



Flávia Rebelo Mochel
(Organizadora)

Gerenciamento Costeiro e Gerenciamento Portuário 2

Atena
Editora
Ano 2019

Flávia Rebelo Mochel
(Organizadora)

Gerenciamento Costeiro e Gerenciamento Portuário 2

Atena Editora
2019

2019 by Atena Editora
Copyright © Atena Editora
Copyright do Texto © 2019 Os Autores
Copyright da Edição © 2019 Atena Editora
Editora Executiva: Prof^a Dr^a Antonella Carvalho de Oliveira
Diagramação: Rafael Sandrini Filho
Edição de Arte: Lorena Prestes
Revisão: Os Autores

O conteúdo dos artigos e seus dados em sua forma, correção e confiabilidade são de responsabilidade exclusiva dos autores. 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.

Conselho Editorial

Ciências Humanas e Sociais Aplicadas

Prof. Dr. Álvaro Augusto de Borba Barreto – Universidade Federal de Pelotas
Prof. Dr. Antonio Carlos Frasson – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Antonio Isidro-Filho – Universidade de Brasília
Prof. Dr. Constantino Ribeiro de Oliveira Junior – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof^a Dr^a Cristina Gaio – Universidade de Lisboa
Prof. Dr. Deyvison de Lima Oliveira – Universidade Federal de Rondônia
Prof. Dr. Gilmei Fleck – Universidade Estadual do Oeste do Paraná
Prof^a Dr^a Ivone Goulart Lopes – Istituto Internazionele delle Figlie de Maria Ausiliatrice
Prof. Dr. Julio Candido de Meirelles Junior – Universidade Federal Fluminense
Prof^a Dr^a Lina Maria Gonçalves – Universidade Federal do Tocantins
Prof^a Dr^a Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof^a Dr^a Paola Andressa Scortegagna – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof. Dr. Urandi João Rodrigues Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará
Prof^a Dr^a Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande
Prof. Dr. Willian Douglas Guilherme – Universidade Federal do Tocantins

Ciências Agrárias e Multidisciplinar

Prof. Dr. Alan Mario Zuffo – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Alexandre Igor Azevedo Pereira – Instituto Federal Goiano
Prof^a Dr^a Daiane Garabeli Trojan – Universidade Norte do Paraná
Prof. Dr. Darllan Collins da Cunha e Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof. Dr. Fábio Steiner – Universidade Estadual de Mato Grosso do Sul
Prof^a Dr^a Girlene Santos de Souza – Universidade Federal do Recôncavo da Bahia
Prof. Dr. Jorge González Aguilera – Universidade Federal de Mato Grosso do Sul
Prof. Dr. Ronilson Freitas de Souza – Universidade do Estado do Pará
Prof. Dr. Valdemar Antonio Paffaro Junior – Universidade Federal de Alfenas

Ciências Biológicas e da Saúde

Prof. Dr. Benedito Rodrigues da Silva Neto – Universidade Federal de Goiás
Prof.^a Dr.^a Elane Schwinden Prudêncio – Universidade Federal de Santa Catarina
Prof. Dr. Gianfábio Pimentel Franco – Universidade Federal de Santa Maria
Prof. Dr. José Max Barbosa de Oliveira Junior – Universidade Federal do Oeste do Pará

Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Profª Drª Raissa Rachel Salustriano da Silva Matos – Universidade Federal do Maranhão
Profª Drª Vanessa Lima Gonçalves – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Profª Drª Vanessa Bordin Viera – Universidade Federal de Campina Grande

Ciências Exatas e da Terra e Engenharias

Prof. Dr. Adélio Alcino Sampaio Castro Machado – Universidade do Porto
Prof. Dr. Eloi Rufato Junior – Universidade Tecnológica Federal do Paraná
Prof. Dr. Fabrício Menezes Ramos – Instituto Federal do Pará
Profª Drª Natiéli Piovesan – Instituto Federal do Rio Grande do Norte
Prof. Dr. Takeshy Tachizawa – Faculdade de Campo Limpo Paulista

Conselho Técnico Científico

Prof. Msc. Abrãao Carvalho Nogueira – Universidade Federal do Espírito Santo
Prof. Dr. Adaylson Wagner Sousa de Vasconcelos – Ordem dos Advogados do Brasil/Seccional Paraíba
Prof. Msc. André Flávio Gonçalves Silva – Universidade Federal do Maranhão
Prof.ª Drª Andreza Lopes – Instituto de Pesquisa e Desenvolvimento Acadêmico
Prof. Msc. Carlos Antônio dos Santos – Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro
Prof. Msc. Daniel da Silva Miranda – Universidade Federal do Pará
Prof. Msc. Eliel Constantino da Silva – Universidade Estadual Paulista
Prof.ª Msc. Jaqueline Oliveira Rezende – Universidade Federal de Uberlândia
Prof. Msc. Leonardo Tullio – Universidade Estadual de Ponta Grossa
Prof.ª Msc. Renata Luciane Polsaque Young Blood – UniSecal
Prof. Dr. Welleson Feitosa Gazel – Universidade Paulista

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP) (eDOC BRASIL, Belo Horizonte/MG)	
G367	Gerenciamento costeiro e gerenciamento portuário 2 [recurso eletrônico] / Organizadora Flávia Rebelo Mochel. – Ponta Grossa, PR: Atena Editora, 2019. – (Gerenciamento Costeiro e Gerenciamento Portuário; v. 2) Formato: PDF Requisitos de sistema: Adobe Acrobat Reader Modo de acesso: World Wide Web Inclui bibliografia ISBN 978-85-7247-620-1 DOI 10.22533/at.ed.201191109 1. Portos – Administração. I. Atena Editora. CDD 387.1
Elaborado por Maurício Amormino Júnior – CRB6/2422	

Atena Editora
Ponta Grossa – Paraná - Brasil
www.atenaeditora.com.br
contato@atenaeditora.com.br

APRESENTAÇÃO

A obra “Gerenciamento Costeiro e Gerenciamento Portuário 2” é uma coletânea de trabalhos científicos que situa a discussão sobre tópicos do desenvolvimento e seus impactos socioambientais em diversas localidades da zona costeira brasileira, de maneira interdisciplinar e contextualizada.

