

Luis Ricardo Fernandes da Costa  
(Organizador)

# GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,  
tecnológico e  
econômico

# 2



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

Luis Ricardo Fernandes da Costa  
(Organizador)

# GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,  
tecnológico e  
econômico

2



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

**Editora chefe**

Profª Drª Antonella Carvalho de Oliveira

**Editora executiva**

Natalia Oliveira

**Assistente editorial**

Flávia Roberta Barão

**Bibliotecária**

Janaina Ramos

**Projeto gráfico**

Bruno Oliveira

Camila Alves de Cremo

Luiza Alves Batista

Natália Sandrini de Azevedo

**Imagens da capa**

iStock

**Edição de arte**

Luiza Alves Batista

2022 by Atena Editora

Copyright © Atena Editora

Copyright do texto © 2022 Os autores

Copyright da edição © 2022 Atena Editora

Direitos para esta edição cedidos à Atena Editora pelos autores.

Open access publication by Atena Editora



Todo o conteúdo deste livro está licenciado sob uma Licença de Atribuição Creative Commons. Atribuição-Não-Comercial-Não-Derivativos 4.0 Internacional (CC BY-NC-ND 4.0).

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores, inclusive não representam necessariamente a posição oficial da Atena Editora. Permitido o *download* da obra e o compartilhamento desde que sejam atribuídos créditos aos autores, mas sem a possibilidade de alterá-la de nenhuma forma ou utilizá-la para fins comerciais.

Todos os manuscritos foram previamente submetidos à avaliação cega pelos pares, membros do Conselho Editorial desta Editora, tendo sido aprovados para a publicação com base em critérios de neutralidade e imparcialidade acadêmica.

A Atena Editora é comprometida em garantir a integridade editorial em todas as etapas do processo de publicação, evitando plágio, dados ou resultados fraudulentos e impedindo que interesses financeiros comprometam os padrões éticos da publicação. Situações suspeitas de má conduta científica serão investigadas sob o mais alto padrão de rigor acadêmico e ético.

**Conselho Editorial****Ciências Exatas e da Terra e Engenharias**

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto

Profª Drª Alana Maria Cerqueira de Oliveira – Instituto Federal do Acre

Profª Drª Ana Grasielle Dionísio Corrêa – Universidade Presbiteriana Mackenzie

Profª Drª Ana Paula Florêncio Aires – Universidade de Trás-os-Montes e Alto Douro

Prof. Dr. Carlos Eduardo Sanches de Andrade – Universidade Federal de Goiás

Profª Drª Carmen Lúcia Voigt – Universidade Norte do Paraná



Prof. Dr. Cleiseano Emanuel da Silva Paniagua – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia de Goiás  
Prof. Dr. Douglas Gonçalves da Silva – Universidade Estadual do Sudoeste da Bahia  
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná  
Profª Drª Érica de Melo Azevedo – Instituto Federal do Rio de Janeiro  
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará  
Profª Dra. Jéssica Verger Nardeli – Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho  
Prof. Dr. Juliano Bitencourt Campos – Universidade do Extremo Sul Catarinense  
Prof. Dr. Juliano Carlo Rufino de Freitas – Universidade Federal de Campina Grande  
Profª Drª Luciana do Nascimento Mendes – Instituto Federal de Educação, Ciência e Tecnologia do Rio Grande do Norte  
Prof. Dr. Marcelo Marques – Universidade Estadual de Maringá  
Prof. Dr. Marco Aurélio Kistemann Junior – Universidade Federal de Juiz de Fora  
Prof. Dr. Miguel Adriano Inácio – Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais  
Profª Drª Neiva Maria de Almeida – Universidade Federal da Paraíba  
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte  
Profª Drª Priscila Tessmer Scaglioni – Universidade Federal de Pelotas  
Prof. Dr. Sidney Gonçalo de Lima – Universidade Federal do Piauí  
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista



## Geociências: desenvolvimento científico, tecnológico e econômico 2

**Diagramação:** Camila Alves de Cremo  
**Correção:** Maiara Ferreira  
**Indexação:** Amanda Kelly da Costa Veiga  
**Revisão:** Os autores  
**Organizador:** Luis Ricardo Fernandes da Costa

### Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)

G342 Geociências: desenvolvimento científico, tecnológico e econômico 2 / Organizador Luis Ricardo Fernandes da Costa. – Ponta Grossa - PR: Atena, 2022.

Formato: PDF

Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader

Modo de acesso: World Wide Web

Inclui bibliografia

ISBN 978-65-258-0743-0

DOI: <https://doi.org/10.22533/at.ed.430220411>

1. Geociências. I. Costa, Luis Ricardo Fernandes da (Organizador). II. Título.

CDD 550

Elaborado por Bibliotecária Janaina Ramos – CRB-8/9166

**Atena Editora**  
Ponta Grossa – Paraná – Brasil  
Telefone: +55 (42) 3323-5493  
[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br)  
[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br)



**Atena**  
Editora  
Ano 2022

## DECLARAÇÃO DOS AUTORES

Os autores desta obra: 1. Atestam não possuir qualquer interesse comercial que constitua um conflito de interesses em relação ao artigo científico publicado; 2. Declaram que participaram ativamente da construção dos respectivos manuscritos, preferencialmente na: a) Concepção do estudo, e/ou aquisição de dados, e/ou análise e interpretação de dados; b) Elaboração do artigo ou revisão com vistas a tornar o material intelectualmente relevante; c) Aprovação final do manuscrito para submissão.; 3. Certificam que os artigos científicos publicados estão completamente isentos de dados e/ou resultados fraudulentos; 4. Confirmam a citação e a referência correta de todos os dados e de interpretações de dados de outras pesquisas; 5. Reconhecem terem informado todas as fontes de financiamento recebidas para a consecução da pesquisa; 6. Autorizam a edição da obra, que incluem os registros de ficha catalográfica, ISBN, DOI e demais indexadores, projeto visual e criação de capa, diagramação de miolo, assim como lançamento e divulgação da mesma conforme critérios da Atena Editora.



## DECLARAÇÃO DA EDITORA

A Atena Editora declara, para os devidos fins de direito, que: 1. A presente publicação constitui apenas transferência temporária dos direitos autorais, direito sobre a publicação, inclusive não constitui responsabilidade solidária na criação dos manuscritos publicados, nos termos previstos na Lei sobre direitos autorais (Lei 9610/98), no art. 184 do Código Penal e no art. 927 do Código Civil; 2. Autoriza e incentiva os autores a assinarem contratos com repositórios institucionais, com fins exclusivos de divulgação da obra, desde que com o devido reconhecimento de autoria e edição e sem qualquer finalidade comercial; 3. Todos os e-book são *open access*, *desta forma* não os comercializa em seu site, sites parceiros, plataformas de *e-commerce*, ou qualquer outro meio virtual ou físico, portanto, está isenta de repasses de direitos autorais aos autores; 4. Todos os membros do conselho editorial são doutores e vinculados a instituições de ensino superior públicas, conforme recomendação da CAPES para obtenção do Qualis livro; 5. Não cede, comercializa ou autoriza a utilização dos nomes e e-mails dos autores, bem como nenhum outro dado dos mesmos, para qualquer finalidade que não o escopo da divulgação desta obra.



## APRESENTAÇÃO

É com muito prazer que apresentamos a obra “Geociências: Desenvolvimento científico, tecnológico e econômico 2”, que apresenta uma série de doze artigos com diferentes propostas de análise espacial, com ênfase em estudos aplicados ou de cunho metodológico.

A obra é composta por trabalhos voltados para as geociências e que abordam diferentes perspectivas, desde análises voltadas para a dinâmica das geociências, passando pela importância dos estudos de impacto ambiental em áreas urbanas, além de estudos em bacias de sedimentação, mineração e impactos de inundações em diferentes ambientes.

Como destaque, cabe ressaltar a aplicabilidade em diferentes contextos e realidades no país. Diante dos desafios e atual conjuntura da ciência brasileira, a presente obra é uma possibilidade e esforço de divulgação de trabalhos com diferentes abordagens e perspectivas de análise nas esferas das geociências.

Convidamos a todos os leitores a percorrer pelo sumário e conferir o novo volume para essa coleção, com possibilidades de expansão e disseminação nos próximos trabalhos da área.

Luis Ricardo Fernandes da Costa

## SUMÁRIO

### **CAPÍTULO 1..... 1**

A PERSPECTIVE FOR GEOSCIENCE EDUCATION TO IMPROVE THE FUTURE OF HUMANITY

Guilherme O. Estrella

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204111>

### **CAPÍTULO 2..... 12**

ALTERAÇÕES GEOMÓRFICAS COSTEIRAS ENTRE ANCHIETA E GUARAPARI, NO ESPÍRITO SANTO, APÓS IMPLANTAÇÃO DO TERMINAL PORTUÁRIO DE UBÚ DA SAMARCO MINERAÇÃO

Roberto José Hezer Moreira Vervloet

Pablo Merlo Prata

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204112>

### **CAPÍTULO 3..... 40**

AVALIAÇÃO DE DIFERENTES MÉTODOS DE ESTABILIZAÇÃO MECÂNICA FÍSICO-GRANULOMÉTRICA DOS SOLOS DA FORMAÇÃO CABO PARA APLICAÇÃO EM OBRAS DE ENGENHARIA

Eduardo Jorge Nunes Cavalcanti

Anderson José da Silva

Cecília Maria Mota Silva Lins

Samuel França Amorim

Eduardo Antonio Maia Lins

Túlio Pedrosa de Souza

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204113>

### **CAPÍTULO 4..... 52**

CARACTERIZAÇÃO DO USO E OCUPAÇÃO DO SOLO NA BACIA DO RIO MOXOTÓ, COMO INDICADOR DE AUMENTO NA EMISSÃO DE CO<sub>2</sub> NUM AMBIENTE DE SEMIÁRIDO

Sávio Barbosa dos Santos

Ailton Feitosa

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204114>

### **CAPÍTULO 5..... 67**

CONJUNTURA DOS DEPÓSITOS SEDIMENTARES DO GRUPO BALSAS NA PROVÍNCIA PARNAÍBA

Cláudio José da Silva de Sousa

Laura Martins Mendes

Paula Fernanda Massetti de Lima

Maria Eduarda da Silva Martins

Karina Suzana Feitosa Pinheiro

Daniel de Lima Nascimento Sório

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204115>

**CAPÍTULO 6..... 77**

**CURSO DE EXTENSÃO NA ÁREA DE MINERAÇÃO: O CASO DA COMUNIDADE QUILOMBOLA SUMIDOURO (QUEIMADA NOVA-PI)**

Messias José Ramos Neto  
Naedja Vasconcelos Pontes  
Flávia Bastos Freitas  
Wladmir José Gomes Florêncio  
Francielson Da Silva Barbosa  
Ijan de Carvalho Silva  
James Elemieverson Carvalho Oliveira  
Alexandre Souza Rodrigues  
Vinicius Igor Albuquerque Batista de Araújo  
João Paulo Araújo Pitombeira

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204116>

**CAPÍTULO 7..... 87**

**ESTUDO DE LIQUEFAÇÃO EM PILHAS DE REJEITO: ELABORAÇÃO DE UM MODELO FÍSICO REDUZIDO PARA ILUSTRAÇÃO DO FENÔMENO**

Luísa de Andrade Araújo  
Rafael Mendonça Carvalhais  
Renata Pereira Gomes  
Rodrigo Augusto Rodrigues Alves  
Sofia Martins Torres

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204117>

**CAPÍTULO 8..... 99**

**USO DAS FERRAMENTAS DO QGIS NA COMPILAÇÃO E VISUALIZAÇÃO ESPACIAL DE DADOS DO MERCADO IMOBILIÁRIO**

Bruno Pereira Correia  
Daniella Rodrigues Tavares

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204118>

**CAPÍTULO 9..... 111**

**EXPLOSÃO E FRAGMENTAÇÃO DA ROCHA DURANTE IMPACTO EM EVENTO DE QUEDA DE BLOCOS – O CASO BANQUETE / RJ**

Paulo Pinheiro Castanheira Neto  
Armando Prestes de Menezes Filho  
Rogério Luiz Feijó

