projeto executivo submetido ao IMA e descritos nas licenças ambientais emitidas (LAP e LAI), o volume necessário para atingir os objetivos propostos foi de 344.685,97 m³. Após o término da obra, foram apresentados os relatórios de acompanhamento e consolidado da AAP de Canasvieiras, onde constatou-se que o volume de material dragado foi de aproximadamente 383.000 m³. Esta variação, no ponto de vista de impacto ambiental, não foi questionada pelo órgão ambiental.

Em um projeto de AAP, durante o processo de investigação pode-se constatar que existem setores na jazida que são mais compatíveis com a praia a ser alimentadas. A medida que as operações de dragagem avançavam e as análises sedimentológicas eram realizadas, foi possível confirmar ou não a compatibilidade entre os sedimentos da jazida e da praia. Essa constatação influencia diretamente a logística da dragagem, direcionando os esforços para as áreas onde a compatibilidade era comprovada, garantindo uma alimentação mais adequada da praia. Nesse contexto, a LAI 5390/2019 estabeleceu um total de 20 condicionantes ambientais, incluindo a verificação diária da compatibilidade dos sedimentos. Essa era conduzida por um técnico especializado, tanto a bordo quanto em terra, por meio de técnicas de resposta rápida, como análise tátil-visual, além da realização de análises granulométricas em laboratório.

De acordo com as análises sedimentológicas incluídas nos relatórios ambientais submetidos ao IMA, durante a realização das obras, foram observados resultados ligeiramente diferentes das análises prévias de investigação. Houve uma tendência de aumento no diâmetro médio (D50) e uma redução no grau de seleção dos grãos, comparativamente a praia nativa, indicando uma maior heterogeneidade nos sedimentos adicionados na praia de Canasvieiras. Foi constatada a ausência de matéria orgânica e a presença de sedimentos finos inferiores a 5%. Quanto à presença de material carbonático, os relatórios apenas mencionaram uma "baixa presença de fragmentos de conchas" não quantificando as mesmas. De forma geral, os sedimentos da jazida dispostos na praia de Canasvieiras se mostraram compatíveis, apresentando predominantemente o tamanho de grão areia fina (escala granulométrica - Wentworth, 1922).

Contudo, durante as inspeções conduzidas pelo IMA na praia de Canasvieiras, por meio de uma avaliação visual, constatou-se a existência de fragmentos de conchas que aparentemente excediam a classificação anteriormente mencionada como "baixa" nos relatórios. Embora esse aumento não cause um desconforto ao caminhar descalço na praia, pode ter influência na declividade da mesma, resultando em alterações morfológicas. Portanto, é importante considerar a presença de fragmentos de conchas em futuras avaliações e monitoramentos da jazida e da praia.

Durante as primeiras semanas da obra na praia de Canavieiras, que envolveu a dragagem da camada superficial da jazida, foram adicionadas à faixa de praia grandes quantidades de um molusco do gênero *Strombus*, conhecido popularmente como "búzio". No entanto, durante a vistoria da obra realizada pelos técnicos do IMA, a presença desses não era tão evidente. A consultoria responsável pelos controles ambientais da obra,

juntamente com relatos de pescadores locais, afirmou que o molusco é comestível e que a população prontamente os recolheu.

No que se refere a cor da areia disposta na praia, este é um fator importante na percepção estética e na atratividade para os usuários. A classificação da cor é feita com uso da carta de *Munsell Soil Color Chart*, mas não existe uma metodologia aceitável para estimar as mudanças de cor que ocorrerão em uma amostra de areia após a colocação na área de aterro e exposição ao sol e atmosfera durante semana e meses (Dean, 2002). Durante as dragagens realizadas na praia de Canasvieiras foram observadas variações na coloração dos sedimentos, entre tonalidades amarela, amarronzada e cinza. No entanto, vistorias posteriores conclusão das obras, constataram uma coloração uniforme nos sedimentos, apresentando uma tonalidade branca. A mistura dos sedimentos durante as operações de dragagem pode ter sido um dos fatores que contribuíram para essa uniformidade na coloração dos sedimentos.

A LAI 5390/2019 (IMA, 2019) que autorizou a realização das obras na praia de Canasvieiras determinou que as obras não fossem efetuadas no período de alta temporada (dezembro a fevereiro). Devido a essa restrição e aos diversos problemas mecânicos, estruturais e de eficiência enfrentados pela draga em operação, foi solicitada ao IMA sua substituição por outra que oferecesse maior capacidade produtiva. No entanto, mesmo com esta mudança, a AAP avançou no período de alta temporada, sendo finalizada na primeira quinzena de janeiro.

O IMA concedeu essa autorização, contudo fez uma série de apontamentos, alertando que o perfil praiar de Canasvieiras poderia apresentar um declive acentuado, comparativamente ao perfil anterior as obras. Desta forma, foi necessário que os responsáveis pela segurança dos banhistas fossem alertados de tal possibilidade e, paralelamente, que os setores liberados para banho deveriam estar em consonância com o perfil praiar estabelecido em projeto.

Com o término das obras uma série de programas de monitoramentos ambientais deveriam ter sido efetuados, visando o acompanhamento da AAP, contudo, estes não estão sendo realizados. Dois autos de infrações ambientais foram emitidos pelo IMA por não atender as condicionantes estabelecidas na LAI.

No que se refere à questão da recuperação do sistema de *foredunes* (dunas frontais) e sua respectiva vegetação em projetos de AAP, há diferentes abordagens e opiniões. Alguns autores (Nordstrom, 2000; Waterman, 2010) defenderam a reconstituição das características morfológicas originais do sistema de *foredunes*, desde que essas características existissem antes da urbanização. Por outro lado, há quem defenda que a decisão sobre a restauração deveria ser tomada pela população que frequenta a praia. Isso poderia ser feito através de um plebiscito ou algum tipo de consulta pública, permitindo que a comunidade local decida se desejam ou não estabelecer essas feições naturais. Além disso, existe um grupo que argumenta que em todos os projetos AAP é essencial recuperar os *foredunes* e sua vegetação original, independentemente da vontade da população local ou condição prévia. Na praia de Canasvieiras o projeto de restauração foi apresentado pela Prefeitura Municipal de Florianópolis, sancionado pelo IMA, no entanto, não foi implantada de forma eficiente e nenhum monitoramento posterior foi realizado (Fig. 5).



Figura 5. A) Setor da praia de Canasvieiras onde deveria ter sido implementado um programa de recuperação das dunas frontais. No entanto, apenas uma pequena área foi cercada, e a plantação de mudas esparsas não teve o impacto desejado. Além disso, apenas uma ação isolada foi realizada, sem a efetiva implementação de um programa de monitoramento. B) Detalhe da área cercada onde originalmente se buscava preservar as características morfológicas do sistema de *foredunes*. Fotografias do autor.

Figure 5. A) Canasvieiras Beach sector where a frontal dune recovery program should have been implemented. However, only a small area was fenced, and the sparse planting of seedlings did not have the desired impact. Furthermore, only one isolated action was carried out, without the effective implementation of a monitoring program. B) Detail of the fenced area where the morphological characteristics of the foredune system were originally sought to be preserved. Photographs by the author.

Uma das condições impostas pelo IMA era o monitoramento da linha costa, bem como a análise da evolução morfodinâmica através de perfis transversais à praia, objetivando avaliar a eficácia e comportamento da AAP. Os perfis deveriam ser realizados em intervalos mensais, ou imediatamente após eventos meteorológicos extremos, durante o primeiro semestre e, posteriormente, sua frequência avaliada pelo IMA. Durante as vistorias realizadas, foi observada a presença de escarpas erosivas imediatamente após a conclusão da obra. No entanto, ao longo do tempo, essas escarpas foram suavizadas pela dinâmica natural da praia (Fig. 6).