Os capítulos abordam resultados de investigações, estudos de caso, aplicações de tecnologias, modelagens e protocolos de pesquisa, nos campos das Ciências Ambientais e Sociais, Geociências, Engenharia Ambiental, Planejamento e Gestão de atividades socioeconômicas.

Neste segundo volume, o objetivo essencial foi difundir o conhecimento adquirido por diferentes grupos de pesquisa e apresentar o que está sendo desenvolvido nas instituições de ensino e pesquisa do país no tocante às aplicabilidades desse conhecimento para a gestão das áreas costeiras e portuárias. A demanda crescente por áreas para o estabelecimento de indústrias, terminais, embarcadouros, expansão das cidades, para o incremento da economia, geração de emprego e renda, desemboca nos desafios de gerir atividades conflitantes e nas consequências sobre a sociedade e o meio ambiente. Somam-se à ocupação humana, a dinâmica natural da zona costeira, influenciada por uma indissociável interação oceano-atmosfera, por movimentos sísmicos e eustáticos, modelando ambientes de alta e baixa energia, alterando o nível dos mares e reestruturando o litoral e as populações que aí vivem.

A complexidade dos fatores intrínsecos à uma zona de interface entre moduladores continentais e marinhos remete à importância de políticas públicas específicas de gerenciamento socioambiental, debatidas e construídas em consonância com a sociedade.

Conteúdos apresentados aqui se propõem a contribuir com o conhecimento de educadores, pesquisadores, estudantes e todos os interessados na zona costeira em seus aspectos metodológicos, conceituais e operacionais, ambiente esse frágil e heterogêneo vital para a manutenção da economia, da sociedade e da vida.

A Atena Editora investe na relevância da divulgação científica ao oferecer ao público uma obra que contém registros obtidos por diversos grupos de pesquisa comprometidos com a sustentabilidade e exposta de maneira objetiva e educativa.

Flávia Rebelo Mochel

SUMÁRIO

CAPÍTULO 1	1
COMPACTAÇÃO DE PRAIS ARENOSAS: EFEITOS DE ESPIGÕES COSTEIROS E TRÁFEGO DE VEÍCULOS, ILHA DO MARANHÃO – BRASIL	
Janiussom da Costa Botão	
Brunno Jansen Franco	
Daniel de Matos Pereira	
Jordan Syllas Saraiva Leite	
Saulo Santiago de Albuquerque	
Thais da Silva Melo	
Valléria Vieira Pereira	
Leonardo Gonçalves de Lima	
DOI 10.22533/at.ed.2011911091	
CAPÍTULO 2	13
AVALIAÇÃO DO CLIMA DE ONDAS <i>SWELL</i> NA PLATAFORMA CONTINENTAL DO MARANHÃO E SEU COMPORTAMENTO SOB CONDIÇÕES EXTREMAS	
Gustavo Souza Correia	
Cláudia Klose Parise	
DOI 10.22533/at.ed.2011911092	
CAPÍTULO 3	26
APLICABILIDADE DO MODELO HABITAT RISK ASSESSMENT DO INVEST PARA GESTÃO DE ÁREAS DE PROTEÇÃO AMBIENTAL	
Laura Dias Prestes	
Julia Nyland do Amaral Ribeiro	
Milton Lafourcade Asmus	
Tatiana Silva da Silva	
DOI 10.22533/at.ed.2011911093	
CAPÍTULO 4	36
ESTIMATIVA DAS TAXAS DE TRANSPORTE SEDIMENTAR AO LONGO DA COSTA BRASILEIRA	
Tháisa Beloti Trombetta	
William Correa Marques	
Ricardo Cardoso Guimarães	
DOI 10.22533/at.ed.2011911094	
CAPÍTULO 5	48
A PRESERVAÇÃO DO PATRIMÔNIO CULTURAL COSTEIRO E O PROGRAMA DE VISITAÇÃO E CONSERVAÇÃO DA ILHA DO CAMPECHE	
Gabriela Decker Sardinha	
Camila Andreussi	
Diego Melo Arruda Rodrigues	
Fernanda Cirello	
DOI 10.22533/at.ed.2011911095	
CAPÍTULO 6	59
ABORDAGEM INTEGRADA PARA A RECUPERAÇÃO DE MANGUEZAIS DEGRADADOS EM ÁREAS PORTUÁRIAS COM ESTUDO DE CASO EM SÃO LUÍS, MARANHÃO	
Flávia Rebelo Mochel	
Ivanilson Luiz Alves Fonseca	
DOI 10.22533/at.ed.2011911096	