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.4302204119>

**CAPÍTULO 10..... 122**

**INFLUÊNCIA DE ONDAS SÍSMICAS GERADAS POR DESMONTES DE ROCHA EM BARRAGEM DE MINERAÇÃO**

Sebastião Longino. Silva  
Márcio Fernandes Leão

 <https://doi.org/10.22533/at.ed.43022041110>

<b>CAPÍTULO 11 .....</b>	<b>131</b>
UM BREVE HISTÓRICO DE EPISÓDIOS DE INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS NA ÁREA CENTRAL DA CIDADE DO RIO DE JANEIRO E AS POLÍTICAS PÚBLICAS DE DRENAGEM URBANA	
Fernanda Figueiredo Braga	
 <a href="https://doi.org/10.22533/at.ed.43022041111">https://doi.org/10.22533/at.ed.43022041111</a>	
<b>SOBRE O ORGANIZADOR.....</b>	<b>144</b>
<b>ÍNDICE REMISSIVO.....</b>	<b>145</b>

## ALTERAÇÕES GEOMÓRFICAS COSTEIRAS ENTRE ANCHIETA E GUARAPARI, NO ESPÍRITO SANTO, APÓS IMPLANTAÇÃO DO TERMINAL PORTUÁRIO DE UBÚ DA SAMARCO MINERAÇÃO

*Data de aceite: 01/11/2022*

### **Roberto José Hezer Moreira Vervloet**

Geógrafo do Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo. Mestre e doutor em Geografia Física pela USP. Pesquisador associado ao ORGANON – Núcleo de Estudo, Pesquisa e Extensão em Mobilizações Sociais da UFES

### **Pablo Merlo Prata**

Oceanógrafo e Engenheiro Civil do Departamento de Edificações e de Rodovias do Estado do Espírito Santo. Mestre em Engenharia Ambiental pela UFES

**RESUMO:** O capítulo trata de estudo realizado para investigar o papel do Terminal Portuário de Ubú, da empresa Samarco Mineração S.A. no processo de alteração da linha de costa no Embaiamento Meaípe Maimbá, entre Guarapari e Anchieta, no Espírito Santo. A metodologia da investigação foi fundamentada no conjunto integrado de etapas e subetapas com técnicas de sensoriamento remoto, fotointerpretação, georreferenciamento de fotografias aéreas, dados de campo, através de perfis de praia e cálculo da quantidade de sedimentos aprisionados por meio do método matemático dos trapézios. O objetivo geral foi investigar o processo de progradação da linha de costa e a determinação do grau de influência do molhe hidráulico do terminal portuário, com aprisionamento de sedimentos em sua porção sul e erosão na porção norte. Verificamos que esse aprisionamento interfere

fortemente no balanço e distribuição de sedimentos ao longo das praias do embaimento, respondendo pela diminuição da faixa de areia e destruição da orla de Meaípe, aonde a praia vem sofrendo processos erosivos intensos nos últimos anos. A quantidade de sedimentos calculados no processo de aprisionamento nos últimos 42 anos foi de cerca de 335.972,68m<sup>3</sup> de areia. A análise do grau e magnitude das alterações da morfologia e morfodinâmica das praias impactadas geomorfologicamente pelo terminal também foram realizadas.

**PALAVRAS-CHAVE:** Terminal portuário, morfodinâmica, transporte sedimentar e equilíbrio estático.

**ABSTRACT:** The chapter deals with a study carried out to investigate the role of the Ubú Port Terminal, from the company Samarco Mineração S.A. in the process of altering the coastline at the Embaiamento Meaípe Maimbá, between Guarapari and Anchieta, in Espírito Santo. The investigation methodology was based on the integrated set of steps and sub-steps with remote sensing techniques, photointerpretation, georeferencing of aerial photographs, field data, through beach profiles and calculation of the amount of trapped sediments through the mathematical method of trapezoids. The general objective was to investigate the process of progradation of the coastline and the determination of the degree of influence of the hydraulic jetty of the port terminal, with sediment trapping in its southern portion and erosion in the northern portion. We verified that this imprisonment strongly interferes in the

balance and distribution of sediments along the beaches of the embayment, responsible for the decrease in the strip of sand and destruction of the edge of Meaípe, where the beach has been suffering intense erosive processes in recent years. The amount of sediment calculated in the trapping process in the last 42 years was about 335,972.68 m<sup>3</sup> of sand. The analysis of the degree and magnitude of the morphology and morphodynamic alterations of the beaches geomorphologically impacted by the terminal were also carried out.

**KEYWORDS:** Port terminal, morphodynamics, sedimentary transport and static equilibrium.

## 1 | INTRODUÇÃO

Os ambientes costeiros são sustentados por processos geomórficos que possuem equilíbrio dinâmico sensível as intervenções provocadas por obras de engenharia para construção de portos públicos e terminais portuários de uso privado. Em grande parte dos casos as infraestruturas instaladas acabam por ocasionar grandes modificações na morfodinâmica desses ambientes, alterando de forma significativa os processos responsáveis pela estabilidade da paisagem costeira.

As intervenções resultam, geralmente, no aumento de processos erosivos de um lado e incremento de sedimentação de outro, com retrogradações e progradações que respondem por transformações na própria linha de costa, especialmente na morfologia e morfodinâmica do sistema praia planície.

Os resultados dessas intervenções são consequências diretas nos espaços urbanos situados próximos à costa, com problemas socioambientais de custos elevados para a sociedade. Comunidades pesqueiras, zonas turísticas, populações costeiras e espaços de preservação e de uso público são exemplos de setores diretamente afetados (HOFMANN, 2015) e (ROBERT MORAES, 1999).

A instalação de obras de engenharia para construção de terminais portuários, muitas vezes demanda a construção de molhes, píeres, enrocamentos, dentre outras estruturas que, em geral, interferem no balanço de sedimentos sustentado pelos processos de deriva litorânea com erosão e sedimentação, a depender da direção dessa deriva ao longo da linha de costa (LÄMMELE; ROSA; BULHOES, 2017), (VIEIRA; PINTOBEIRA; SOUZA, 2007), (XIMENEZ NETO; MORAIS; PINHEIRO, 2018), (LIMA BARRA, 2015), (PROCOSTA, 2018), (ALFREDINI; ARASAKI, 2014), (MAGINI et al., 2011), (MARQUEZ, 2009) e (MELO; GONZALEZ, 1995).

Intervir nos ambientes da Zona Costeira pressupõe, portanto, o conhecimento integrado dos processos de transporte, deposição e retirada de sedimentos responsáveis pela manutenção dinâmica da originalidade paisagística desses espaços naturais. Conhecimentos pertinentes aos processos que ocorriam anteriormente à instalação das estruturas são necessários, demandando trabalhos de cartografia geomorfológica retrospectiva em documentos cartográficos de imagens de satélites, mapas e fotografias aéreas antigas, sempre anteriores às intervenções, para efeitos de comparação com os

processos atuais (VERVLOET, 2021).

Em um trecho da costa capixaba, denominado de Embaiamento Meaípe Maimbá, localizado entre os municípios de Anchieta e Guarapari, foi instalado, no ano de 1977, o Terminal Portuário de Uso Privado de Ubú, pertencente à empresa Samarco Mineração S.A. para exportação de *pellets* de ferro, explorados no Quadrilátero Hídrico<sup>1</sup> de Minas Gerais. Desde essa época este embaçamento vêm sofrendo processos de progradação e retrogradação que fogem aos mecanismos geomórficos naturais de manutenção das praias deste trecho da costa, a partir do ponto onde foi instalado este terminal.

Com a construção deste terminal, o trecho foi segmentado, interferindo diretamente no transporte líquido de sedimentos na célula de circulação que responde pelos processos de deriva litorânea. A resposta geomorfológica da intervenção foi o acúmulo e aprisionamento de sedimentos na porção norte do molhe portuário, indicando a atuação preferencial do transporte longitudinal de sedimentos no sentido norte para sul, ocasionando progradação e erosão no segmento norte do embaçamento.

Para analisar as alterações que esse terminal ocasiona neste embaçamento, em especial nas praias que o compõem, foi realizado um estudo científico por técnicos do Instituto Estadual do Meio Ambiente e Recursos Hídricos do Espírito Santo (IEMA, 2019), com o objetivo de caracterizar os processos geomorfológicos e de alteração da linha de costa nesta porção do litoral capixaba, originados da implantação deste terminal. Este estudo avaliou a progradação da linha de costa (pós-terminal) e a determinação do grau de influência do molhe hidráulico do terminal portuário, com foco no aprisionamento de sedimentos em sua porção norte e processos erosivos desencadeados nas praias que fazem parte do embaçamento. Isto possibilitou, de certa forma, investigar melhor o grau e magnitude das alterações da morfologia e morfodinâmica presentes neste trecho da costa. O cálculo da estimativa da quantidade de sedimentos aprisionados no setor norte, em relação ao terminal portuário, também foi realizado por meio da técnica matemática dos trapézios.

Importante frisar que neste estudo o aprisionamento de sedimentos é entendido como o processo de confinamento destes em um setor da costa, de modo a não ficar mais disponível ao balanço sedimentar que responde pela manutenção do sistema praia planície. Desse modo, após deposição, este material sedimentar não retorna aos processos de deriva litorânea, devido ao seu confinamento em um dado setor, provocado obviamente, por uma estrutura mal projetada.

## 1.1 – Praias: espaços naturais de uso público

As praias podem ser consideradas como espaços dotados de particularidades com

---

<sup>1</sup> Em oposição ao termo “Quadrilátero Ferrífero” popularizado pelas empresas de mineração de forma estratégica e política, preferimos utilizar o termo “Quadrilátero Hídrico” como é utilizado pelos movimentos sociais, populações locais e cultura local, em referência a riqueza hídrica e paisagística dessa região.

características naturais ou de ocupação que lhes são próprias, circunscrevendo um meio geográfico com localização diferenciada, propiciando alguns usos que são peculiares e exclusivos do litoral. Trata-se, sem sombra de dúvida, de um dos ambientes componentes mais importantes da zona costeira, com originalidade paisagística funcional aos usos e apropriações sociais desses espaços. Comunidades pesqueiras, populações tradicionais, segmentos turísticos, trabalhadores do comércio, praticantes de esportes, entre outros, possuem contato direto com o ambiente de recreação e lazer propiciado pelas praias, vivendo, e, muitas vezes, dependendo economicamente de seus atributos paisagísticos (ROBERT MORAES, 1999).

Integrada a outros ambientes, entre eles o mais importante, as planícies imediatamente adjacentes, as praias formam, junto a essas, um sistema geomórfico complexo, conectado a processos dinâmicos que na busca de equilíbrio responde pela configuração de grande parte das costas tropicais. Desta integração e complexidade originam-se diversos tipos de feições que dão aos litorais características particulares responsáveis pela diversidade de ambientes costeiros (BIRD, 2008).

Juridicamente o sistema praia planície é considerado como um dos principais ambientes da Zona Costeira e, segundo o art. 10 da Lei N° 7.661/88, as praias são espaços públicos, tendo que ser assegurado a todos os cidadãos o livre e amplo acesso ao mar em qualquer direção e sentido, sendo, neste contexto, considerados como patrimônio de todos. Portanto, trata-se de espaços de uso público que precisam ser preservados como bem de uso comum, pressupondo ao Poder Público atuar, sempre que se fizer necessário, no sentido de garantir todos os processos físicos e biológicos responsáveis pela manutenção da originalidade de sua paisagem.