É relevante destacar que, em momentos posteriores, após a ocorrência de eventos meteorológicos extremos, novas escarpas voltaram a surgir. Durante os meses de verão, notou-se que o perfil da praia se torna mais plano, apresentando menos declives acentuados em comparação com o inverno. Certamente, existe um processo de adaptação morfológica que ocorre ao longo de ciclos de condições climáticas favoráveis e desfavoráveis, e essa situação geralmente se estende ao longo de vários anos até que o perfil alcance um novo estado de equilíbrio dinâmico. Conforme observado no sudeste da Austrália, que possui um histórico de aproximadamente 50 anos de projetos de alimentações de praia, a deposição de areia na parte emersa (*upper beach*) pode resultar em escarpas, e o ajuste do perfil pode levar à formação de uma praia com topografia irregular, o que, por sua vez, pode gerar uma percepção negativa do projeto (Vieira da Silva *et al.*, 2023).

Até o presente momento, no litoral de Santa Catarina, somente a AAP realizada em Balneário Camboriú mantém um monitoramento contínuo da largura da faixa de praia e do balanço sedimentar (acresção e erosão) (Caruso, 2023), com levantamentos que tiveram início em novembro de 2021. Os resultados evidenciam períodos mais erosivos durante o outono/inverno e a subsequente recuperação do perfil costeiro nos meses de primavera/verão. A referida praia não apresenta um comportamento erosivo acentuado como constatado nas praias de Canasvieiras e Ingleses, logo, a análise e conclusões dos monitoramentos devem ser diferenciadas.



Figura 6. A) Praia de Canasvieiras no ano de 2020, logo após a AAP, onde observa-se uma escarpa erosiva, paralela à faixa de praia; B) Praia de Canasvieiras no ano de 2022, onde o perfil praial apresenta um gradiente suave. Ressalta-se que após eventos meteorológicos extremos as escarpas voltam a ser presentes na praia de Canasvieiras. Fotografias do autor.

Figure 6. A) Canasvieiras Beach in 2020, just after the AAP, where an erosive scarp can be observed, parallel to the beach strip; B) Praia de Canasvieiras in the year 2022, where the beach profile has a smooth gradient. It is noteworthy that after extreme meteorological events, the cliffs are present again on Canasvieiras beach. Photographs by the author.

Foram apresentados cinco relatórios de monitoramentos ao IMA onde se observou que, após cerca de três anos da obra concluída, as extremidades leste e oeste apresentaram perdas (erosão) que alcançaram os 100 m³/m. As conclusões dos relatórios apontam que pelo fato de o transporte longitudinal de sedimentos (deriva litorânea) ser de leste para oeste, a areia que transpassa a ponta dos Morretes não retorna à praia de Canasvieiras, sendo transportada em direção às praias adjacentes (Canajurê, Jurerê e Daniela). Através da análise de imagens de satélite e vistorias realizadas pelo IMA, foi identificado um acúmulo de sedimentos, provavelmente provenientes do processo de alimentação da praia de Canasvieiras, os quais foram transportados no sentido oeste, seguindo a direção da deriva litorânea. Esses sedimentos contribuíram para a formação de uma projeção na praia de Canajurê (Fig. 7). O fenômeno de transposição de sedimentos, conhecido como "*bypassing*", já foi documentado na Ilha de Santa Catarina por Vieira da Silva *et al.* (2016a e b). AAP de Canasvieiras possivelmente ampliou a magnitude do transporte de sedimentos.

Da mesma forma, os relatórios dos perfis praias evidenciaram a presença de um banco de areia submerso (Fig. 8), cerca de 100 m da linha de costa, devido a ocorrência de um ou mais vazamentos da tubulação da draga durante a execução da obra. Tal fato não foi informado ao IMA. Soma-se a isso o Programa de Ação de Emergencial (prevista na LAI) que deveria estabelecer ações contra qualquer imprevisibilidade. Os levantamentos realizados nas áreas adjacentes a esse banco arenoso revelaram uma proeminência, em direção ao oceano, da linha de costa, indicando que a área central do engordamento foi a única onde não foi observado um processo de erosão. Isso sugere que essa área pode ter atuado como uma barreira protetora contra a ação erosiva e/ou como uma fonte de suprimento de sedimentos para a praia.



Figura 7. A) Imagem do satélite *Google Earth Pro* (2018) anterior a AAP. B) Imagem do satélite *Google Earth Pro* (2023), cerca de três anos e meio após a conclusão das obras. Nessa imagem, é possível observar um notável acúmulo de sedimentos provenientes provavelmente do processo de engordamento da praia de Canasvieiras, os quais foram transportados no sentido oeste, seguindo a direção da deriva litorânea (leste para oeste). Esses sedimentos contribuíram para a formação de uma projeção na praia de Canajuré. Ao sul dessa projeção, é visível a presença do trapiche pertencente a uma marina.

Figure 7. A) Google Earth Pro satellite image (2018) prior to AAP. B) Image from the Google Earth Pro satellite (2023), approximately three and a half years after the completion of the works. In this image, it is possible to observe a notable accumulation of sediments probably from the fattening process of Canasvieiras beach, which were transported westwards, following the direction of the coastal drift (east to west). These sediments contributed to the formation of a projection on Canajuré beach. To the south of this projection, the presence of the jetty belonging to a marina is visible.

Até o presente momento, a AAP desempenhou sua função de proteção garantindo a segurança das infraestruturas urbanas ao longo da costa da praia de Canasvieiras, além de servir como uma plataforma de recreação. É importante destacar que o projeto proveu uma vida útil estimada de 10 anos, após os quais a praia retornaria ao seu estado de pré engordamento, conforme indicado pelos modelos apresentados ao IMA. No entanto, é crucial enfatizar a necessidade de um monitoramento contínuo e o cumprimento integral de todas as condições ambientais estabelecidas na LAI. Essas medidas são essenciais para garantir a preservação ambiental e o sucesso dos projetos de gestão costeira a longo prazo.