CAPÍTULO 7	72
ROUTE BRASIL: UMA ROTA DE SOLUÇÕES PARA O PROBLEMA DO LIXO NO MAR	
Simao Filippe Pedro da Costa Tony de Carlo Vieira Nicole Machado Correa Julia Nyland do Amaral Ribeiro	
DOI 10.22533/at.ed.2011911097	
CAPÍTULO 8	75
MONTAGEM, VALIDAÇÃO E INSTALAÇÃO DE UM SISTEMA SENSOR ULTRASSÔNICO DE BAIXO CUSTO PARA MEDIÇÃO DE NÍVEL FREÁTICO EM AMBIENTES COSTEIROS	
Bento Almeida Gonzaga Deivid Cristian Leal Alves Jean Marcel de Almeida Espinoza Miguel da Guia Albuquerque Tatiana de Almeida Espinoza	
DOI 10.22533/at.ed.2011911098	
CAPÍTULO 9	85
MORPHODYNAMICS AND MACROFAUNA COMMUNITIES IN 12 SANDY BEACHES OF BRAZIL NORTHEAST: A SEMIARID TROPICAL STUDY	
Liana Rodrigues Queiroz Cristina de Almeida Rocha-Barreira	
DOI 10.22533/at.ed.2011911099	
CAPÍTULO 10	107
OS OBJETIVOS DA AGENDA AMBIENTAL PORTUÁRIA COMO INSTRUMENTOS DE ARTICULAÇÃO ENTRE GESTÃO AMBIENTAL PORTUÁRIA E GERENCIAMENTO COSTEIRO: AÇÕES DESENVOLVIDAS NO PORTO DE SUAPE (PERNAMBUCO)	
Sara Cavalcanti Wanderley de Siqueira Danielle Cássia dos Santos Thaís de Santana Oliveira Ingrid Zanella Andrade Campos Daniele Laura Bridi Mallmann Matheus Aragão de Melo Gusmão	
DOI 10.22533/at.ed.20119110910	
CAPÍTULO 11	114
ANÁLISE POR SENSORIAMENTO REMOTO DE ÁREAS SOB EROÇÃO EM MANGUEZAIS E SISTEMAS COSTEIROS NO MUNICÍPIO DE APICUM AÇU, ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL-APA- DAS REENTRÂNCIAS MARANHENSES, BRASIL	
Flávia Rebelo Mochel Cássio Ibiapina Cardoso Ivanilson Luís Alves Fonseca	
DOI 10.22533/at.ed.20119110911	
SOBRE A ORGNIZADORA	126
ÍNDICE REMISSIVO	127

COMPACTAÇÃO DE PRAIS ARENOSAS: EFEITOS DE ESPIGÕES COSTEIROS E TRÁFEGO DE VEÍCULOS, ILHA DO MARANHÃO – BRASIL

Janiussom da Costa Botão

Universidade Federal do Maranhão,
Departamento de Oceanografia e Limnologia, São
Luis-Maranhão.

Brunno Jansen Franco

Universidade Federal do Ceará, Instituto de
Ciências do Mar, Pós graduação em ciências
marinhas tropicais Fortaleza-Ceará.

Daniel de Matos Pereira

Universidade Federal do Maranhão, Programa
de Pós-graduação em Oceanografia, São Luis-
Maranhão.

Jordan Syllas Saraiva Leite

Universidade Federal do Maranhão,
Departamento de Oceanografia e Limnologia, São
Luis-Maranhão.

Saulo Santiago de Albuquerque

Universidade Federal do Maranhão,
Departamento de Oceanografia e Limnologia, São
Luis-Maranhão.

Thais da Silva Melo

Universidade Federal do Maranhão,
Departamento de Oceanografia e Limnologia, São
Luis-Maranhão.

Valléria Vieira Pereira

Universidade Federal do Maranhão, Programa
de Pós-graduação em Oceanografia, São Luis-
Maranhão.

Leonardo Gonçalves de Lima

Universidade Federal do Maranhão,
Departamento de Oceanografia e Limnologia, São
Luis-Maranhão.

RESUMO: Praias arenosas representam a mais dinâmica transição entre os ambientes deposicionais costeiros e oceânicos. Nesses ambientes modificações pontuais causadas pelo homem balançam os sutis equilíbrios locais, que podem ser analisados através de ensaios de compactação de seus sedimentos. O presente estudo tem como objetivo quantificar as diferenças na compactação dos ambientes deposicionais eólicos e praias na Praia da Ponta da Areia e Araçagi. Na Praia da Ponta da Areia as medições de compactação foram realizadas no setor progradacional em uma malha paralela ao espigão costeiro, abrangendo uma área de 297 m² e totalizando 48 pontos entre o campo de dunas e a zona de estirâncio. Na Praia do Araçagi foram realizadas medições de compactação, permeabilidade e coleta de sedimentos buscando apontar as similaridades e discrepâncias entre os compartimentos litorâneos submetidos ao trânsito de veículos, as medições foram realizadas em 9 pontos utilizando um penetrômetro de impacto Karmaq. Com os resultados foi possível perceber que os dois ambientes têm compactações semelhantes nos depósitos eólicos, porém na zona de estirâncio a Praia do Araçagi nos compartimentos submetidos a passagem de veículos apresenta-se mais compactada do que a Praia da Ponta da Areia. Verificou-se que, a identificação da interface de sedimentos eólico/

praial baseado na compactação pode ser usada como um referencial para avaliação de tendências erosivas/depositivas de uma praia. Entretanto, a compactação de praias submetidas ao trânsito intenso de veículos pode resultar em déficit de sedimentos eólico, pois praias mais compactadas dificultam o transporte pelo vento.