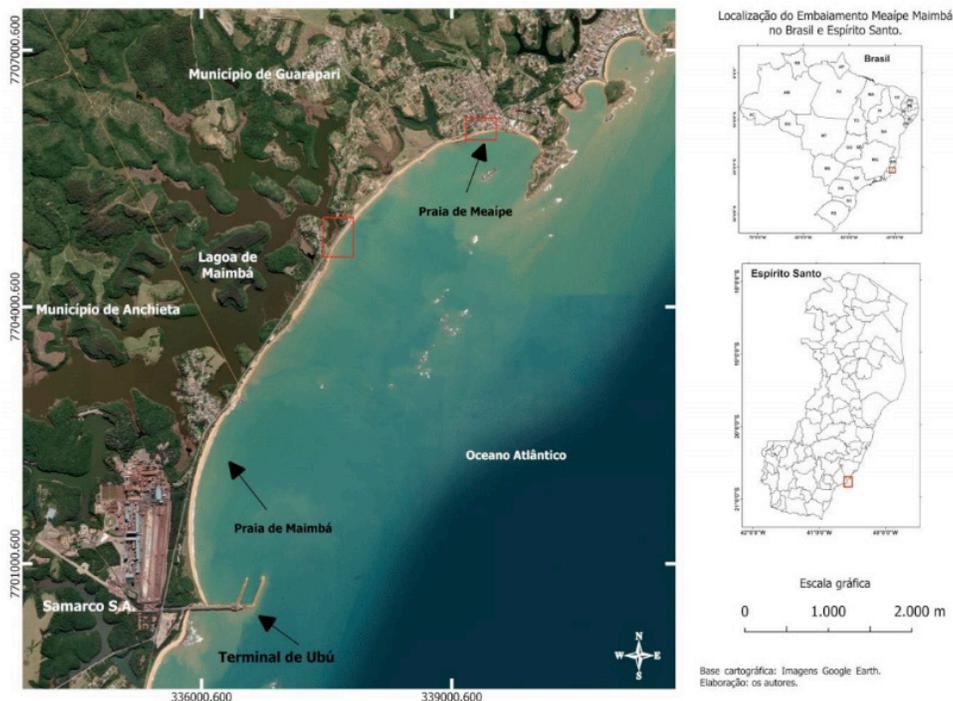


Figura 01. Localização geográfica do Embaiamento Meaípe Maimbá. A quadrícula em vermelho na Praia de Meaípe é a localização das fotos da figura 02 e 3.

No Embaiamento Meaípe Maimbá existem duas praias que estão sendo fortemente impactadas desde 1977, quando houve implantação do Terminal de uso Privado de Ubú (erroneamente chamado de Porto de Ubú): as praias de Meaípe, no município de Guarapari e de Maimbá, no município de Anchieta, figura 01. As referidas praias apresentam dificuldades de manutenção do seu equilíbrio dinâmico e balanço sedimentar pelos processos de deriva litorânea, com deposição de sedimentos em uma ponta e erosão costeira em outra, interferindo diretamente na preservação desse espaço de uso público.



Figura 02. Orla da Praia de Meaípe, com faixa de areia reduzida em processo de retrogradação. Foto A, visada para sul, foto B visada para norte, e na C detalhe da foto B com estrutura de arrimo e avenida da orla destruída pela erosão. Para localização das fotos vide figura 01. Fonte: os autores.

Muito utilizado pela comunidade turística e pelo comércio local, a praia de Meaípe pertence ao bairro Meaípe, da cidade de Guarapari e, diferentemente da praia de Maimbá, recebe muitos turistas nos meses de verão, tendo o comércio e a sociedade local forte dependência econômica desse fluxo turístico. O processo de retrogradação tem atingido fortemente essa praia, diminuindo sua faixa de areia e impossibilitando seu uso pelos banhistas, diminuindo o interesse turístico na região. Fato que impacta diretamente na atividade econômica causando prejuízos no comércio e na economia turística.

Nesta faixa costeira também ocorre importante rodovia, a ES-060, denominada Rodovia do Sol, que cruza o embaçamento no sentido norte sul, ligando importantes zonas turísticas dos balneários dos municípios adjacentes. O trecho desta rodovia que cruza o embaçamento próximo a essas praias também sofre forte processo de retrogradação, como se observa na figura 03. Esse processo tem sido intensificado nas últimas décadas e documentado pela imprensa local.



Figura 03. Processo de retrogradação no trecho da rodovia do Sol ES-060 documentado pela imprensa a décadas. Fonte: Jornal A Gazeta (22/07/2019) e (30/10/2021).

A solução que frequentemente vem sendo adotada no Brasil pelas autoridades responsáveis é utilizar dinheiro público para projetos de engordamento de praias, gastando dinheiro do orçamento das secretarias de obras e transportes, ao invés de cobrar juridicamente das empresas responsáveis por esses terminais portuários de uso privado, o ônus socioambiental que elas provocam com essas infraestruturas mal projetadas. Entretanto, esta solução tem apresentado sérios problemas geomórficos em termos de busca de equilíbrio dinâmico nos processos costeiros, pois se trata de projetos que não podem ser aplicados em todos os casos, somente em situações específicas e muito bem planejadas (SWART, 1991), (KANA; MOHAN, 1998), (HANSON et al., 2002).

Em junho de 2020, o governo do Espírito Santo abriu processo para obras do projeto de Contratação Integrada (RDCi), de empresa ou consórcio especializado na elaboração do projeto básico, executivo de engenharia e execução das obras de contenção da erosão e restauração da região costeira de Meaípe, com extensão de 3.300m, no município de Guarapari-ES. O investimento é de R\$ 67 milhões nas obras que serão executadas pelo

Departamento de Edificações e de Rodovias do Espírito Santo (DER-ES).

Entre os serviços que serão realizados estão a contenção do processo erosivo no trecho mais afetado (cerca de 3.300 metros) pela erosão, além da execução da dragagem, aterro hidráulico, construção de enrocamentos, como espigões, molhes ou quebra-mares com objetivo de proteger as áreas costeiras da ação de ondas marinhas. As obras incluem também a alimentação artificial da praia, também chamada de engordamento, que vai promover a reabilitação do trecho costeiro em, aproximadamente, 40 metros.

O dinheiro dessa obra deveria ser utilizado em demandas de interesse social tais como educação, saúde, segurança, cultura, entre outros, e não para atendimento de impactos socioambientais provocados por uma empresa privada. Dessa forma, além da empresa não arcar com os custos da recuperação/restauração desse espaço público é transferido para a sociedade os ônus econômico e socioambiental ocasionado por um terminal privado de uso único e exclusivo dela.

## 2 I CARACTERÍSTICAS GERAIS DA ÁREA DE ESTUDO

O trecho do Embaiamento Meaípe Maimbá possui aproximadamente 10 km de extensão, sendo delimitado ao norte e ao sul por dois promontórios, o de Meaípe e Ubú, respectivamente, conforme pode ser observado na figura 01.

Conforme a descrição de Albino, Jiménez e Oliveira (2016) e análise de Albino, Girardi e Nascimento (2006) este embaiamento se caracteriza pela presença de colinas esculpidas em rochas cristalinas pré-cambrianas e planícies sedimentares neogênicas alternadas, formando praias e planícies costeiras descontínuas. A praia de Meaípe apresenta estágios que vão de refletiva a intermediária, ao passo que na praia de Maimbá há predomínio do estágio intermediário, segundo a classificação de Wright e Short (1984).

Observa-se ainda a ocorrência de pequenos arcos de praia e a presença de falésias ativas, precedidas de praias com pequenas ilhas e terraços de abrasão presentes na porção central desse embaiamento. Há presença de pequenos cordões litorâneos estreitos sob efeito de transposição das ondas, dunas transversais, praias intermediárias e substrato horizontal recoberto por concreções lateríticas em alguns pontos. No local ocorre, também, a lagoa de Maimbá que possui uma pequena drenagem que deságua na praia de Meaípe. No entanto, não existe desembocadura fluvial significativa no trecho estudado.

O clima na região é caracterizado por chuvas tropicais de verão, com estação seca durante o outono e inverno. Porém, essas duas estações podem registrar precipitações frontais oriundas das massas polares originadas no sul do Brasil. A temperatura média anual é de 22° C, ficando a média das máximas entre 28° e 30° C, enquanto que as mínimas apresentam-se em torno de 15° C (ALBINO; GIRARDI; NASCIMENTO, 2006).

De acordo com Bandeira, Petri e Suguio (1975), os ventos de maior frequência e maior intensidade são os provenientes dos quadrantes NE-ENE e SE, respectivamente. Os

primeiros estão associados aos ventos alísios, que sopram durante a maior parte do ano, enquanto que os de SE estão relacionados às frentes frias que chegam periodicamente à costa capixaba.

Neste sentido, as ondas que atingem a costa capixaba procedem de dois sistemas principais NE-E e SE-E, com predominância do primeiro (BANDEIRA et al., 1975). Estas ondas são geradas, portanto, por estes dois sistemas, sendo que as ondas do sistema SE-E, associadas às frentes frias, embora sejam menos frequentes, são mais pronunciadas do que as do quadrante NE, ocorrendo com mais frequência no inverno e início do verão. Já o trem de ondas provenientes dos sistemas NE-E tem frequência maior, atuando nos meses de verão e outono, quando há predominância de tempo com maior grau de estabilidade. Dados sobre altura, frequência e período das ondas que ocorrem especificamente na área de estudo foram obtidos em relatório de Cepemar (2009) e serão apresentados no tópico análise de resultados.

Souza e Albino (2020) e Souza (2018) apresentam dados mais recente de ondas para a região, confirmando o padrão proveniente dos quadrantes NE e SE. Segundo esses autores, esse padrão também está associado ao sistema de ventos característicos que atuam na região.

### **3 | METODOLOGIA E PROCEDIMENTOS TÉCNICOS REALIZADOS**

A metodologia que embasou a realização deste estudo pode ser dividida em duas grandes etapas: *trabalhos de gabinete e de campo*, numa ótica integrada, podendo ser visualizada pelo fluxograma da figura 4.

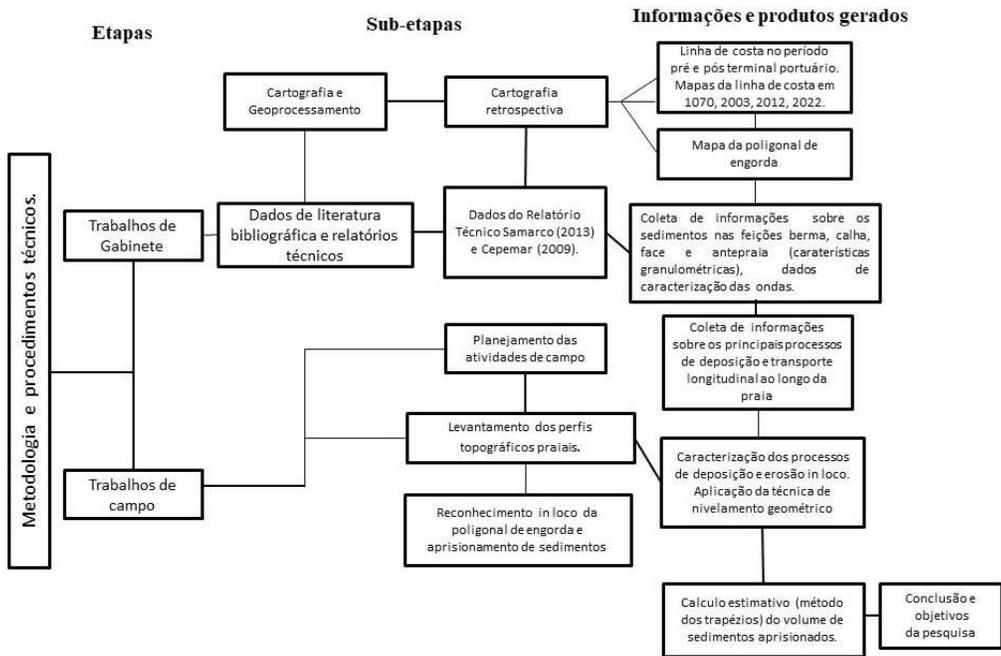


Figura 04. Fluxograma metodológico com as etapas e subetapas realizadas para os objetivos da pesquisa. Fonte: os autores.

Dentro dessas duas etapas foram realizados procedimentos, podendo ser considerados como subetapas no processo de investigação, onde técnicas foram aplicadas, conforme a natureza da informação que estava sendo coletada. Essas etapas e procedimentos são descritos abaixo.