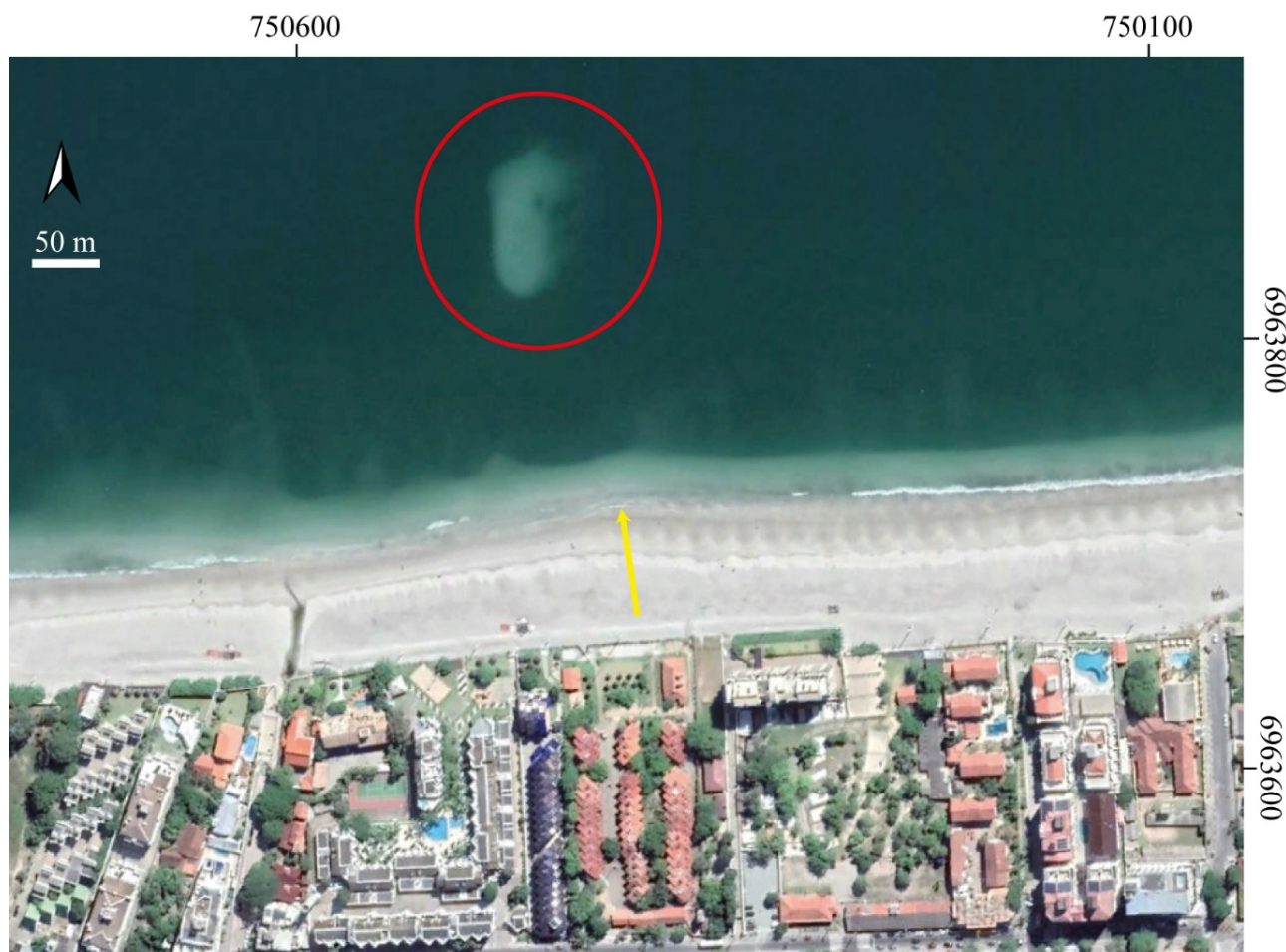


Figura 8. Imagem do satélite *Google Earth Pro* (maio de 2020). Praia de Canasvieiras, onde se pode observar a presença de um banco arenoso formado pelo vazamento da tubulação da draga durante a AAP (círculo vermelho). Os levantamentos topobatimétricos realizados nas áreas adjacentes a esse banco revelaram uma proeminência, em direção ao oceano, da linha de costa (seta amarela), indicando que a área central do engordamento foi a única onde não foi observado um processo de erosão.

Figure 8. Google Earth Pro satellite image (May 2020). Canasvieiras Beach, where you can see the presence of a sandy bank formed by the leakage of the dredge pipe during the AAP (red circle). The topobathymetric surveys carried out in the areas adjacent to this bank revealed a prominence, towards the ocean, of the coastline (yellow arrow), indicating that the central area of the thickening was the only one where an erosion process was not observed.

4.1.2 Praia dos Ingleses

O processo de licenciamento ambiental na praia dos Ingleses compartilha semelhanças relevantes em relação à praia de Canasvieiras. Por esta razão serão

abordadas as principais características e peculiaridades, evitando a repetição de análises abrangentes da AAP, apresentadas anteriormente.

A execução da obra de AAP iniciou no final do mês janeiro de 2023 e teve seu término na segunda quinzena de março do mesmo ano (Fig. 9). O volume aproximado de sedimento disposto na faixa de praia foi de 498.000 m³, para obter uma largura da berma, após a estabilização, em 30 m. A extensão (longitudinal) do setor alimentado correspondeu a 2.870 m (400 m da extremidade sul da praia e 500 m ao sul da foz do rio Capivari). Conforme apresentado ao IMA, a vida útil do engordamento na praia dos Ingleses é de cerca de cinco anos, considerando as taxas de erosão e o volume depositado na praia.

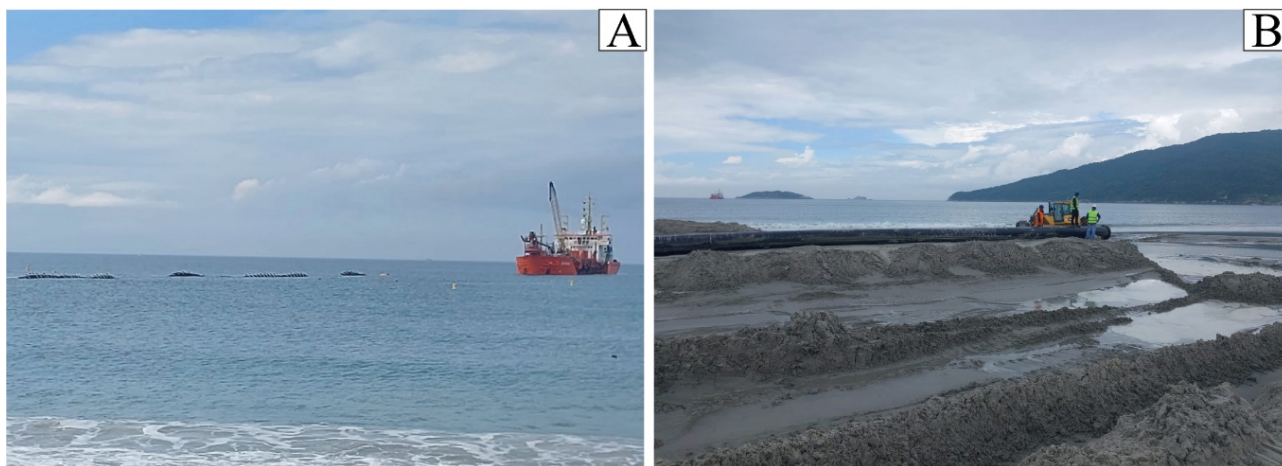


Figura 9. A) Após concluir a operação na área da jazida, a draga se desloca até a proximidade da linha de costa e se conecta a uma rede de tubulação para dispor o material na praia dos Ingleses. B) Sedimento disposto na praia. A extensão do setor alimentado correspondeu a 2.870 m. Fotografias do autor.

Figure 9. A) After completing the operation in the deposit area, the dredger moves close to the coastline and connects to a pipe network to dispose of the material on Praia dos Ingleses. B) Sediment laid out on the beach. The length of the fed sector corresponded to 2,870 m. Photographs by the author.

A LAP n° 3359/2022 (IMA, 2022a) aprovou a concepção e localização da atividade, atestando a sua viabilidade ambiental. A compensação estabelecida pelo SNUC não foi aplicada, pois a obra foi licenciada por um EAS. A audiência pública também não foi realizada. Foram estabelecidas 20 condicionantes ambientais para dar continuidade ao processo. A partir da experiência adquirida com o licenciamento da AAP da praia de Canasvieiras, bem como com a Balneário Camboriú, os responsáveis técnicos do IMA solicitaram de forma objetiva e concatenada os requisitos a serem cumpridos durante todo o processo da AAP na praia dos Ingleses.

No âmbito dos estudos ambientais submetidos ao IMA, foi conduzido um levantamento geofísico em uma jazida de empréstimo situada na plataforma continental interna. Essa região abrange aproximadamente 115 ha e apresenta seu ponto mais próximo a 478 m da linha de costa. Para avaliar as características geológicas e sedimentares, um total de 25 sondagens *vibracore* foram executadas. Após a análise dos sedimentos, constatou-se que o setor Oeste era inadequado para a alimentação. Assim, a área compatível foi restringida a 25 ha, situada a uma profundidade entre 8 a 10 m e a dragagem a 2 m do leito marinho. Um total de nove sondagens foram realizadas nessa área (vide Fig. 1).