PALAVRAS-CHAVE: Permeabilidade, Praias arenosas, Sedimentologia

ABSTRACT: Sandy beaches represent the most dynamic transition between coastal and oceanic depositional environments. On these environments, punctual changes caused by anthropogenic interventions can shake the local balance which can be analyzed through compaction tests in the sediment. The objective of the present study is to quantify the different level of compaction on the aeolian and beaches depositional environments at Ponta D'areia's Beach and Araçagi's Beach. On Ponta D'areia's beach, the compaction measurements were made at the progradational section in a parallel net to the coastal groin, covering an area of 297 m², totalizing 48 points between the foredune field and the foreshore. On Araçagi's beach were done compaction and permeability measurements, and sediments were collected to verify the similarity and variance among the coastal compartments that are used by the traffic of vehicles, the measurements were made in 9 points using an impact penetrometer Karmaq. By analyzing the results, it was possible to notice that the two environments have similar compactations on the aeolian deposits, however on the foreshore zone at Araçagi's Beach, at the compartments used by traffic of vehicles it shows more compaction than Ponta D'areia's beach. It was determined that, the identification of the aeolian/beach sediments interface based on the compaction can be used as referential to evaluate the erosive/depositional trending of a beach. However, the compaction of beaches that suffer with intense vehicles traffic can result in a shortfall of aeolian sediment, since compacter beaches make it more difficult the aeolian transportation to happen.

KEYWORDS: Permeability, Sandy Beaches, Sedimentology

1 | INTRODUÇÃO

De acordo com VITOUSEK *et al.* (1997), mais da metade da população mundial vive a menos de 100 km de áreas costeiras constituindo grandes cidades. Por conta disso, interesses privados, governamentais e político-sociais variados colaboram para inúmeros conflitos envolvendo o uso da zona costeira (ANDRIGETTO FILHO, 2004). A zona costeira pode ser caracterizada como zona de interface dinâmica da atmosfera, da terra e do mar (VILES & SPENCER, 1995). Por conta da relação entre bacias de drenagem e as águas marinhas costeiras, estas regiões são muito ricas em elementos naturais (CLARK, 1996). Além disso, elementos como manguezais, praias, recifes de coral e diversos recursos econômicos, turísticos e alimentícios, são atrativos para assentamentos humanos (WIDMER, 2009).

Aprofundando-se na zona costeira, estão as praias arenosas, consideradas um dos ambientes mais dinâmicos, em função do grande fluxo energético dessas regiões

(BROWN & McLACHLAN, 1990; BIRD, 2008). De acordo com o § 3º do art. 10 da Lei nº 7.661/88 do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), “entende-se por praia a área coberta e descoberta periodicamente pelas águas, acrescida da faixa subsequente de material detrítico, tal como areias, cascalhos, seixos e pedregulhos, até o limite onde se inicie a vegetação natural, ou, em sua ausência, onde comece um outro ecossistema”.

Para WRIGHT *et al.* (1982), a morfologia das praias está associada às características dos sedimentos e às condições hidrodinâmicas destes sistemas. Dentre os principais elementos que controlam e modificam estes ambientes estão a interação entre o regime de ondas e marés, ação eólica, tectônica local, suprimento sedimentar e geologia antecedente (DAVIS & HAYES 1984; WRIGHT & SHORT, 1984).

Outro grande conceito associado à morfologia praias é o de balanço sedimentar. Esta abordagem foi desenvolvida com o intuito de compreender o comportamento e a direção do transporte de sedimentos nos ambientes praias. Ele engloba acreção (em que há deposição e conseqüentemente aumento da linha de costa) e erosão (em que há remoção de sedimentos e por conseqüência diminuição da linha de costa). Diz-se que uma praia está estável quando o volume de erosão for igual ao de deposição de sedimentos.

Praias são destinadas à diversos tipos de usos, mais precisamente, ao comércio e ao turismo/lazer, pois vários bares, restaurantes, empreendimentos imobiliários, portuários estão localizados nessas regiões. Com o grande número de pessoas frequentando estes ambientes, há também o aumento da preocupação com o uso e consciente e sustentável destes espaços.

A ocupação desordenada no litoral pode afetar as características naturais do fluxo de sedimentos, desviando, bloqueando, represando ou reforçando processos que o ambiente já possuía. Com isso, a urbanização da orla e sua influência nos fluxos naturais é uma das questões mais prementes da morfodinâmica costeira (ALFREDINI, 2005). Um exemplo desta intervenção são as construções costeiras, como espigões que servem como forma de “proteção” de empreendimentos imobiliários. Construídos transversalmente e fixados na costa (do pós-praia até a zona de arrebentação) atuam parcial ou totalmente no transporte de sedimentos litorâneos fazendo com que ocorra deposição a montante e evitar assoreamento a jusante (BUSH *et al.*, 2001). A sua eficácia depende do volume de material transportado e da competência do agente transportador (vento, ondas, correntes, maré). No entanto, estas estruturas estão longe de serem soluções agindo apenas como um paliativo para o problema presente na região, o que na melhor das hipóteses é uma solução temporária (ALFREDINI & ARASAKI, 2009).

Outra modificação pontual causada pelo homem que altera tendências naturais e age em escalas não previstas no ambiente praias é a compactação. CURI *et al.* (1993) definem compactação como diminuição do volume do solo resultante de sua compressão, acarretando adensamento das partículas e conseqüente redução

da porosidade. O processo do aumento de densidade pode ocorrer naturalmente por dessecação, lixiviação ou precipitação química. No entanto, na compactação a alteração da densidade e volume do solo é resultante da ação antrópica.