### 3.1 Trabalhos de gabinete

Os trabalhos de gabinete consistiram na execução das seguintes subetapas:

- Levantamento da configuração da linha de costa do embaiamento nos anos de 1970, 2003, 2012 e 2022, por meio de cartografia retrospectiva, através de fotografias aéreas e imagens de satélite. A base utilizada foram fotografias aéreas de 1970, (Instituto Brasileiro do Café - IBC, acervo GEOBASES/ES), levantamento aerofotogramétrico que compõe o Ortofotomosaico IEMA do ano de 2012, compatível com uma escala que pode chegar ao nível de detalhamento de 1:15.000 e resolução espacial de 0,50 cm e imagens do satélite Geoeye do site Google Earth, anos 2003 e 2022. Trata-se dos anos nos quais foi possível obter documentos cartográficos de melhor qualidade da área. Isso permitiu conhecer a linha de costa no período pré e pós-implantação do terminal. Essa subetapa consistiu em fotointerpretação desses documentos por estereoscopia e uso de softwares de geoprocessamento, com elaboração de mapas da linha de costa nos respectivos anos, para acompanhamento dos setores de deposição e erosão ao longo do embaiamento. Essa

comparação de intervalos de documentos cartográficos com essa resolução temporal tornou possível realizar o mapeamento. Comparando fotografias aéreas de 1970 (pré-terminal) e 2012 (pós-terminal), possibilitou avaliar algumas possíveis dinâmicas que interferem no aprisionamento de sedimentos.

O intervalo adotado justifica-se por nos auxiliar na observação e avaliação do que ocorreu no período anterior e posterior a implantação do terminal. Não é nossa intenção avaliar a evolução da deposição e erosão em períodos sucessivos de tempos, entre esse intervalo. Ressaltamos que não é objetivo aqui estudar os processos de evolução dinâmica da costa ao longo deste tempo, mas os cenários que se configuraram no período pré e pós-terminal por meio da caracterização da alteração da linha de costa posterior à instalação dessa infraestrutura portuária.

- Após os procedimentos de cartografia foi realizada técnicas de sensoriamento remoto por meio de software de geoprocessamento e fotointerpretação. Essas técnicas permitiram elaborar o mapa da poligonal de engorda para planejamento dos trabalhos de campo, além do cálculo do volume de sedimentos aprisionados e planejamento do levantamento dos perfis topográficos. Isso permitiu inserir os locais onde seriam realizados os levantamentos através de perfis topográficos transversais e mensurar a área que sofreu progradação, por meio de um mapa com escala compatível com os processos analisados.

- Junto aos procedimentos cartográficos, os dados sobre a granulometria dos sedimentos de praia foram obtidos nos relatórios Samarco (2013) e Cepemar (2009). Eles foram utilizados para compreender o comportamento morfodinâmico do trecho localizado dentro da denominada “Área de Influência Portuária”. As características granulométricas dos sedimentos que compõem as praias do embaçamento foram obtidas desses relatórios, além dos dados como *frequência, período, altura e direção de ondas*.

Nesta “área de influência” foram inseridas sete estações amostrais, as quais forneceram informações utilizadas para entendimento dos processos de transporte de sedimentos longitudinalmente à costa. Cada estação correspondeu a um levantamento de perfil transversal à praia, acompanhados de coletas de sedimentos nas feições *berma, calha, face e antepraia*. (SAMARCO, 2013). Este estudo apresenta também dados de batimetria do embaçamento que auxiliaram na análise do transporte longitudinal de sedimentos.

- Para os objetivos deste trabalho foram utilizados os valores de diâmetro médio dos sedimentos coletados na *face praial*, por melhor representar o transporte longitudinal ao longo do embaçamento, conforme os intervalos de classe estabelecidos por Wentworth (1922).

- No levantamento de referências sobre a temática, observou-se que a literatura sobre impactos geomórficos de portos no Brasil ainda é insuficiente. Quando se pesquisa essa temática no Espírito Santo, numa ótica regional, é mais difícil ainda encontrar trabalhos nessa temática.

Em pesquisa de Milanez, Santos e Mansur (2016) é possível encontrar os motivos da

ausência de pesquisas sobre os problemas socioambientais dessas empresas por parte da academia. Eles identificaram a correlação que há entre essa ausência e o poder corporativo econômico na produção acadêmica. Em geral, a restrita produção sobre o tema ocorre devido ao fato das universidades possuírem programas de pesquisa patrocinados por essas empresas, cooptando, desta forma, o interesse acadêmico em favor de pesquisas que não contrariem seus interesses nas regiões em que atuam. Mesmo em revistas especializadas no tema é limitado o número de artigos científicos sobre impactos geomórficos que esses terminais portuários provocam na linha de costa.

- Foi possível encontrar referências realizadas em terminais portuários de outros estados, entretanto, estes estudos não pesquisaram, necessariamente, alterações de linha de costa ocasionadas pela implantação de terminais portuários. Curiosamente foram encontrados trabalhos apontando somente os aspectos positivos desses projetos portuários, mesmo sendo de conhecimento público a existência de efeitos negativos em processos costeiros ocasionados pelas infraestruturas dos portos. Por apresentarem certo enviesamento, estas referências foram desconsideradas.

### **3.2 Trabalhos de campo**

- Com os mapas elaborados, os trabalhos de campo foram planejados e consistiram em reconhecimento de toda a extensão do embaiamento, locais de ocorrência dos processos erosivos e de acúmulo de sedimentos, área de influência do molhe portuário, visita in loco na área poligonal de deposição e aprisionamento de sedimentos.

- Após reconhecimento dessa poligonal, foi feito o levantamento dos perfis topográficos transversais de praia, por meio da técnica de nivelamento geométrico. A referida técnica objetivou subsidiar o cálculo de sedimentos acumulados desde a implantação da estrutura portuária até os dias atuais, além de subsidiar o conhecimento da morfologia praial.

Importante salientar que o cálculo realizado para obter a taxa estimada de sedimentos aprisionados se refere ao perfil subaéreo, ou seja, aos sedimentos depositados no perfil de praia acima da linha de maré, e não abaixo dela. Foram quatro perfis levantados na única campanha realizada ajustados com o nível de maré do dia 25/06/2019, em horário correspondente ao último ponto de cota. O levantamento foi realizado por meio de equipamento de teodolito com estação total.

- Os perfis foram realizados nos setores que pudessem ser bem representativos do perfil de praia, ao longo do polígono de engorda mapeado, se posicionando no sentido de sul, em direção ao norte do polígono, em ordem crescente, tendo como ponto inicial uma faixa de praia correspondente ao traçado da linha de costa, similar a anterior a implantação do terminal portuário. Deste modo, foi possível obter informações sobre os processos mais representativos do polígono de engorda mapeado nos mapas preliminares.

- Diante da execução dessas subetapas foi realizado o cálculo do volume de sedimentos, dispostos ao norte da estrutura portuária, pelo método matemático dos

trapézios, tendo como referência os perfis transversais e o polígono da área de progradação. Esse método matemático é considerado o mais aconselhável para cálculo de sedimentos, em polígonos de extensões territoriais, e para casos como o de acúmulo de sedimentos, em perfis de praia subaéreos (RUGGIERO; LOPES, 2000).

## 4 | ANÁLISE DOS RESULTADOS

### 4.1 Cartografia retrospectiva e alteração dos processos costeiros

Os procedimentos de cartografia retrospectiva da linha de costa no embaimento evidenciam duas situações em termos de configuração da linha de costa: em primeiro as praias no período pré-terminal, com a linha de costa em seu estado mais próximo do “normal” (ano de 1970), período em que não havia intervenção da estrutura portuária. Em segundo, no período pós-implantação do terminal, com alteração significativa das características praias e da linha de costa (posterior ao ano de 1970), como podem ser observadas nos mapas das figuras 05 e 06.

De fato, a linha de costa extraída das fotografias aéreas de 1970, quando posicionada nas fotografias dos anos posteriores a construção do terminal, nos anos 2003, 2012 e 2022, evidencia o recuo da linha de costa, em alguns setores da ordem de dezenas de metros, como é possível observar nas quadriculas em escala mais detalhada nos mapas.

O que se observa é a retenção, ou seja, o aprisionamento do sedimento, por efeito do molhe portuário, na zona de “influência portuária”, ao passo que mais ao sul da estrutura portuária, a linha de costa de 1970 é condizente com as dos anos 2003, 2012 e 2022, evidenciando relativa estabilidade. A literatura científica aponta que esse sedimento com as mesmas características deveria ser distribuído naturalmente pelos processos de deriva litorânea ao longo das praias do embaimento (BIRD, 2008) e (DAVIDSON-ARNOTT, 2010).

O papel dessa deriva na construção de planícies, deltas e manutenção das praias é considerado como o fator principal de sustentação dos processos geomórficos responsáveis por essas feições (DOMINGUEZ; BITTENCOURT; MARTIN, 1981a, 1982b), (DOMINGUEZ, 1982), (DOMINGUEZ et al., 1982), (WRIGHT; SHORT, 1984), (WRIGHT; SHORT; GREEN, 1985), (HOEFEL, 1998), (BIRD, 2008), (ADDAD, 1997) e (DAVIDSON-ARNOTT, 2010). Trata-se, sem sombra de dúvida, do processo mais importante para entendimento de situações onde ocorre forte aprisionamento de sedimentos próximos a essas estruturas, com repercussões na dinâmica dessa deriva, no balanço positivo e na distribuição dos sedimentos ao longo das praias.

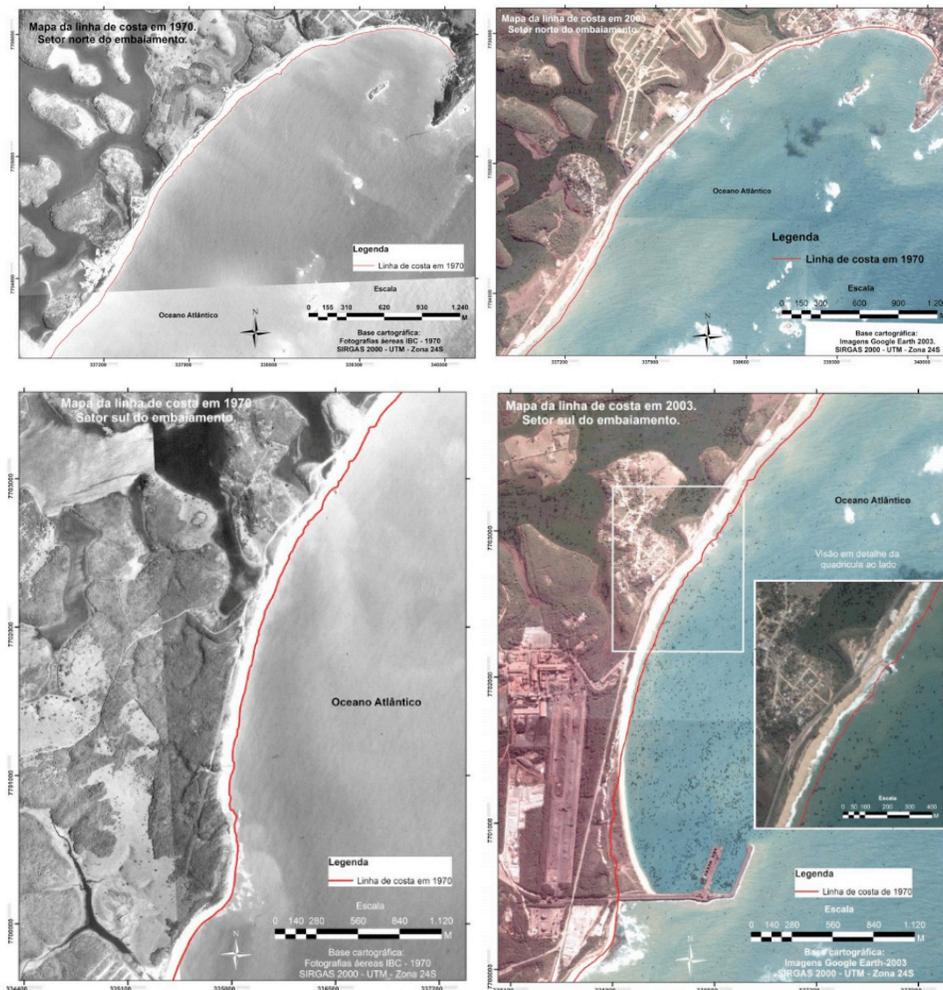


Figura 05. Mapas da linha de costa do embaixamento nos anos de 1970 e 2003 (setores norte e sul).  
Elaboração: os autores.