Devido à proximidade da jazida com a linha de costa, o IMA manifestou preocupação quanto à possibilidade de se estabelecer, após a dragagem, um “sumidouro” de sedimentos, ocasionando um ponto erosivo na praia adjacente, sobretudo em condições meteorológicas extremas. Os resultados de modelagens numéricas evidenciaram uma influência mínima, devido à jazida estar situada em uma área semi-protegida da ação das ondas de tempestade provenientes de sul e sudoeste, sob a sombra do costão rochoso.

Da mesma forma, como ocorrido no processo de Canasvieiras, mesmo considerando uma área menor e um número maior de sondagens, o IMA requereu a apresentação em planta, das linhas sísmicas com as respectivas sondagens, correlacionando o padrão de empilhamento (caracterização física dos sedimentos - tamanho de grão) com o padrão dos refletores. O estudo do compósito da jazida, obtido pela combinação das amostras coletadas em nove sondagens, revelou um diâmetro médio de partículas de 0,16 mm, enquanto na praia dos Ingleses esse valor foi de 0,17 mm. Foram constatadas semelhanças no grau de seleção, teor de carbonato, ausência de matéria orgânica e coloração dos sedimentos da praia dos Ingleses e da jazida.

A LAI nº 6316/2022 (IMA, 2022b) autorizou, no âmbito da avaliação ambiental, o início das obras da AAP em Ingleses. Foram solicitadas um total de 38 condicionantes ambientais, das quais 13 deveriam ser cumpridas antes do início das obras. Esse fato foi uma medida do IMA em relação alguns pontos específicos que não foram sanados previamente a emissão da LAI, como por exemplo: locação do canteiro de obras, anotação de responsabilidade técnica (ARTs) de execução dos programas ambientais, cronograma atualizado da obra, inclusão de programas de monitoramento morfológico da jazida, clima de ondas e dinâmica praial após AAP.

Na praia dos Ingleses, o projeto de locação do canteiro de obras apresentou desafios específicos em comparação à praia de Canasvieiras. Enquanto na praia de Canasvieiras o canteiro foi implantado em uma área totalmente antropizada em frente à faixa de praia, na praia dos Ingleses houve dificuldades na sua definição. A única área próxima à praia que poderia acomodar toda a infraestrutura necessária, em especial os tubos para a draga, possuía um fragmento de vegetação de restinga bem preservado. Todavia, a autorização de corte foi indeferida pelo corpo técnico do IMA. Para conduzir as centenas de metros de tubos até a praia foi requerido junto ao IMA a supressão desta vegetação. Após várias negociações, uma solução alternativa foi encontrada. Foi utilizado um guindaste com um braço articulado de dezenas de metros para transportar esse material até a praia, sem a necessidade de supressão da vegetação (Fig. 10). Essa solução contribuiu para preservar a vegetação de restinga, respeitando as regulamentações ambientais e minimizando os impactos negativos durante a execução do projeto. Além disso, ressalta-se a importância de um planejamento cuidadoso na escolha do local do canteiro de obras em projetos de AAP, permitindo o armazenamento temporário da tubulação necessária.

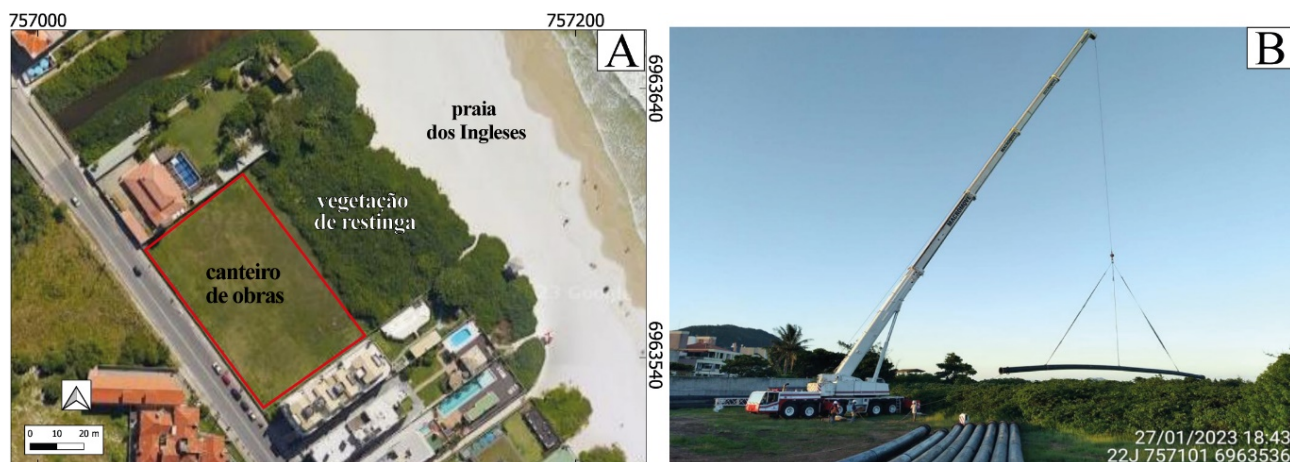


Figura 10. A) Imagem do satélite *Google Earth Pro* (2022). Localização do canteiro de obras na praia dos Ingleses onde se observa a vegetação de restinga que protege a praia de eventos meteorológicos extremos. B) Guindaste utilizado para transpor a tubulação até a praia. Fotografia disponibilizada pela PROSUL (2023).

Figure 10. A) Google Earth Pro Satellite Image (2022). Location of the construction site at Praia dos Ingleses where you can see the sandbank vegetation that protects the beach from extreme weather events. B) Crane used to transport the pipeline to the beach. Photograph provided by PROSUL (2023).

De acordo com os estudos ambientais apresentados ao IMA, um total de 45 amostras de sedimentos (superficiais) foram coletadas durante o levantamento batimétrico da jazida. Foi identificado um grande número de conchas, em que 80% apresentavam tamanho entre 0,02 e 2 cm, sendo que foram raras as ocorrências de bivalves com tamanho acima de 6 cm. Cerca de 90% das conchas estavam vazias, isto é, sem a presença dos organismos. Desta forma, o IMA estabeleceu mais uma condicionante de LAI nº 6316/2022 (IMA, 2022b) visando a mitigação desse possível impacto.

Uma alternativa para evitar o acúmulo de conchas na praia é o uso de dispositivos de separação instalados na saída da tubulação de dragagem (Fig. 11). Esses dispositivos podem consistir em uma gaiola acoplada à extremidade da tubulação, equipada com uma malha (peneira) que filtra materiais com granulometria inadequada. Durante as inspeções realizadas pelo IMA no início das obras, constatou-se um volume mínimo de conchas, o que dispensou o uso do dispositivo de separação mencionado anteriormente. No entanto, este foi mantido na frente de serviço como medida preventiva, caso houvesse a necessidade de utilizá-lo, o que acabou não se concretizando.



Figura 11. Praia dos Ingleses. Observa-se o dispositivo (gaiola) na saída da tubulação utilizado para reter o material carbonático que apresentava granulometria inadequada. Nas inspeções iniciais realizadas pelo IMA durante o início das obras, verificou-se que havia um volume mínimo de conchas, o que tornou desnecessário o uso do dispositivo. Fotografia do autor.

Figure 11. A) Praia dos Ingleses. Note the device (cage) at the pipe outlet used to retain the carbonate material that had inadequate grain size. In initial inspections carried out by IMA during the start of works, it was found that there was a minimum volume of shells, which made the use of the device unnecessary. Photograph by the author.

No relatório de dragagem consolidado, apresentado ao IMA, observou-se que os sedimentos da jazida dispostos na praia apresentaram uma redução no grau de seleção dos grãos, um percentual de silte e argila não identificado nos levantamentos pré-dragagem e um aumento nos quantitativos de areia média e grossa, possivelmente devido a presença de material carbonático nesta classe granulométrica. De forma geral, os sedimentos da jazida dispostos na praia dos Ingleses se mostraram compatíveis, apresentando predominantemente o tamanho de grão areia fina (escala de Wentworth, 1922).