Uma das principais atividades humanas que promove a compactação é o trânsito de veículos em ambientes praias. Isto é algo preocupante uma vez que pode prejudicar uma gama de funções ecológicas exercidas pelas praias, tais como proteção da costa frente às inundações, à intrusão salina nas regiões estuarinas e, também, aos processos erosivos da orla; proteção contra aos efeitos dos eventos de máxima energia (tempestades); produção e reciclagem de nutrientes, filtro de substâncias poluidoras; e a provisão direta ou indireta de habitats para a grande maioria das espécies marinhas e mixoalinas. Os principais trabalhos que evidenciam estes impactos foram desenvolvidos em praias da Austrália e Nova Zelândia (STEPHENSON, 1999; PRISKIN, 2003; SCHLACHER & THOMPSON, 2008; SCHLACHER *et al.*, 2008).

No Brasil, este cenário é realidade sobretudo na Ilha do Maranhão. Situada no litoral setentrional brasileiro à 2°32'S e 44°43'W, a ilha é limitada ao norte pelo oceano Atlântico e a oeste pela Baía do Arraial e de São José. A localização privilegiada da capital, cidade de São Luís, favorece a presença de diversas praias. Infelizmente, em algumas delas o trânsito de veículos é rotineiro. Além disso, há um grande gargalo na literatura local sobre esta temática (VIEIRA *et al.*, 2004; BOTÃO *et al.*, 2017).

O objetivo do presente trabalho foi averiguar a existência de padrões na compactação de dois sistemas praias na Ilha do Maranhão: 1- na extremidade de um espigão costeiro situado em um esporão arenoso; 2- em um ambiente que possui um amplo pós-praia possibilitando o trânsito de veículos em toda sua extensão. Levou-se em consideração a variabilidade sedimentológica, morfodinâmica e pressão antrópica de cada setor.

2 | MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área de estudo

As amostragens ocorreram em duas praias da Ilha do Maranhão, a Praia de Ponta da Areia e a Praia do Araçagi, como pode ser observado na figura 1. Ambas são banhadas pelas águas do complexo estuarino do Golfão Maranhense que apresenta o comportamento de um estuário hipersincrônico com regime de macro-maré de variações de até 6m e 7m durante as marés de sizígias. As correntes no Golfão Maranhense podem atingir velocidades de até 7,5 m/s. A Praia da Ponta D'areia apresenta altura significativa de onda de 0,40m na maré baixa e 1,1m na maré alta sendo classificada como dissipativa sem bancos na maré alta (ALBUQUERQUE, 2018; FRANCO, 2018)., enquanto que a praia do Araçagy apresenta altura significativa de onda de 0,87m e é classificada como uma praia do tipo Terraço de baixa mar banco/cava (FRANCO, 2018).

Nestas praias, as ondas incidem obliquamente à linha de costa (ALBUQUERQUE, 2018; FERREIRA, 2018; FRANCO, 2018). O clima do litoral maranhense é controlado principalmente pelo deslocamento meridional da Zona de Convergência Intertropical (ZCIT) (SILVA, 2012). Segundo NIMER (1989), o regime de chuvas no litoral do Maranhão é caracterizado por dois períodos bem definidos, o período de estiagem que ocorre de julho a dezembro e período chuvoso entre os meses de janeiro a junho, apresentando índices pluviométricos médios de 2000 mm/ano (MASULLO, 2016).

O regime de ventos é dominado por ventos que sopram de NE nos meses de setembro a março e ventos de E entre os meses de abril e agosto. A atuação eólica tem maior força durante o período de estiagem que aliada a elevada exposição subaérea do pós-praia durante as marés baixas proporciona uma ampla pista de atuação de ventos, ocasionando grandes mudanças morfológicas nas praias do litoral maranhense (PEREIRA, 2018).