O acúmulo desse sedimento na porção norte da estrutura portuária indica predominância do fluxo de sedimentos no sentido norte-sul. Assim sendo, a face praial no sistema praia pertencente ao embaixamento é a feição que melhor caracteriza o transporte longitudinal, pois em termos de morfodinâmica, esta participa do contexto hidrodinâmico pela ação do espraiamento e refluxo de ondas, fluxo bidimensional que permite apresentar um melhor selecionamento da areia que compõe estes sedimentos (DAVIDSON-ARNOTT, 2010).

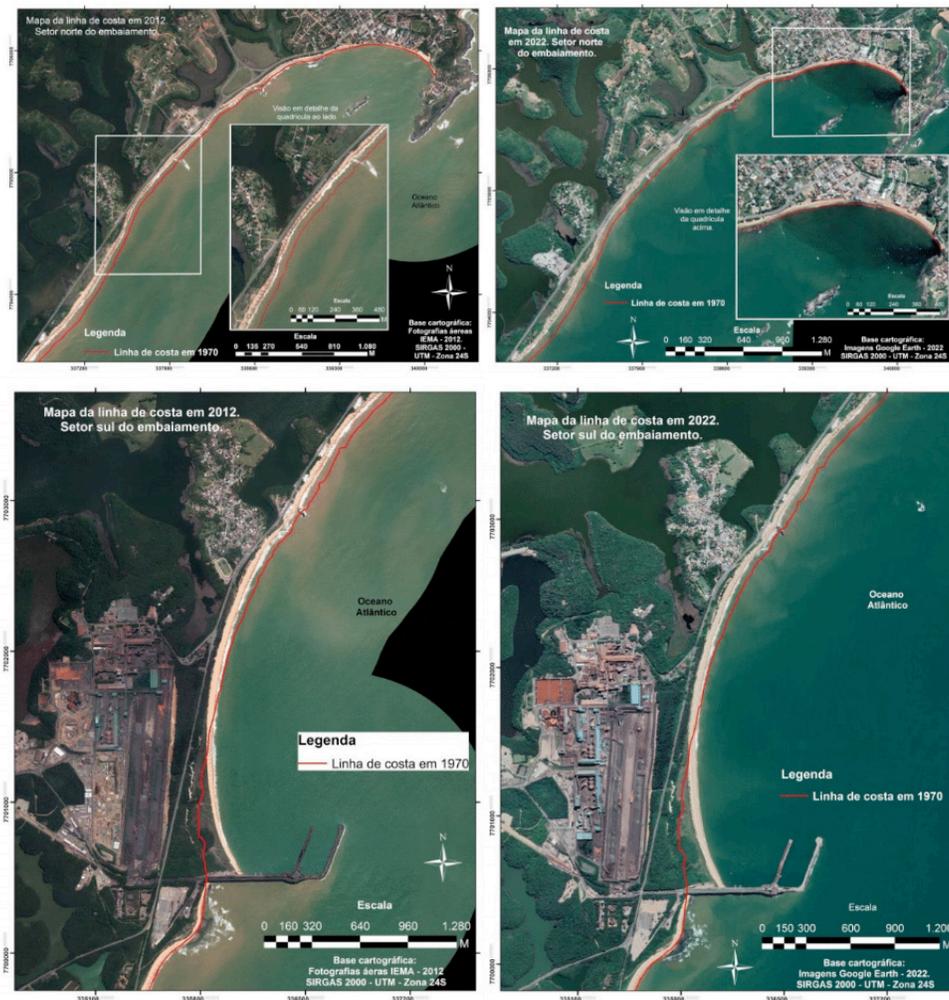


Figura 06. Mapas da linha de costa do embaiamento nos anos de 2012 e 2022 (setores norte e sul).  
Elaboração: os autores.

De outro lado há acentuada diminuição do estoque de sedimentos nas praias situadas próximas a Ponta de Meaípe, uma vez que esse sedimento aprisionado na porção sul do embaiamento não é redistribuído ao longo de todo o trecho, respondendo dessa forma por um balanço negativo de sedimentos neste setor da costa. Desta forma, há aumento da intensidade de processos erosivos ocorrentes nesta praia, diminuindo a largura da faixa de areia e erodindo a orla, além de aumento da inclinação da face praial.

Experimentos realizados por McCave (1978) demonstraram que o tamanho das partículas sedimentares varia ao longo do transporte longitudinal, aumentando em diâmetro no sentido da corrente. Isto ocorre devido à contínua perda de sedimentos finos, que ficam retidos na praia pelo processo de espreadimento. Neste sentido, a partir do conhecimento

da distribuição do diâmetro médio desses sedimentos arenosos ao longo das praias do embaçamento, foi possível definir a direção predominante do transporte longitudinal. É o que demonstra a variação do diâmetro médio das areias da face praial na área analisada, determinada a partir dos intervalos de classe de tamanhos de grãos definidos por Wentworth (1922).

Os dados contidos nos relatórios de monitoramento da Samarco (2013), realizados entre 2013 e 2019, em pesquisa de campo, são apresentados na Tabela 01. A tabela contém os diâmetros médios dos sedimentos da face praial coletados, o que permitiu visualizar essa variação dos diâmetros médios.

<b>Estações Amostrais (Diâmetro Médio das Areias na Face Praial em Phi)</b>							
<b>Campanhas</b>	<b>P1</b>	<b>P2</b>	<b>P3</b>	<b>P4</b>	<b>P5</b>	<b>P6</b>	<b>P7</b>
Verão 2013	1,36	1,62	1,68	0,74	0,74	0,15	1,13
Inverno 2013	1,62	1,38	1,20	1,13	1,20	0,95	0,76
Verão 2014	1,70	2,25	1,98	1,04	1,31	0,77	0,98
Inverno 2014	1,33	1,28	1,10	1,23	0,98	1,06	0,95
Verão 2015	1,49	1,81	1,05	1,47	1,12	1,07	0,97
Verão 2016	1,60	2,06	0,69	1,55	1,41	0,99	0,59
Outono 2016	2,08	1,99	1,52	1,66	0,99	1,20	0,92
Inverno 2016	1,96	1,42	1,38	1,60	0,40	1,38	0,82
Primavera 2016	1,97	1,39	1,80	1,63	1,75	1,35	1,10
Verão 2017	1,54	1,85	2,01	1,72	1,40	1,02	1,10
Outubro 2017	2,17	1,14	2,45	1,77	1,34	1,69	1,09
Inverno 2017	2,11	2,09	1,77	1,43	1,42	1,15	1,35
Primavera 2017	2,49	2,13	2,08	2,03	1,43	1,11	1,03
Verão 2018	2,40	2,52	2,14	1,78	1,51	2,00	1,36
Outono 2018	2,39	2,33	1,75	1,35	1,13	1,14	1,14
Inverno 2018	2,56	1,75	1,72	2,59	1,44	0,81	0,77
Primavera 2018	1,68	1,34	1,84	1,47	1,40	1,06	1,09
Verão 2019	2,57	1,31	2,04	1,14	0,94	1,65	1,12
<b>Média</b>	<b>1,95</b>	<b>1,76</b>	<b>1,68</b>	<b>1,52</b>	<b>1,22</b>	<b>1,14</b>	<b>1,01</b>

Tabela 01 – Compilação do parâmetro diâmetro médio das areias na face praial das estações amostrais P1 a P7 em diferentes campanhas.

Os dados dessa tabela, quando colocados na forma de gráfico na figura 07 permitem observar o comportamento do diâmetro médio das areias na face praial, caracterizando a distribuição temporal do diâmetro médio das areias desse setor em diferentes campanhas realizadas entre 2013 e 2019.

O gráfico demonstra que o diâmetro médio dessas areias variou, em média, da classe de areia média para areia grossa, ou seja, houve aumento no sentido norte pra sul. A linha vermelha vertical plotada no gráfico que representa a média dos diâmetros médios obtidos nas estações amostrais, nas diversas campanhas, demonstra de forma objetiva que o transporte líquido de sedimentos ocorre de norte para sul, devido ao aumento da granulometria dos sedimentos neste sentido, corroborando com as observações de McCave (1978). Isso ocorre porque quando esses sedimentos são colocados em suspensão pelo processo de quebra de onda, na zona de surfe, são submetidos aos fluxos resultantes da chegada de ondas obliquamente à costa, produzindo a corrente longitudinal que transporta sedimentos da zona de surfe, ao longo da costa (WRIGHT; SHORT, 1984), (WRIGHT; SHORT; GREEN, 1985).

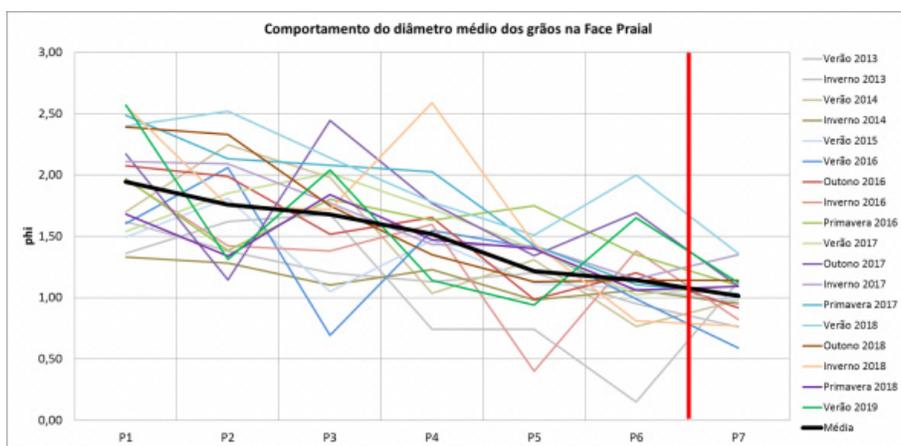


Figura 07. Comportamento do diâmetro médio dos sedimentos arenosos ao longo das estações amostrais. A linha vermelha representa a presença do molhe do Terminal Portuário de Ubú. Elaboração: os autores.

Próximo à praia, como é bem sabido, ocorre outro mecanismo responsável por movimentar areias em ziguezague na face praial, pela ação do espraiamento e refluxo das ondas, o principal mecanismo da deriva litorânea. Ambos os fluxos correm sempre na mesma direção, caracterizando assim um transporte longitudinal de sedimentos paralelo a costa (HOEFEL, 1998), (BIRD, 2008) e (DAVIDSON-ARNOTT, 2010).

O gráfico apresenta, também, a ocorrência da diminuição dos diâmetros médios, associado a alguns setores do embaixamento, implicando que, em determinadas ocasiões, o transporte longitudinal ocorre de sul para norte. Depreende-se, desta questão, que a resposta granulométrica obtida é, desta forma, resultado de processos hidrodinâmicos locais associados aos processos descritos. No entanto, para melhor compreensão desses processos, cabe também explorar os agentes responsáveis pelo transporte sedimentar, neste caso as ondas.

O monitoramento de ondas realizado por CEPEMAR (2009), entre 2007 e 2008, indicam que na região do Porto de Ubú predominam ondas com altura significativa ( $H_s$ ) entre 0,9 e 1,2m, com período ( $T_p$ ) entre 6 e 8 segundos e direção nordeste-leste (NE-E), conforme apresentado no gráfico da altura de ondas (figura 08), período (figura 09) e direção de onda (figura 10).