Durante o andamento da AAP, na primeira quinzena de março de 2023, foi requerido junto ao IMA um aprofundamento adicional da dragagem em 0,55 m. A LAI 6316/2022 autorizou um limite de corte de 2 m do leito marinho. A justificativa se baseou na presença significativa de objetos, como redes de pesca, cabos de *nylon* e aço, entre outros, na parte superficial da jazida (Fig. 12), o que representou um obstáculo para a execução segura da dragagem e risco de danos ao equipamento. Até o momento dessa solicitação, aproximadamente 20 ha da área já haviam sido explorados. A proposta de aprofundar essa área e abandonar os 5 ha restantes, nos quais a camada superficial ainda não havia sido dragada, buscava reduzir o risco e aumentar a eficiência da dragagem.

Para viabilizar o pedido, em termos de impactos ambientais (a não criação de um novo impacto não previsto nas fases de licenciamento do empreendimento), foi apresentado ao IMA: (i) avaliação da qualidade do material nessa nova camada de aprofundamento de 0,55 m; (ii) embasamento técnico da qualidade e viabilidade de utilização do material até uma cota 0,55 m abaixo da prevista inicialmente; e (iii) novas simulações de propagação de ondas para diferentes planos de dragagem de jazida. A ocorrência desse imprevisto ressaltou a relevância de incluir uma área adicional da jazida.

Este acréscimo de área pode abranger tanto a extensão lateral da jazida, considerando uma maior área de intervenção, quanto o aprofundamento, permitindo uma margem de manobra para atingir a os objetivos do projeto. Dessa forma, ao considerar e planejar uma área adicional nos projetos de AAP, é possível minimizar os riscos e imprevistos, garantindo uma execução mais eficiente e segura das atividades de dragagem, além de evitar a interrupção ou atraso no processo devido às dificuldades inesperadas.

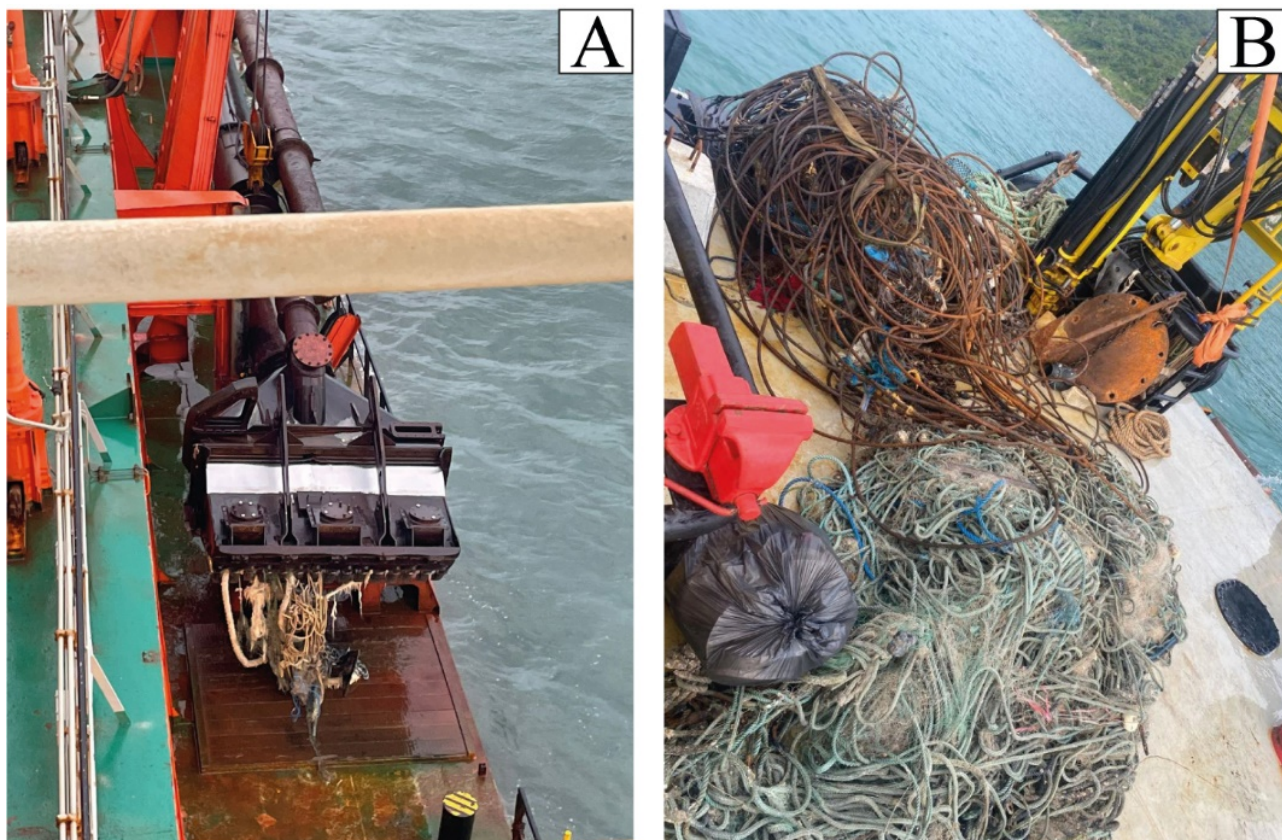


Figura 12. Material inadequado encontrado no setor superficial da área utilizada como jazida de empréstimo para a AAP da praia dos Ingleses. Desta forma, foi requerido junto ao IMA, um aprofundamento adicional de 0,55 m na área já dragada, objetivando diminuir a probabilidade de ocorrência deste material. Fotografias disponibilizadas pela PROSUL (2023).

Figure 12. Inadequate material found in the surface sector of the area used as a loan deposit for the AAP at Praia dos Ingleses. Therefore, IMA requested an additional depth of 0.55 m in the already dredged area, aiming to reduce the probability of this material occurring. Photographs made available by PROSUL (2023).

Conforme o projeto executivo submetido ao IMA e descritos nas licenças ambientais emitidas (LAP e LAI), o volume necessário para atingir os objetivos propostos foi de 498.854 m³. Após o término da obra, foram apresentados os relatórios de acompanhamento e consolidado da AAP dos Ingleses, onde constatou-se que o volume de material dragado foi de aproximadamente 462.000 m³.

Até setembro de 2023, os programas ambientais referentes ao monitoramento da linha de costa, à evolução morfodinâmica e batimétrica da praia dos Ingleses, bem como as ações concretas para a restauração de dunas frontais embrionárias e a respectiva vegetação de restinga, ainda não foram apresentados ao IMA. Da mesma forma como o ocorrido na praia de Canasvieiras, em vistorias realizadas, observou-se a presença de

escarpas erosivas imediatamente após a conclusão da obra. No entanto, ao longo do tempo, essas escarpas foram suavizadas pela dinâmica natural da praia.

Outra questão de atenção por parte do IMA estava relacionada às drenagens pluviais (Fig. 13) que deságuam na praia (um total de 15 sangradouros). Com o aumento da cota original da praia, existia a possibilidade de ocorrer uma obstrução do fluxo de água. Com o intuito de prevenir essa obstrução e permitir uma ação proativa na remoção de eventuais materiais acumulados nos pontos de saída das drenagens, foi solicitado um programa ambiental específico para monitorar essas drenagens. O objetivo desse programa seria garantir a manutenção do fluxo de água, fornecendo informações necessárias para uma pronta remoção de quaisquer materiais que possam se acumular nessas áreas.



Figura 13. A) Canais de drenagens pluviais após as obras na praia dos Ingleses; B) Devido ao acúmulo de água na praia, situado na retaguarda da elevação topográfica construída, foram reduzidas o número de drenagens que desaguam na praia e dispositivos complementares foram instalados. Fotografias do autor.