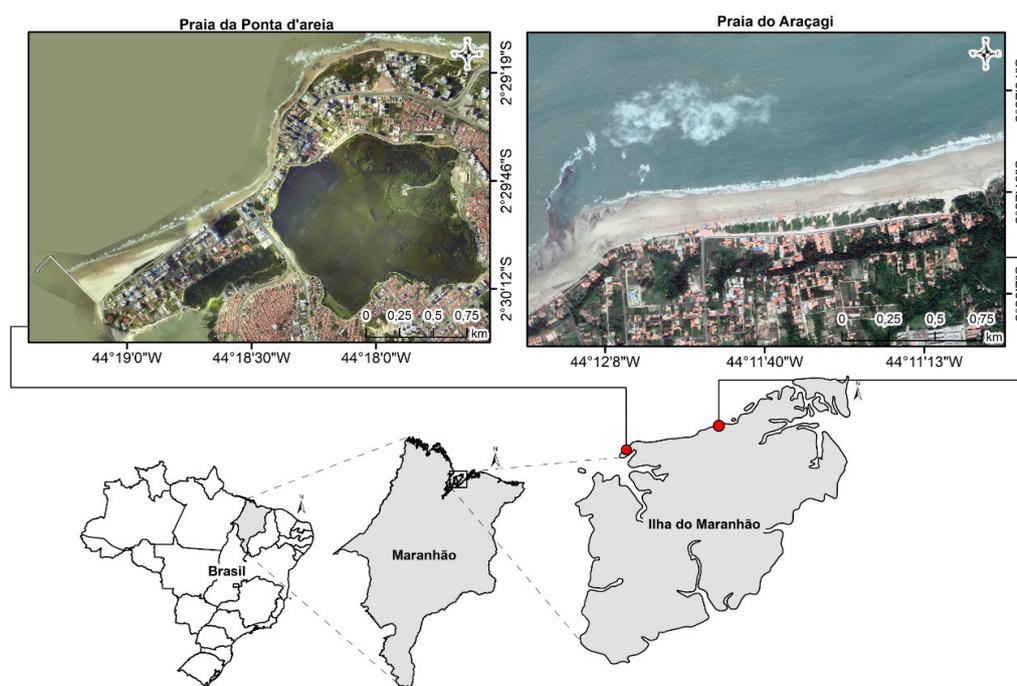


Figura 1. Localização das Praias estudadas

As praias da Ilha do Maranhão estão localizadas no nível superior da bacia costeira de São Luís e têm sua origem ligada a eventos tectônicos ocorridos no Cretáceo inferior (MASSULO, 2016). Conforme MASSULO (2016) e FEITOSA (1989) a característica sedimentar desta bacia é descrita pela presença de sedimentos cretáceos da Formação Itapecuru constituída por arenitos de granulometria fina e coloração avermelhada, aflorando em falésias localizadas ao longo da linha de costa da Ilha do Maranhão; terciários da Série Barreiras constituídos por rochas calcárias, areníticas e argilosas com coloração predominantemente amarelo acastanhado e

vermelho, e ainda os sedimentos Quaternários da Formação Açuí, de origem mais recente e caracterizada pelo domínio de sedimentos flúvio-marinhos em praias, rios e manguezais. Ainda de acordo com os autores, a Formação Açuí na região litorânea, encontra-se muitas vezes recoberta por vegetação de paleodunas e pelo desenvolvimento de esporões arenosos holocênicos, como no caso da praia da Ponta D'areia.

Diante deste contexto geológico, segundo ALBUQUERQUE (2018), a praia da Ponta d' areia passou por grandes alterações, visto que anteriormente era um ambiente que sofria retrogradação da sua linha de costa, após a construção de um espigão costeiro, passou a apresentar um grande avanço da linha de costa em direção a Baía de São Marcos (progradação). No transecto paralelo ao espigão costeiro, a barreira apresenta uma estratigrafia progradante, formada por depósitos eólicos sobrepostos a depósitos praias e antepraias. Esta progradação ocorre devido à fixação da extremidade apresentando em sua estratigrafia a transição entre a fase de retrogradação para a de progradação, relacionada a um balanço positivo de sedimentos ao longo da costa, ou seja, uma alternância de fases que se dá originalmente de um sistema laguna-barreira transgressivo atrelado ao desenvolvimento de um *spit* arenoso.

2.2 Materiais e Métodos

As medidas de compactação foram realizadas utilizando um penetrômetro de impacto, marca kamaq®. As medições com este equipamento ocorrem a partir de um peso batente (4 quilos) que incide em queda-livre, a uma altura de 20 cm, sobre uma haste de penetração. As medidas de compactação são realizadas a partir do número de golpes necessários para cravar 15, 30 e 45 cm da haste de penetração e, desta forma, obter as medidas das posições superiores e inferiores (subsuperfície) do terreno.

Para medir a permeabilidade foi utilizado um permeamêtro, como descrito por CAPUTO (1980), construído utilizando PVC. O ensaio de permeabilidade se dá enchendo o tubo com água e medindo o tempo necessário para a coluna d'água percorrer 10 centímetros. Estes dados foram tratados então segundo a equação também descrita por CAPUTO (Equação 1) conforme:

$$K = (r/4hm)(dh/dt) \quad \text{Equação 1. Parâmetro de Permeabilidade Darcy}$$

Sendo, K a permeabilidade medida em Darcy, r o raio do tubo, dt o intervalo de tempo, dh a distância do tubo percorrida pelo fluido e hm é a média da altura da coluna d'água no nível inicial e final.

Para os dados de compactação da Praia da Ponta d' areia foi realizada a interpolação dos dados pelo método de Natural Neighbor para a melhor visualização dos resultados.

3 | RESULTADOS

3.1 Praia da Ponta da Areia

A amostragem na Ponta da Areia ocorreu em forma de malha paralela ao espigão costeiro, contendo 47 pontos com uma distância entre os pontos de 30 metros, no setor progradante da praia hierarquizado por ALBUQUERQUE (2018) como setor 1. O espigão agiu diretamente sobre o transporte de sedimentos litorâneos gerando acúmulo de sedimentos a montante do espigão que ocasionou progradação das fácies eólicas sobre as praias e as praias sobre as antepraiais.

Para a Praia da Ponta D'areia é possível perceber um gradiente na compactação partindo da duna e indo em direção à praia, em que na profundidade de 0 a 15 cm predomina no setor eólico uma compactação que varia entre 0 e 5 golpes, com média de 1,3 golpes e desvio padrão de 0,8. A medida em que se aproxima da praia, iniciando de forma inclinada no ponto 27 a compactação aumenta se situando em uma faixa entre 5 a 10 golpes no setor praiial na camada que vai de 0 a 15 cm com uma média de 4 golpes e um desvio padrão de 2,1 (Figura 2).