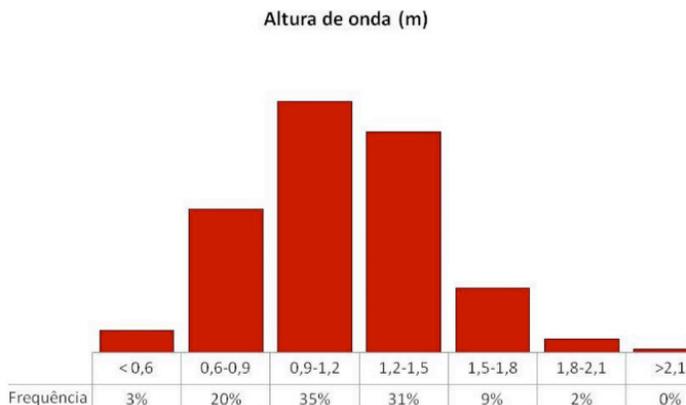


Figura 08. Frequência de ocorrência de altura de ondas medida na região do Porto de Ubú, nos anos de 2007 e 2008. Fonte: CEPEMAR (2009).

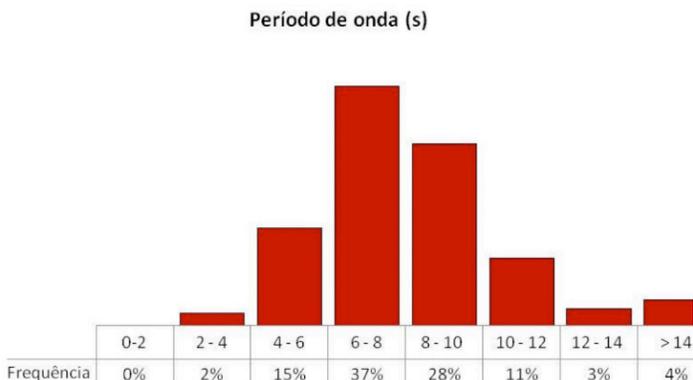


Figura 09. Frequência de ocorrência de período de onda medida na região do Porto de Ubú, nos anos de 2007 e 2008. Fonte: CEPEMAR (2009).

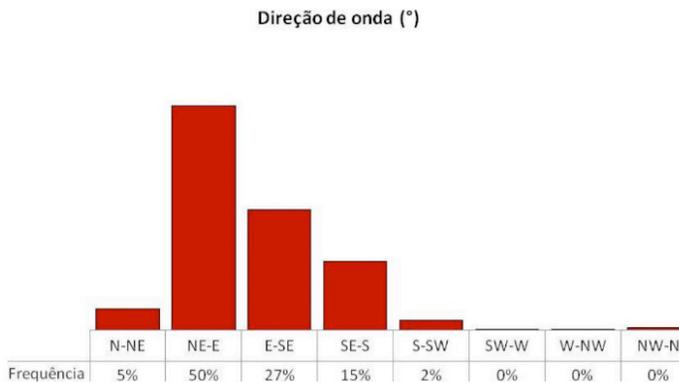


Figura 10. Frequência de ocorrência de ondas, por direção, medidos na região do Porto de Ubú, nos anos de 2007 e 2008. Fonte: CEPEMAR (2009).

Apesar da predominância de ondas provenientes de NE-E, observa-se que as ondas E-SE e SE-S podem representar cerca de 42% das ocorrências. Os maiores valores de Hs e Tp estão associados, principalmente, às ondas oriundas dos quadrantes E-SE e SE-S (figura 11 e 12), estando associados à entrada de frentes-frias. Estas ondas, por sua vez parecem ter atuação mais pronunciada na dinâmica dos processos de transporte longitudinais. Estes valores representam menos de 3% das alturas maiores do que 2m e 20% dos períodos maiores que 10s.

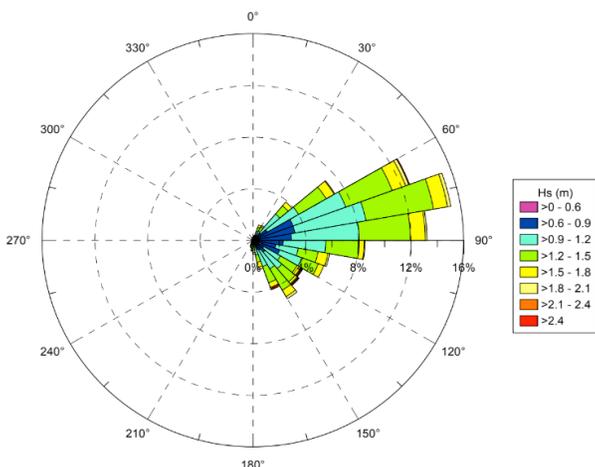


Figura 11. Direção em azimute e altura de onda (Hs), em metros, medidos na região do Porto de Ubú, nos anos de 2007 e 2008. Fonte: CEPEMAR (2009).

Considerando que o Embaiamento de Meaipe Maimbá está alinhado, aproximadamente, cerca de 30° em relação ao norte, tal posição permite que ondas

provenientes do quadrante NE-E cheguem obliquamente à costa, entre 30° e 60°, produzindo um transporte longitudinal de sedimentos para sul. A predominância de ondas deste quadrante corrobora com os resultados granulométricos indicando transporte líquido para sul, sendo este o processo predominante.

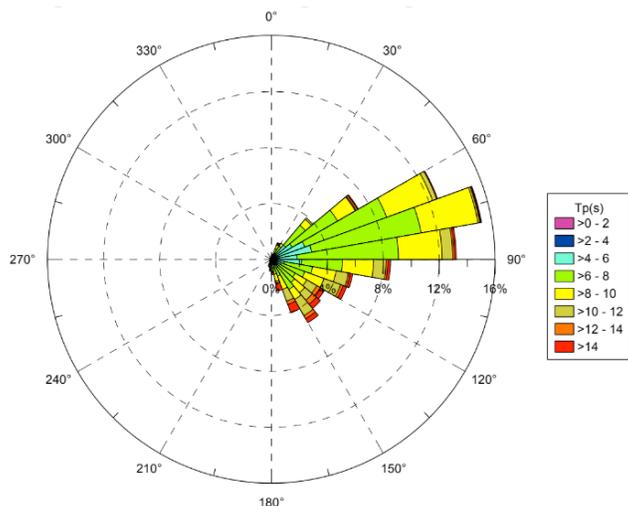


Figura 12. Direção em azimute e período de onda (Tp), em segundos (S) na região do Porto de Ubú, nos anos de 2007 e 2008. Fonte: CEPEMAR (2009).

A figura 13 e 14 apresenta, respectivamente, a ocorrência das alturas e períodos de onda em cada estação do ano. Percebe-se que durante o outono acontece a mais significativa mudança de direção de ondas, com dominância dos quadrantes E-SE e SE-S, representado por ondas com menores alturas, porém com maiores períodos, indicando forte associação com entradas de frente-frias, muito comuns nesta época do ano.

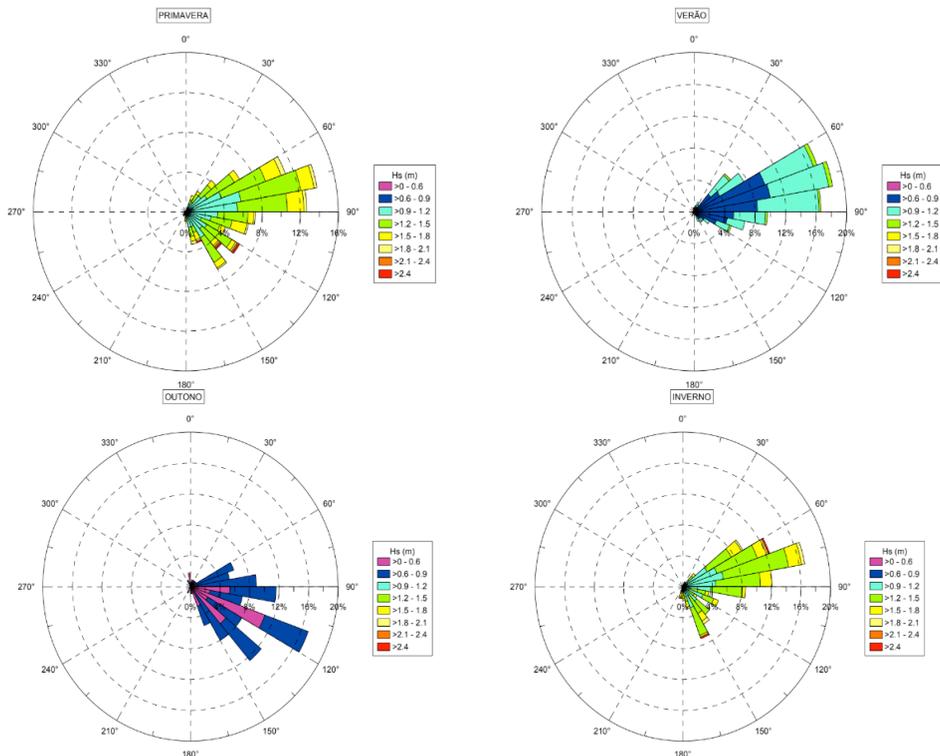


Figura 13. Direção em azimute e altura das ondas ( $H_s$ ), em metros (m), para diferentes estações do ano, medidos na região do Porto de Ubú, nos anos de 2007 e 2008. Fonte: CEPEMAR (2009).

Os quadrantes E-SE e SE-S também proporcionam a entrada oblíqua de ondas com azimute de  $120^\circ$ . Estas ondas, com maiores períodos ( $T_p$ ), observadas durante o outono, possuem por consequência, maiores comprimentos de onda, que ao se aproximarem da costa, interagem com a batimetria, convertendo energia cinética em potencial, elevando a altura significativa das ondas, bem próximo à costa, resultando em um significativo transporte na direção sul-norte.

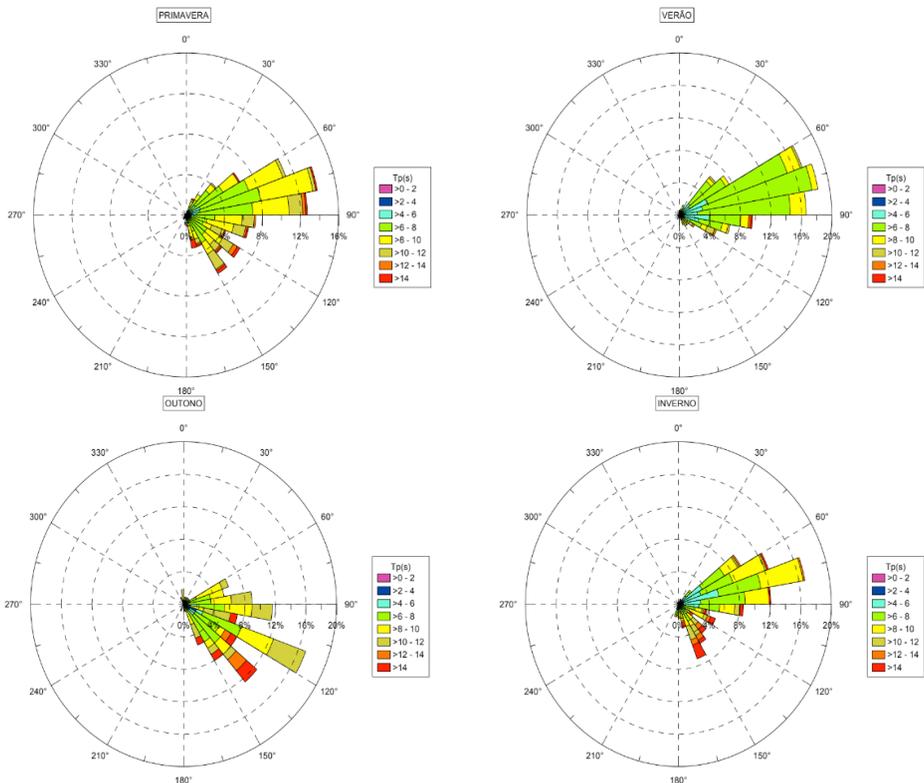


Figura 14. Direção em azimute e período das ondas ( $T_p$ ), em segundos (S), para diferentes estações do ano, medidos na região do Porto de Ubú, nos anos de 2007 e 2008. Fonte: CEPEMAR (2009).