Figure 13. A) Rainwater drainage channels after works on Praia dos Ingleses; B) Due to the accumulation of water on the beach, located behind the constructed topographic elevation, the number of drainages that flow onto the beach were reduced and complementary devices were installed. Photographs by the author.

Durante a deposição do sedimento na faixa de praia, uma pequena elevação topográfica foi construída por meio de terraplenagem, paralelamente à praia, a fim de criar uma área adequada para o crescimento da vegetação. No entanto, devido à alta densidade de edificações existentes na faixa de praia dos Ingleses, essa elevação foi posicionada a uma distância de aproximadamente 5 m das construções. Como resultado, formou-se uma depressão (cava) entre a elevação e as edificações, resultando no acúmulo de água e causando desconforto para os moradores locais. Considerando o controle ambiental bem como o programa de monitoramento das drenagens, presente na LAI nº 6316/2022 (IMA, 2022b), a Prefeitura Municipal de Florianópolis reduziu o número de saídas pluviais para a praia, prolongando os bueiros existentes e implantando dispositivos complementares de drenagem como caixas de infiltração.

É relevante destacar que o projeto de restauração das dunas deveria ter sido executado concomitante com a terraplenagem da AAP, porém, até a elaboração deste trabalho, não houve a implantação das mudas de vegetação típica sobre estes altos topográficos (Fig. 14). Essa situação levanta um ponto de alerta e ressalta a importância de promover discussões sobre a restauração de dunas em AAP na ilha de Santa Catarina.



Figura 14. A) Setor da praia dos Ingleses onde deveria ter sido implementado um programa de recuperação das dunas frontais. Ressalta-se que a elevação topográfica foi construída concomitante a obra, no entanto, a plantação de mudas não foi executada. Além disso, apenas uma ação isolada foi realizada, sem a efetiva implementação de um programa de monitoramento. B) Detalhe da área cercada onde originalmente se buscava preservar as características morfológicas do sistema de *foredunes*. Fotografias do autor.

Figure 14. A) Sector of praia dos Ingleses where a frontal dune recovery program should have been implemented. It should be noted that the topographic elevation was built concomitantly with the work, however, the planting of seedlings was not carried out. Furthermore, only one isolated action was carried out, without the effective implementation of a monitoring program. B) Detail of the fenced area where the morphological characteristics of the foredune system were originally sought to be preserved. Photographs by the author.

5. Conclusões

A erosão costeira é uma preocupação crescente em áreas urbanizadas, desta forma, a AAP pode ser uma alternativa sustentável e eficaz contra a problemática. O monitoramento ambiental e a avaliação da evolução da linha costa são essenciais para garantir o êxito deste tipo de obras. Portanto, é fundamental que os controles e as condições estabelecidas nas licenças ambientais sejam integralmente cumpridas.

Infelizmente, atualmente ainda não existe um plano de gestão abrangente a nível nacional, estadual e municipal que estabeleça uma linha de costa definida na qual a praia não deva recuar (largura mínima). Quando a praia atingir uma posição crítica, comprometendo essa largura mínima estabelecida, torna-se necessário implementar uma nova AAP como medida de caráter preventivo. Cabe ressaltar que países com tradição no que tange projetos de AAP, como Austrália e Estados Unidos, possuem dezenas de áreas de possíveis jazidas de empréstimo, devidamente mapeadas e caracterizadas. Além do mais, estes países possuem legislação específica para utilizar as jazidas de oportunidade (e.g. areia proveniente de dragagens e desassoreamentos) em projetos de recuperação de praia, uma vez que a areia é vista como um recurso mineral com valor financeiro, não sendo adequado a disposição de sedimento de qualidade em botas-fora, por exemplo. Essa condição confere a esses países uma vantagem considerável no que diz respeito ao planejamento de uso e ocupação de praias a médio e longo prazo, fato também ainda inexistente no Brasil.

Nesse contexto, é necessário promover a implementação de um planejamento para a gestão costeira. Isso inclui a realização de estudos de avaliação de riscos, monitoramento dos processos erosivos e desenvolvimento de medidas de proteção e recuperação costeira adequada. Ao integrar essas diretrizes no licenciamento ambiental e

no planejamento territorial, será possível assegurar a sustentabilidade das áreas costeiras e a preservação de seu valor ambiental, social e econômico a longo prazo. Além disso, quando se trata de empreendimentos costeiros em um ambiente tão dinâmico como o sistema praial ativo, é importante procurar replicar o mais fielmente possível as características naturais. Nesse sentido, é preferível considerar as soluções para proteção costeira do tipo *soft* em detrimento das estruturas de engenharia rígida, com enrocamentos de rochas ou tetrápodes de concreto.

Agradecimentos: Os autores agradecem a colaboração de Antônio Henrique da Fontoura Klein, Francisco Caruso Gomes Junior, Janete Josina de Abreu, Pedro de Souza Pereira, Pedro Tognozzi Vieira da Cruz, Rafael Bonanata da Rocha. Da mesma forma, estendemos nosso reconhecimento à PROSUL (PROJETOS SUPERVISAO E PLANEJAMENTO LTDA) por disponibilizar as fotografias, assim como à CARUSO (SOLUÇÕES AMBIENTAIS & TECNOLÓGICAS) pelos relatórios fornecidos. Autores também expressam seu agradecimento ao IMA (INSTITUTO DO MEIO AMBIENTE DE SANTA CATARINA) e a Prefeitura de Florianópolis.

Contribuições dos Autores: Concepção, A.B.S.; metodologia, A.B.S. e E.G.B.; validação, A.B.S.; E.G.B.; V.J.B.B. e A.P.K.; análise formal, A.B.S.; E.G.B.; V.J.B.B. e A.P.K.; pesquisa, A.B.S.; preparação de dados, A.B.S.; escrita do artigo, A.B.S. e E.G.B.; revisão, A.B.S.; E.G.B.; V.J.B.B. e A.P.K.; supervisão, A.B.S. e E.G.B. Todos os autores leram e concordaram com a versão publicada do manuscrito.

Conflito de Interesse: Os autores declaram não haver conflito de interesse.

Referências

- Angulo, R.J. 2004. Aspectos físicos das dinâmicas de ambientes costeiros, seus usos e conflitos. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 10: 175-185. <https://doi.org/10.5380/dma.v10i0.3107>
- Araujo, R.S.; Sprovieri, F.C.; Freitas, D.; Klein, A.H.F. 2010. Variação da Morfologia Praial e Identificação de Zonas de Erosão Acentuada (ZEA) na Enseada do Itapocorói – SC. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 14(1): 29-38. <https://doi.org/10.14210/bjast.v14n1.p29-38>
- Barletta, C.B.; Oliveira, U.; Mario, H.F.S.; Ribeiro, D., Horn Filho, N.; Franco, D. 2008. Levantamento de características ambientais e proposta de pré-projeto de engordamento da Praia de Canasvieiras - SC, Brasil: *Seminário e Workshop em Engenharia Oceânica At*: Rio Grande, RS - Brasil.
- BRASIL, 1981. BRASIL. 1981. Lei nº 6.938, de 31 de agosto de 1981. *Dispõe sobre a Política Nacional do Meio Ambiente, seus fins e mecanismos de formulação e aplicação, e dá outras providências*.
- BRASIL, 2000. Lei Federal nº 9.985, de 18 de julho de 2000. *Regulamenta o art. 225, § 1o, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências*.
- BRASIL, 2018. *Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira* – Brasília/DF, 2018. 111 p.: il ISBN 978-85-68813-13-3.
- Busayo, E.T. & Kalumba, A.M. 2021. Recommendations for linking climate change adaptation and disaster risk reduction in urban coastal zones: lessons from East London, South Africa. *Ocean Coastal Management*, 203: 105454. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2020.105454>
- Carniato, N. 2012. *Diagnóstico preliminar dos processos litorâneos e atividades portuárias, associados à erosão costeira na praia do Porto, Imbituba/SC*. 81p. Trabalho de Conclusão de Curso. Engenharia Ambiental da Universidade do Extremo Sul Catarinense – UNESC. <http://repositorio.unesc.net/handle/1/1432>
- CARUSO, SOLUÇÕES AMBIENTAIS & TECNOLÓGICAS. 2023. *EXECUÇÃO DO PLANO BÁSICO AMBIENTAL – Monitoramento da Licença Ambiental, LAI 7622/2020. 25º Relatório Mensal*, Florianópolis.
- CONAMA, 1986. Resolução nº 001, de 23 de janeiro de 1986. *Estabelece as definições, as responsabilidades, os critérios básicos e as diretrizes gerais para uso e implementação da Avaliação de Impacto Ambiental como um dos instrumentos da Política Nacional do Meio Ambiente*.