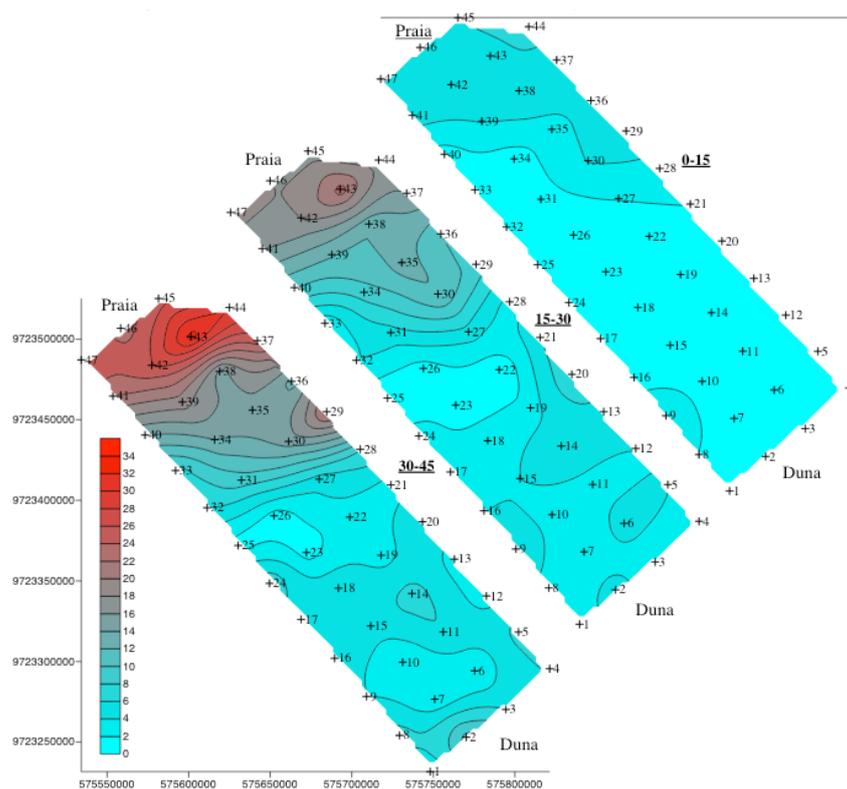


Figura 2 Compactação da Praia da Ponta da Areia (setor Progradacional)

Na profundidade de 15 a 30 cm ainda é possível perceber outro gradiente na compactação partindo da duna e indo em direção à praia. Além disso, existe um aumento na compactação praiial no setor eólico chegando ao máximo de 8 golpes e atingindo uma média de 3,4 e um desvio padrão de 1,9.

No setor praiial também houve um aumento na compactação com pico de 23 golpes no ponto 43, a média neste setor foi de 11,9 golpes e seu desvio padrão foi de

5,9.

Na camada de 30 a 45 cm ainda é possível perceber o gradiente crescente na compactação indo do setor eólico em direção ao setor praial. A média do setor eólico para esta camada foi de 4,5 golpes e o desvio padrão foi de 2,5. Neste setor em alguns pontos houve efetiva diminuição da compactação em relação a camada de 15 a 30.

3.2 Praia do Araçagi

A praia do Araçagi é uma praia em que existe efetiva passagem de veículos. Nesta localidade foi realizada amostragem seguindo um transect transversal à praia com 9 pontos. Que vai desde o setor eólico até a zona de espriamento em que os pontos de 1 a 3 correspondem ao setor eólico da praia, os pontos 4, 5 e 6, correspondem ao estirâncio e a região onde a passagem de veículos é mais extensa e nos pontos 7, 8 e 9, ainda no estirâncio, correspondem a uma região onde a passagem de veículos diminui (Figura 3).

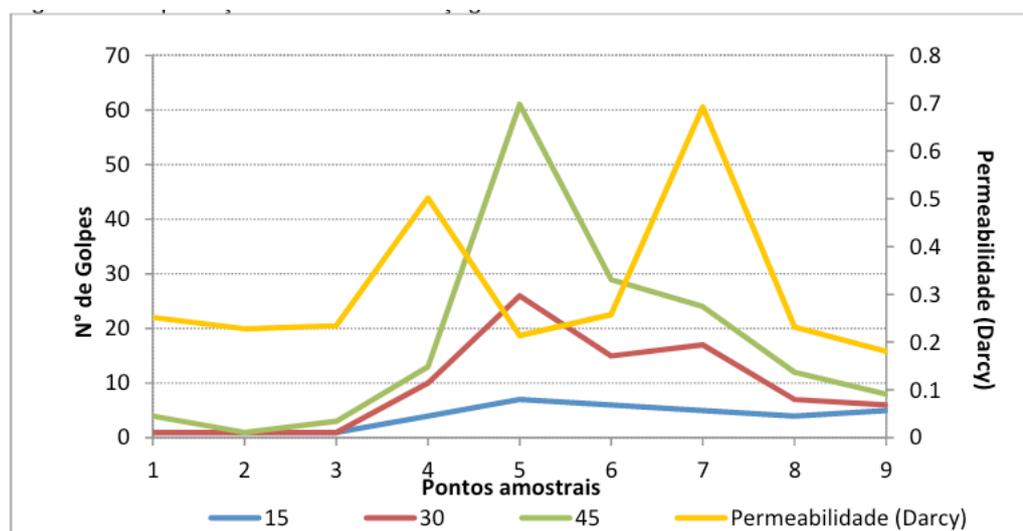


Figura 3 Compactação da Praia do Araçagi

No setor eólico a média de golpes na profundidade de 0 a 15 cm foi de 1 golpe, esta compactação cresceu na zona em que há passagem de carros chegando a uma média de 5, 7 e diminuiu na zona em que a passagem de veículos é menor, obtendo média de 4,7 golpes.

Para a camada que vai de 15 a 30 cm a compactação manteve a mesma média no setor eólico. Contudo, observou-se um crescimento na zona em que há a passagem de veículos em relação a camada mais superficial, chegando à média de 17 golpes e de novo houve uma diminuição na zona onde a passagem de veículos diminui obtendo a média de 10 golpes.

Na profundidade de 30 a 45 cm ocorreu aumento na média da compactação que chegou a 2,7 golpes, novamente houve acréscimo na compactação em relação a camada superior na zona em que há a passagem de automóveis com média de 34,3 ao passo que nesta profundidade, foi observado média de 14,7.