A direção predominante da deriva litorânea, neste trecho do litoral, também seria de sul-norte, como ocorre em outros setores de planícies deltaicas e costeiras do Brasil (DOMINGUEZ; BITENCOURT; MARTIN, 1981a, 1982b, 1983c), (DOMINGUEZ, 1983), (DOMINGUEZ et al., 1982). Este mecanismo é comprovado pela diminuição na granulometria das areias nos perfis 02, 03 e 04 do gráfico da figura 07, apresentado anteriormente e que estão localizados além da região de interferência do molhe portuário.

Albino, Jimenez e Oliveira (2016) demonstraram que o molhe portuário, além de barrar os sedimentos vindos de norte, também impede a mobilização dos sedimentos retidos em direção ao norte, quando há a inversão da corrente longitudinal, em razão da entrada de ondas dos quadrantes de E a S. Há que se concordar com esta interpretação, uma vez que no setor da Ponta de Meaípe há déficit de sedimentos com intensificação de processos erosivos sobre a praia.

## 4.2 Cálculo dos sedimentos retidos

O cálculo da quantidade de sedimentos aprisionados pressupõe realizar o levantamento topográfico dos perfis transversais de praia e o mapa com a área da poligonal

de engorda do terminal portuário, sendo aqui apresentado na figura 15. Este mapa evidencia o setor que sofreu progradação com a poligonal dessa área de engorda mais detalhadamente, junto com os quatro perfis transversais de praia, alinhados ao azimute de 110° para obtenção das informações pertinentes a morfodinâmica e morfologia do sistema praial.

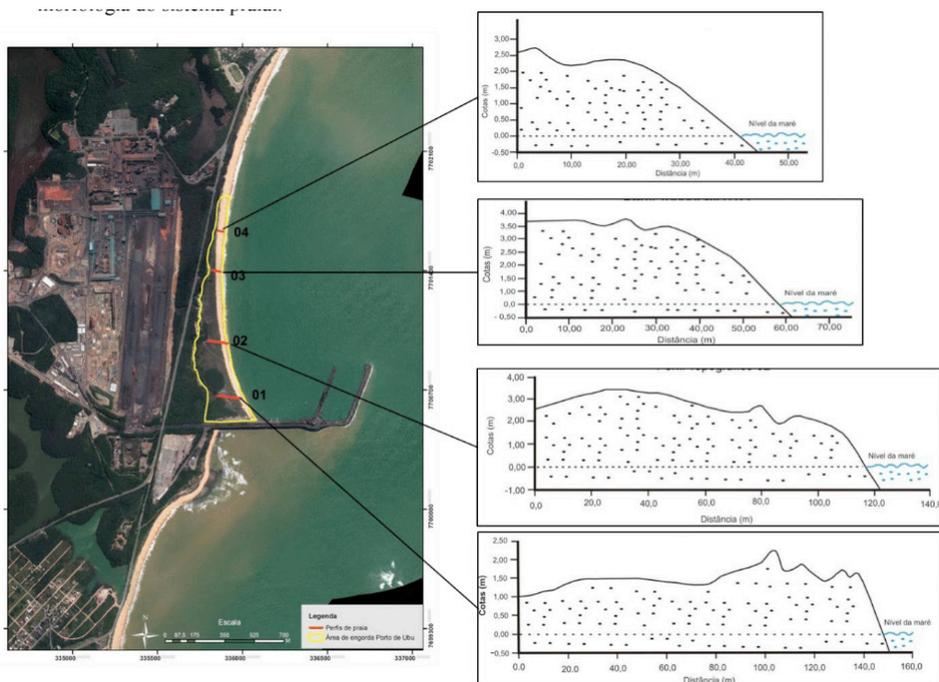


Figura 15. Mapa com a área da poligonal de engorda do Terminal de Ubú e os perfis transversais levantados. Fonte: Fotografias aéreas IEMA 2012 e levantamentos de campo. Elaboração: os autores.

Aplicando técnicas de sensoriamento remoto e geoprocessamento foi possível observar que essa poligonal de engorda com forte progradação da linha de costa apresentou área de 191.872m<sup>2</sup>, sendo aqui denominada de “área de engorda Porto de Ubu”.

Desta forma o cálculo do volume sedimentar aprisionado, as alturas médias e as áreas dos trapézios correspondentes a cada perfil são os que constam na Tabela 02.

Perfil	Média das cotas (m)	Área do trapézio (m <sup>2</sup> )
01	1,44	251,30
02	2,35	330,33
03	2,49	170,13
04	1,86	91,40
<b>Média</b>	<b>2,03</b>	<b>210,79</b>

Tabela 02 – Valores obtidos e utilizados para o cálculo da estimativa de volume sedimentar da área em progradação.

A partir dos dados dessa tabela e aplicando duas maneiras de estimar o volume de sedimentos, conforme Ruggiero e Lopes (2000) temos:

a) Volume = Média dos trapézios x Comprimento longitudinal da poligonal

Média dos trapézios: 210,78m<sup>2</sup>

Comprimento longitudinal da poligonal: 1.340m

Volume: 282.445,20m<sup>3</sup>

b) Volume = Média das cotas x Área da poligonal

Média das cotas: 2,03m

Área da poligonal: 191.872m<sup>2</sup>

Volume = 389.500,16m<sup>3</sup>

No primeiro cálculo é possível observar que na obtenção do resultado há subestimação do volume, uma vez que os perfis foram levantados sem considerar as extremidades norte e sul da poligonal. No segundo cálculo ocorre sobrestimação, pois considera a média das cotas, sendo este valor a altura do prisma, não considerando a inclinação da face praial. Obtendo uma estimativa mais próxima do volume real aprisionado e com os recursos técnicos disponíveis no cálculo da média simples dos volumes, o resultado apresentado é mais próximo da realidade. Assim, a partir da fórmula (Volume médio = Volume<sub>A</sub> + Volume<sub>B</sub> / 2) o resultado obtido foi Volume médio = 335.972,68m<sup>3</sup> de sedimentos aprisionados na “área de engorda” do terminal portuário.

Cabe ressaltar que esse volume médio se refere a todo pacote sedimentar disposto acima do nível médio, descontado o nível da maré local (perfil subaéreo). Portanto, esse é o volume de areia calculado e aprisionado na “área de engorda” que deveria ser continuamente distribuído pelas praias do embaiamento, mantendo o equilíbrio dinâmico do sistema praial de forma a evitar a erosão em pontos em que a deriva litorânea tem atuado de forma mais incisiva.

O estágio morfodinâmico da praia no setor mais pronunciado da poligonal de engorda, que corresponde aos perfis 01 e 02 (figura 15), segundo a classificação de Wright e Short (1984), são caracteristicamente do tipo refletivos, com embate quase que direto das ondas sobre a face praial e, como se percebe, forte acúmulo de areia em grande extensão no pós-praia. Observa-se, também, que este pós-praia se estende com dunas e pequenos

cordões com cristas espaçadas em distâncias diversas, indicando forte deposição das areias. Essa condição tende a desaparecer no sentido de sul para norte, à medida que vai diminuindo a ação do molhe portuário e o embate das ondas torna-se menor, o que permite que o estágio da praia se configure como refletivo para intermediário em alguns trechos.

Em relação ao nível de redução local ( $Z_0 = 0,81$ ), os perfis 02 e 03 apresentaram maiores alturas, alcançando 3,62 e 3,42m, respectivamente, ao passo que o perfil 01 apresentou menores cotas, uma vez que está situado em região mais abrigada de ondas. Os perfis 03 e 04 apresentaram menor inclinação da face, indicando que a batimetria ao longo deste setor segue esta tendência na morfologia praial.

Em estudo de Albino, Jimenez e Oliveira (2016) foi aplicado modelo de forma parabólica para determinar o perfil em planta e a variabilidade de praias do embaiamento. Os referidos autores levaram em consideração, também, a variação nas condições de onda. O modelo aplicado tomou como ponto de difração de onda a extremidade do molhe portuário. Também submeteram a estrutura às ondas provenientes da direção de  $113^\circ$  (que representa o quadrante E-SE) e notaram a existência de equilíbrio estático neste trecho de praia, acompanhado de um processo de progradação em direção aos berços de atracação. De fato, depreende-se, por meio do levantamento dos perfis realizados, a forte progradação da linha de costa neste setor. O que é fortemente observável nas imagens aéreas e no mapa anterior.

Considerando que o transporte de sedimentos ocorre majoritariamente na zona de surfe, (HOEFEL, 1998), (BIRD, 2008) e (DAVIDSON-ARNOTT, 2010), provavelmente, a antepraia no trecho dos perfis 03 e 04 é o sorvedouro de material para a progradação dos perfis localizados mais ao sul. Neste raciocínio, é de se esperar que a antepraia dos trechos mais progradados seja constituída de material mais fino, devido à mudança nos processos hidrodinâmicos local promovida pela estrutura portuária, o que justifica a maior inclinação da face praial nos trechos mais próximos do molhe.

## 5 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

Com base nos procedimentos adotados é possível inferir que ao longo dos últimos 42 anos foram aprisionados, ao norte do molhe do porto, aproximadamente  $335.972,68\text{m}^3$  de sedimentos, considerando o tempo de implantação do terminal portuário. A partir deste cálculo, procedimentos e técnicas utilizadas na investigação tiramos as seguintes conclusões:

- A instalação deste terminal interferiu diretamente no transporte de sedimentos no Embaiamento de Meaípe Maimbá, constituindo um passivo ambiental a ser considerado, tendo em vista o cenário erosivo do setor norte e a falta de afluxos sedimentares externos a este sistema.
- A estrutura portuária vem provocando difração das ondas responsáveis pela

inversão do transporte de sedimentos, criando assim uma “zona de sombra”; mecanismo que aprisiona sedimentos impedindo o retorno destes para o setor norte do embaixamento.

- Os sedimentos da face praial demonstraram ser suficientes para determinar a dinâmica de transporte de material ao longo da costa. As variações do diâmetro médio observadas apontam para existência de transporte de sedimentos para norte e para sul, com predominância para sul, fato que respondia pelo equilíbrio dinâmico dessas praias no período pré implantação do terminal.
- O mapa da área de engorda do porto (figura 15) evidencia que a linha de costa pré-terminal, tomando-se como referência a costa atual ao norte do molhe portuário teve, neste ponto, um avanço de 250 m em direção ao mar. Este fato corresponde a uma taxa média anual de aproximadamente 6m/ano de progradação. A existência de equilíbrio estático da área progradada, conforme apontado por Albino, Jimenez e Oliveira (2016), se refere ao perfil subaéreo. Tal premissa não pode ser considerada para a batimetria, ou seja, o perfil submerso.
- Se a regularidade do aporte de material se mantiver em detrimento de processos erosivos no setor norte do embaixamento, fortemente expresso nas erosões incidentes das estruturas urbanas da praia de Meaípe, haverá também o preenchimento da antepraia na região mais próxima ao molhe e até mesmo zonas mais profundas do perfil submerso. Com o passar dos anos pode-se requerer da empresa maior esforço de dragagem em menor espaço de tempo.
- O impedimento do fluxo que transporta sedimentos para norte está acelerando os processos erosivos neste setor. Os pontos erosivos tem início a partir da antiga ligação da Lagoa Maimbá com o mar e segue para norte até a Praia de Meaípe. Seu limite sul coincide perfeitamente com o fechamento da influência do molhe portuário na difração de ondas.
- É preciso repensar todo o processo de licenciamento e renovação de licença ambiental desses empreendimentos portuários a luz dos conhecimentos modernos da geomorfologia costeira. Não é mais aceitável a implantação de estruturas portuárias do tipo realizado pela Samarco que provoca a destruição erosiva de praias consideradas como espaços públicos de uso comum.
- O ônus socioambiental e econômico que esses terminais portuários provocam na linha de costa precisam ser arcados pelas empresas e não custeado com dinheiro do erário público em projetos de engordamento artificial de praias.

## REFERÊNCIAS

ADDAD, J. **Alterações fluviais e erosão costeira**. Revista Brasileira de Recursos Hídricos – RBRH, Porto Alegre, RS, vol. 02, Nº 02, jul/dez, p. 21-44, 1997.