CONAMA, 2012. Resolução nº 454, de 1º de novembro de 2012. *Estabelece as diretrizes gerais e os procedimentos referenciais para o gerenciamento do material a ser dragado em águas sob jurisdição nacional.*

CONSEMA, 2012. Resolução nº 13, de 14 de dezembro de 2012 *Aprova a Listagem das Atividades Consideradas Potencialmente Causadoras de Degradação Ambiental passíveis de licenciamento ambiental no Estado de Santa Catarina e a indicação do competente estudo ambiental para fins de licenciamento.*

CONSEMA, 2017. Resolução nº 98, de 5 de maio de 2017. *Aprova, nos termos do inciso XIII, do art. 12, da Lei nº 14.675, de 13 de abril de 2009, a listagem das atividades sujeitas ao licenciamento ambiental, define os estudos ambientais necessários e estabelece outras providências.*

Dean, R.G. 2002. *Beach nourishment: Theory and practice*. Singapura: World Scientific Publishing Co Pte Ltd, 324p.

Enriquez-Acevedo, T.; Botero, C.M.; Cantero-Rodelo, R.; Pertuz, A.; Suarez, A. 2018. Willingness to pay for Beach Ecosystem Services: the case study of three Colombian beaches. *Ocean Coastal Management*, 161: 96-104. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2018.04.025>

Esteves, L.S. 2004. Shoreline changes and coastal evolution as parameters to identify priority areas for management in Rio Grande do Sul, Brazil. *Pesquisas em Geociências*, 31(2): 15-30. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.19571>

Esteves, L.S.; Toldo Jr., E.E.; Dillenburg, S.R.; Tomazelli, L.J. 2002. Long-and short-term coastal erosion in Southern Brazil. *Journal of Coastal Research*, (36): 273-282. <https://doi.org/10.2112/1551-5036-36.sp1.273>

Faraco, K.R. 2003. *Comportamento morfodinâmico e sedimentológico da Praia dos Ingleses - Ilha de Santa Catarina- SC, durante o período de 1996 - 2001*. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal de Santa Catarina. Florianópolis, 120p. <http://repositorio.ufsc.br/xmlui/handle/123456789/86025>.

Freitas, D.; Araujo, R.S.; Klein, A.H.F.; Menezes, J.T. 2010. Quantificação de Perigos Costeiros e Projeção de Linhas de Costa Futuras para a Enseada do Itapocorói – SC. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 14(1): 39-49. <https://doi.org/10.14210/bjast.v14n1.p39-49>

Folk, R.L. & Ward, W.C. 1957. Brazos River Bar: Study and significance of grain size parameters. *Journal Sedimentary Petrology*, 27(1): 03-26. <https://doi.org/10.1306/74D70646-2B21-11D7-8648000102C1865D>

Furtado, T.V. 2018. *Avaliação de modelos espaciais de vulnerabilidade costeira à erosão: eventos recentes na Praia dos Ingleses – SC*. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, 113 p., Florianópolis.

Gogoberidze, G. 2012. Tools for comprehensive estimate of coastal region marine economy potential and its use for coastal planning. *Journal of Coastal Conservation*, 16: 251-260. <https://doi.org/10.1007/s11852-011-0155-2>

Guimarães Santos, C.A.; Do Nascimento, T.V.M.; Mishra, M.; Da Silva, R.M. 2021. Analysis of long-and short-term shoreline change dynamics: a study case of João Pessoa city in Brazil. *Science of The Total Environment*, 769: 144889. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.144889>

Hanson, S.; Nicholls, R.; Ranger, N.; Hallegatte, S.; Corfee-Morlot, J.; Herweijer, C.; Andchateau, J. 2011. A global ranking of port cities with high exposure to climate extremes. *Climatic Change*, 104: 89-111. <https://doi.org/10.1007/s10584-010-9977-4>

Horn Filho, N.O.; Oliveira, J.S.; Leal, P.C. 1999. Evidências erosivas na praia de Canasvieiras, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. *Anais... XII Semana Nacional de Oceanografia*, Rio de Janeiro 7, 127-129.

IMA. 2018. *Licença Ambiental Prévia Nº11140 de 19 de dezembro de 2018*. Código 226268.

IMA 2018 *Licença Ambiental Prévia Nº 11140/2018 de 19 de dezembro de 2018*. Código 226268

IMA. 2019. *Licença Ambiental de Instalação Nº 5390 de 20 de outubro de 2019*. Código 232303.

IMA. 2022a. *Licença Ambiental Prévia Nº 3359 de 22 de junho de 2022*. Código 263210.

IMA. 2022b. *Licença Ambiental de Instalação Nº 6316 de 23 de setembro de 2022*. Código 266984.

Klein, A.H.F.; Short, A.D.; Bonetti, J. 2016. Santa Catarina Beach Systems. In: Short, A. & Klein, A.H.F. (Eds.). *Brazilian Beach Systems*. Coastal Research Library, 17, pp. 465-506. https://doi.org/10.1007/978-3-319-30394-9_17