ALBINO, J.; JIMÉNEZ, J. A.; OLIVEIRA, T. C. A. **Planform and mobility in the meaípe-maimbá embayed beach on the South East coast of Brazil**. *Geomorphology*. New York, EUA, Vol. 253, 15, January, p. 110-122, 2016.

ALBINO, J., GIRARDI, G. e NASCIMENTO, K. A. **Espírito Santo**. In: MUHE, D. (ORG.). **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro**. Brasília: MMA, 2006. p. 227-264.

ALFREDINI, P. e ARASAKI, E. **Engenharia Portuária**. 2º Ed. São Paulo, Ed. BLUCHER, 2014.

BIRD, E. **Coastal Geomorphology – An Introduction**. 2º Ed., New Jersey, EUA, John Wiley & Sons, Ltda., 2008.

CEPEMAR. **Estudo hidrodinâmico da área de influência do Porto de Ubú**. Relatório Técnico interno CPM RT 373/09, apresentado ao IEMA, Cariacica, 112 p., 2009.

DAVIDSON-ARNOTT, R. **Introduction to Coastal Processes and Geomorphology**. New York, EUA, Cambridge University Press, 2010.

DOMINGUEZ, J. M. L. **Evolução quaternária da planície costeira associada à foz do rio Jequitinhonha (BA): influência das variações do nível do mar e da deriva litorânea de sedimentos**. 1982, 73p., Dissertação de Mestrado, UFBA, Salvador.

DOMINGUEZ, J. M. L., BITTENCOURT, A. C. S. P. e MARTIN, L. **Esquema evolutivo da sedimentação quaternária nas feições deltaicas dos rios São Francisco (SE/AL), Jequitinhonha (BA), Doce (ES) e Paraíba do Sul (RJ)**. Revista Brasileira de Geociências, São Paulo, SP, 11(4): 227-237, 1982a.

DOMINGUEZ, J. M. L., BITTENCOURT, A. C. S. P. e MARTIN, L. **Evolução paleogeográfica do delta do rio Jequitinhonha durante o Quaternário: influência das variações do nível do mar**. In: Atas do IV Simpósio do Quaternário no Brasil, 1982c, Rio de Janeiro, p.69-85.

DOMINGUEZ, J. M. L., BITTENCOURT, A. C. S. P., MARTIN, L., PEREIRA, Y. A. e FLEXOR, J. M. **Sobre a validade da utilização do termo para designar as planícies costeiras associadas às desembocaduras dos grandes rios da costa brasileira**. IN: XXXII Congresso Brasileiro de Geologia, Boletim N° 02, 1982, Salvador, Resumos e Breves Comunicações, 92 p.

HANSON, H.; BRAMPTON, A.; CAPOBIANCO, M.; DETTE, H.H.; HAMM, L.; LAUSTRUP, C.; LECHUGA, A.; SPANHOFF, R. **Beach nourishment projects, practices, and objectives - a European overview**. Coastal Engineering Cantábria, Espanha, n° 47, p. 81-111. 2002.

HOEFEL, F.G. **Morfodinâmica de Praias Arenosas: uma revisão bibliográfica**. Itajaí, SC, Editora da Univali, 1998.

HOFMANN, R. M. **Impactos ambientais causados pelas obras de construção e ampliação de portos marítimos no Brasil com ênfase nas comunidades pesqueiras**. Brasília – DF, Consultoria Legislativa – Câmara dos Deputados, agosto de 2015.

IEMA – Instituto Estadual de Meio Ambiente e Recursos Hídricos. **Relatório Técnico Científico COGEST N° 001-2019**. Relatório Interno, Cariacica, 18p., Junho de 2019.

KANA, T. W. & MOHAN, R. K. **Analysis of nourished profile stability following the fifth Hunting Island SC beach nourishment project**. Coastal Engineering, Cantábria, Espanha, n° 33, p.117-136. 1998.

LÄMMELE, L. e ROSA BULHÕES, E. M. **Impactos das obras costeiras na morfologia da linha de costa: o caso do Porto do Açú, São João da Barra, RJ.** Anais do XVII Simpósio Brasileiro de Geografia Física Aplicada e I Congresso Nacional de Geografia Física, 2017, Campinas, SP.

LIMA BARRA, O. A. de O. **Portos e gestão ambiental: análise dos impactos ambientais decorrentes da implantação do terminal marítimo de passageiros na praia Mansa – Fortaleza/CE – Brasil.** 2015, 186p., Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Geografia do Centro de Ciências e Tecnologia da Universidade Estadual do Ceará, Fortaleza.

MAGINI, C., MARTINS, A. H. O., PITOMBEIRA, E. da S. **A Influência Da Estrutura Portuária na Dinâmica Costeira na Vila do Pecém, Ceará, Brasil.** Revista de Geologia. Fortaleza, Ceará, UFC, Vol. 24, nº 2, p.136 - 149, 2011.

MARQUEZ, A. L. **Estudo de agitação, correntes induzidas por ondas e balanço sedimentar da região do porto do tubarão e praia de Camburi, Vitória / ES.** 2009, 283p., Dissertação de Mestrado, Instituto de Oceanografia da USP, São Paulo.

MCCAVE, I. N. **Grain-size trends and transport along beaches: example from eastern England.** Marine Geology. London, England. v. 28, p. 43-51, 1978.

MELO, E., GONZALEZ, J. de A. **Coastal Erosion at Camburi Beach (Vitória, Brazil) and its Possible Relation to Port Works.** In: International Conference on Coastal and Port Engineering in Developing Countries (COPEDEC), IV Rio de Janeiro, RJ, Brazil, 1995, Proceedings, p. 397-411.

MILANEZ, B., SANTOS, R. S. P. dos. e MANSUR, M. S. **A firma e suas estratégias corporativas no Pós-Boom das commodities.** In: ZONTA, M. e TROCATE, C. (Orgs.). **A questão mineral no Brasil – vol. 02. Antes fosse mais leve a carga: reflexões sobre o desastre da Samarco/Vale/BHP Billiton.** Marabá, PA, Editorial iGuana, 2016. p. 51- 86.

PROCOSTA – **Programa Nacional para Conservação da Linha de Costa.** Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental, Departamento de Gestão Ambiental Territorial. – Brasília, DF: MMA, 2018.

ROBERT MORAES, A. C. **Contribuições para a gestão da zona costeira do Brasil: elementos para uma geografia do litoral brasileiro.** São Paulo, Hucitec; Edusp, 1999.

RUGGIERO, M. A. G.; LOPES, V. L. R. **Cálculo numérico - aspectos teóricos e computacionais.** São Paulo: McGrawHill, 2000.

SAMARCO MINERAÇÃO S.A. **Monitoramento marinho do Terminal Marítimo Privativo da Ponta de Ubu - Relatório Técnico CP+RT 149/13.** Relatório técnico interno apresentado ao IEMA, Cariacica, 95p. 06 anexos, 2013.

SOUZA, B. S., **Desenvolvimento e morfodinâmica de praias sobre plataformas de abrasão em litorais de micromaré dominados por ondas.** 2018, 66 p., Dissertação de mestrado, Programa de Pós-Graduação em Oceanografia Ambiental – UFES, Aracruz.

SOUZA, B. S., ALBINO, J. 2020. **Development and morphodynamics of beaches on horizontal shore platforms on the microtidal southeast coast of Brazil.** Geomorphology, Amsterdam, Netherlands, vol. 363, p. 01-08, 2020.

SWART, D.H. **Beach nourishment and particle size effects.** Coastal Engineering, Amsterdam, Netherlands, nº 16, p.61-81, 1991.

VIEIRA, L. A. de A.; PITOMBEIRA, E. da S. e SOUZA, R. O. de. **Comprovação das alterações da linha de costa e de transporte de sedimentos na área costeira do Porto do Pecém.** In: SIMPÓSIO BRASILEIRO DE RECURSOS HÍDRICOS, 17, 2007, São Paulo, Anais... São Paulo: ABRH, 2007, p. 01-17.

WENTWORTH, C. K. **A Scale of Grade and Class Terms for Clastic Sediments.** The Journal of Geology, The University of Chicago Press, Chicago, USA, 30 (5): 377–392, 1922.

WRIGHT, L.D. and SHORT, A.D. **Morphodynamic variability of surf zones and beaches: a synthesis.** Marine Geology, Amsterdam, Netherlands, 56, p.93-118. 1984.

WRIGHT, L.D.; SHORT, A.D.; GREEN, M.O. **Short-term changes in the morphodynamic states of beaches and surf zones: an empirical predictive model.** Marine Geology, Amsterdam, Netherlands, 62, p. 339-364, 1985.

VERVLOET, R. J. H. M. **Estudo geomorfológico aplicado das alterações da linha de costa na área do Terminal Portuário de Ubú da Samarco Mineração S. A. – Guarapari – Espírito Santo.** Anais do XIII Simpósio Nacional de Geomorfologia – SINAGEO, 2021, UFJF, Juiz de Fora, MG.

XIMENES NETO, A. R.; MORAIS, J. O. e PINHEIRO, L. de S. **Modificações na geomorfologia marinha a partir de estruturas portuárias: o caso do Mucuripe, Fortaleza – Ceará.** Geociências, Rio Claro, SP, UNESP, v. 37, n. 4, p. 793 - 805, 2018.

## ÍNDICE REMISSIVO

### A

Aprendizagem 77, 79, 82, 83, 85

Avaliação de imóveis 99, 100, 110

### B

Bacia hidrográfica 52, 55, 56, 57

Banco de dados 56, 57, 68, 99, 101, 102, 105, 107

Barragem 87, 88, 90, 98, 122, 123

### C

Capacitação 77, 81, 83, 84

### D

Desmonte 122, 123, 124, 125, 129, 130, 134

DNOCS 56

Drenagem urbana 131, 134, 139, 140, 141

### E

Economic 2, 3, 4, 5, 6, 7, 11

EMBRAPA 54, 56, 65, 66

Emissão de CO<sub>2</sub> 52, 56, 58, 59, 60, 61, 63, 64

Ensino 77, 78, 79, 85, 121

Equilíbrio estático 12, 35, 36

Estabilidade de maciços 87

Estabilização Físico-Granulométrica 41

Explosão das rochas 111

### F

Fibras de polipropileno 40, 41, 42, 43, 44, 46, 50, 51

Formação cabo 40, 42, 43

Fragmentação de rochas 111

### G

Geology 1, 7, 8, 9, 10, 38, 39

Grupo balsas 67, 68, 69, 71, 72, 73, 74, 75, 76

## **H**

Human 1, 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10, 11, 65, 86, 122

## **I**

Inundações 2, 131, 132, 134, 135, 137, 138, 139, 140, 141

## **L**

Liquefação 87, 88, 91, 93, 94, 96, 97, 98

## **M**

Mecânica das rochas 111

Melhoramento mecânico 41, 50

Morfodinâmica 12, 13, 14, 24, 33, 37, 38

## **N**

Nature 2, 5, 122

## **P**

Percolação de água 111, 114

Pó de pedra 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46, 47, 49, 50

Potencial hidrogeológico 67, 68, 69

Província Parnaíba 67, 68, 69, 71, 72, 76

## **Q**

Queda de blocos 111, 117

## **R**

Rejeito 87, 88, 91, 92, 94, 97, 98

## **S**

Semiárido 52, 55, 56, 64, 66

Sismografia 122

Sistema de informação geográfica 67, 99, 100

Social behavior 4

## **T**

Teresina 86, 99, 101, 102, 110

Terminal portuário 12, 14, 22, 27, 33, 34, 35, 39

Transporte sedimentar 12, 27

## U

Uso do solo 53, 68

[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,  
tecnológico e  
econômico

# 2



[www.atenaeditora.com.br](http://www.atenaeditora.com.br) 

[contato@atenaeditora.com.br](mailto:contato@atenaeditora.com.br) 

[@atenaeditora](https://www.instagram.com/atenaeditora) 

[www.facebook.com/atenaeditora.com.br](https://www.facebook.com/atenaeditora.com.br) 

# GEOCIÊNCIAS:

Desenvolvimento científico,  
tecnológico e  
econômico

# 2