- Leal, K.B.; Bonetti, J.; Pereira, P.S. 2020. Influência da orientação de praia na retração da linha de costa induzida por marés de tempestade: Armação e Canasvieiras, Ilha de Santa Catarina – SC. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 13(04): 1730-1753. <https://doi.org/10.26848/rbgf.v13.4.p1730-1755>
- Martins, E.M.; Gruber, N.L.S.; Barboza, E.G.; Cristiano, S.C.; Prestes, L.D.; Manzolli, R.P.; Portz, L.C.; Rockett, G.C.; Oliveira, J.F.; Oliveira, R.M.; Franchini, R.A.L.; Bitencourt, V.J.B.; Watanabe, T.P.; Leal, R.A.; Braga, R.B.; Fontes, J.L.B.; Watanabe, D.S.Z.; Vianna, N.Z.; Ferreira, B.F.; Fagundes, M.R.; Villela, M.M.; Esteves, T. & Azarias, P.C. 2018. Subsídios para o planejamento estratégico costeiro do município de Jaguaruna, Santa Catarina. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, 44: 267-289. <https://doi.org/10.5380/dma.v44i0.54885>
- Muler, M. 2012. *Avaliação da vulnerabilidade de praias da Ilha de Santa Catarina a perigos costeiros através da aplicação de um índice multicritério*. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Geografia, Universidade Federal de Santa Catarina, 189 p., Florianópolis.
- Mussi, C.S. 2011. *Avaliação da sensibilidade ambiental costeira e de risco à elevação média dos oceanos e incidência de ondas de tempestade: um estudo de caso para Ilha de Santa Catarina, SC*. Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Ciência e Tecnologia Ambiental, Universidade do Vale do Itajaí, 128 p., Itajaí.
- Neumann, B.; Vafeidis, A.T.; Zimmermann, J.; Nicholls, R.J. 2015. Future coastal population growth and exposure to sea-level rise and coastal flooding - a global assessment. *PLoS One*, 10(6): e0118571. <https://doi.org/10.1371/journal.pone.0118571>
- Nordstrom, K.F. 2000. *Beaches and dunes of developed coasts*. Cambridge: Cambridge University Press, 333p. <https://doi.org/10.1017/CBO9780511549519>
- Oliveira, E.B. & Barboza, E.G. 2023. A multi-scale assessment of shoreline changes at an undeveloped beach in southern Brazil. *Journal of South American Earth Sciences*, 131: 104632. <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2023.104632>
- Oliveira, J.F.; Barboza, E.G.; Martins, E.M.; Scarelli, F.M. 2019. Geomorphological and stratigraphic analysis applied to coastal management. *Journal of South American Earth Science*, 96, 102358 <https://doi.org/10.1016/j.jsames.2019.102358>
- Oliveira, J.F.; Scarelli, F.M.; Manzolli, R.P.; Portz, L.C.; Barboza, E.G. 2020. Geomorphological Responses Due to Storm Wave Events at Praia da Barra, Garopaba – Santa Catarina State, Southern Brazil. *Journal of Coastal Research*, SI95: 474-478. <https://doi.org/10.2112/SI95-092.1>
- Oliveira, U.R.; Barletta, R.C.; Horn Filho, N.O. 2014. Distribuição espacial das características morfodinâmicas das praias arenosas da costa oceânica da Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil. *Pesquisas em Geociências*, 41(2): 89-103. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.78075>
- Pereira, F.S. 2018. *Comportamento morfosedimentar da praia de Canasvieiras, Ilha de Santa Catarina, SC, Brasil*. 120 f. Monografia (Graduação) - Curso de Geografia, Departamento de Geociências, Universidade Federal de Santa Catarina, Florianópolis. <https://repositorio.ufsc.br/handle/123456789/200471>
- Phillips, M.R. & Jones, A.L. 2006. Erosion and tourism infrastructure in the coastal zone: problems, consequences and management. *Tourism Management*, 27(3): 517-524. <https://doi.org/10.1016/j.tourman.2005.10.019>
- Pivel, M.A.G.; Speranski, N.; Calliari, L.J. 2001. A erosão praial na costa Atlântica Uruguia. *Pesquisas em Geociências*, 28(2): 447-457. <https://doi.org/10.22456/1807-9806.20319>
- PROSUL, PROJETOS SUPERVISAO E PLANEJAMENTO LTDA. 2019. *Resposta a Informação Técnica CODAM/FLN nº 74/2019 - Licenciamento Ambiental da Alimentação Artificial da Praia de Canasvieiras – Florianópolis* – SC. Contrato P. M. Florianópolis 356/2013, Florianópolis.
- PROSUL, PROJETOS SUPERVISAO E PLANEJAMENTO LTDA. 2023. Fotografias disponibilizadas em agosto de 2023.
- Quadrado, G.P.; Dillenburg, S.R.; Goulart, E.S.; Barboza, E.G. 2021. Historical and geological assessment of shoreline changes at an urbanized embayed sandy system in Garopaba, Southern Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, 42(1): 101622. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101622>
- Rudorff, F.M. & Bonetti, J. 2010. Avaliação da suscetibilidade à erosão costeira de praias da Ilha de Santa Catarina com base em geoindicadores e técnicas de análise espacial de dados. *Brazilian Journal of Aquatic Science and Technology*, 14: 9-20. <https://doi.org/10.14210/bjast.v14n1.p9-20>

Schettini, C.A.F.; Carvalho, J.L.B.; Jabor, P. 1996. Comparative hydrology and suspended matter distribution of four estuaries in Santa Catarina State – Southern Brazil. In: *Anais...*, Workshop on Comparative Studies of Temperate Coast Estuaries. Bahia Blanca.

Sfreddo, G.A.; Silva, T.S. & Barboza, E.G. 2023. Assessment of local coastal vulnerability based on a global model: A case study in Jaguaruna, southern Brazil. *Regional Studies in Marine Science*, 61: 102824. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2023.102824>

Silva, A. & Suski, C. 2021. Análise espaço-temporal da evolução da vulnerabilidade costeira em Itapoá - Santa Catarina: Uma Perspectiva Hidrogeomorfológica e Climática. *Estrabão*, 2: 230-233. <https://doi.org/10.53455/re.v2i.51>

Silveira, R.B.; Maikon P. A. Alves, M.P.A.; Bitencourt, V.J.B. 2019. Erosão Costeira e Storm Surge em Itapoá - Sc: Uma Análise Episódica. In: Pinheiro, L.S. & Gorayeb, A. (Org.). Geografia Física e as Mudanças Globais. *Anais do XVIII SBGFA – Fortaleza-CE*. pp. 1-12.

Simões, R.S.; Calliari, L.J.; De Figueiredo, S.A.; De Oliveira, U.R.; De Almeida, L.P.M. 2022. Coastline dynamics in the extreme south of Brazil and their socioenvironmental impacts. *Ocean Coastal Management*, 230, 106373. <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2022.106373>

Staudt, F.; Gijsman, R.; Ganai, C.; Mielck, F.; Wolbring, J.; Christian Hass, H.; Goseberg, N.; Schüttrumpf, H.; Schlurmann T.; Schimmels S. 2021. The sustainability of beach nourishments: A review of nourishment and environmental monitoring practice. *Journal of Coastal Conservation*, 25: 34. <https://doi.org/10.1007/s11852-021-00801-y>

USACE (US ARMY CORPS OF ENGINEERS). 2002. *Longshore sediment transport*. In: USACE. Coastal Engineering Manual - Chapter 2, Part III. Vicksburg, Mississippi: EM 1110-2-1100, 113p.

Van Rijn, L.C. 1998. *Principles of coastal morphology*. Aqua Publications, 730p.

Vieira da Silva, G.; Toldo Jr., E.E.; Klein, A.H.F.; Short, A.D.; Woodroffe, C.D. 2016a. Headland sand bypassing - quantification of net sediment transport in embayed beaches, Santa Catarina Island North Shore, Southern Brazil. *Marine Geology*, 379: 13-27. <https://doi.org/10.1016/j.margeo.2016.05.008>

Vieira da Silva, G.; Muler, M.; Prado, M.F.V.; Short, A.D.; Toldo Jr., E.E.; Klein, A.H.F. 2016b. Shoreline changes analysis and insights into sediment transport path - example of Santa Catarina Island North Shore, Brazil. *Journal of Coastal Research*, 32 (4): 863-874. <https://doi.org/10.2112/JCOASTRES-D-15-00164.1>

Vieira da Silva, G.; Strauss, D., Murray, T.; Tomlinson, R.; Hamilton, D.; Alvarez, F. 2023. A comparison of the different beach nourishments practices on the Gold Coast of Australia. Conference Paper. Coastal Sediments 2023, pp. 232-246. https://doi.org/10.1142/9789811275135_0021

Waterman, R.E. 2010. *Integrated coastal policy via building with nature*. 2010. 69p. Tese (Engenharia Civil e Geociências). Technische Universiteit Delft, Delft, Netherlands. <http://resolver.tudelft.nl/uuid:fa9a36f9-7cf8-4893-b0fd-5e5f15492640>

Wentworth, C.R. 1922. A scale of grade and class terms of clastic sediments. *Journal of Geology*, 30(5): 377-392. <https://www.jstor.org/stable/30063207>

Wright, L.D. & Short, A.D. 1984. Morphodynamic variability of surf zones and beaches: A synthesis. *Marine Geology*, 56(1-4): 93-118. [https://doi.org/10.1016/0025-3227\(84\)90008-2](https://doi.org/10.1016/0025-3227(84)90008-2)