A permeabilidade se manteve estável no setor eólico obtendo média de 0,24 Darcy. No setor onde a passagem de veículos diminui foi verificado um aumento na permeabilidade no ponto 4 com 0,5 de permeabilidade e uma diminuição nos dois pontos seguintes, na zona onde não há a passagem de veículos houve um pico de 0,69 no ponto 7 e em seguida uma diminuição em direção ao mar nos dois pontos seguintes.

4 | DISCUSSÃO

Neste estudo as médias das compactações na Praia da Ponta d' areia se mostraram maiores no setor praiado do que no setor eólico. Isto pode estar relacionado ao fato de que os sedimentos no setor praiado sofrem com constante revolvimento pela ação das ondas resultando em um empacotamento dos grãos, o que diminui a quantidade de espaços vazios entre as partículas dificultando a penetração pelo equipamento.

Em alguns pontos no setor eólico houve efetiva diminuição na compactação em relação a profundidade. Estes resultados podem refletir a dinâmica deste setor, em que a movimentação das dunas tende a expor de forma desigual camadas mais ou menos compactas do sedimento. O mesmo não acontece na Praia do Araçagi, podendo estar associada a presença de vegetação nas dunas que impede a movimentação destas. Outra possível manifestação deste evento é que dunas mais estáveis tendem a apresentar sempre um crescimento na compactação em relação a profundidade e o mesmo não ocorre nas dunas que se movimentam, podendo exibir compactações menores à medida que a profundidade aumenta.

É possível perceber neste estudo que o gradiente de compactação em direção à praia aumenta de forma inclinada. Tal inclinação se associa a compactação representando o comportamento dos sedimentos que se depositam nesta área, inicialmente mais próximos ao espigão que fica a oeste da área amostrada e posteriormente, há nova deposição a leste.

Com o aumento da profundidade, o gradiente de compactação tende a ficar mais próximo do setor eólico. Esta configuração pode ser resultado do acúmulo acelerado de sedimentos provocado pelo espigão costeiro promovendo sobreposição dos sedimentos eólicos em relação aos praiados.

Os resultados dos ensaios de compactação realizados na Praia do Araçagi indicam que os compartimentos submetidos ao trânsito de veículos (pontos 4, 5 e 6 localizados no estirâncio) estão, aproximadamente, cerca de 6 vezes mais compactados do que os compartimentos sem trânsito, e cerca de 60 vezes mais compactados do que os depósitos eólicos.

A permeabilidade na Praia do Araçagi diminuiu na zona em que a passagem de veículos é maior. OLIVEIRA (2016) diz em seu trabalho que a compactação possui

grande relação com a permeabilidade, pois provoca uma alteração no arranjo das partículas do solo e, conseqüentemente, na permeabilidade. Desta forma quanto maior a compactação do sedimento, menor a quantidade de poros disponíveis para percolação do fluido e menor é a permeabilidade.

Estes resultados corroboram com o descrito por VIEIRA et. al. (2004) que ressalta que o coeficiente de permeabilidade é inversamente proporcional ao grau de compactação experimentado pela areia, sendo esta última diretamente proporcional a resistência à penetração.

Comparando as duas praias, percebeu-se que ambas têm atuações semelhantes nos depósitos eólicos, porém na zona de estirâncio da Praia do Araçagi, nos compartimentos submetidos a passagem de veículos, há maior compactação do que a Praia da Ponta d' areia.

Esta compactação anômala na praia do Araçagi pode também ser um indicativo de tendência erosiva, como mostra NISHI et al. (1996) que em seu estudo demonstra que praias com tendências erosivas se mostram mais compactas enquanto praias com tendências deposicionais apresentam compactações maiores. Desta forma a compactação pode servir como um parâmetro vantajoso para identificar áreas com tendências erosivas ou deposicionais.

5 | CONCLUSÃO

O presente estudo denota a possibilidade de identificar a interface de sedimentos eólico/praias, a partir da evidência que o setor praias é mais compacto que o setor eólico e da estabilidade de dunas considerando sua compactação, uma vez que dunas mais estáveis apresentam sempre um crescimento na compactação em relação a profundidade e isto não acontece em dunas que se movimentam.

Este trabalho indica o quão dinâmico pode ser a interação entre os sistemas eólicos e praias não se resumindo somente a uma linha de costa e sim a um envelope de dados.

Os dados obtidos também indicam que a compactação pode ser usada como um referencial para avaliação de tendências deposicionais, como na Praia da Ponta d'Areia, e entender de que forma ambientes praias deposicionais evoluem ao longo do tempo.

É perceptível que o trânsito intenso de veículos pode promover alterações na compactação que não se restringem a camada superficial de sedimentos.

Além disso, esta pesquisa oferece resultados que podem dar subsídio a futuros projetos relacionados à identificação das características de diferentes tipos de praia e seus subambientes no ponto de vista da compactação e quanto distribuição de organismos nestes ambientes.

REFERÊNCIAS

- ALBUQUERQUE, S. S. de. **Estratigrafia, morfodinâmica e evolução de um esporão arenoso em ambiente macromaré: Ponta da Areia, São Luís-MA**. 2018. 104 f. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) - Universidade Federal do Maranhão, São Luís, 2018.
- ALFREDINI, P. **Obras e Gestão de Portos e Costas - A Técnica Aliada ao Enfoque Logístico e Ambiental**. São Paulo: Editora Edgard Blucher, 2005.
- ALFREDINI, P.; ARASAKI, E. **Obras e gestão de portos e costas: A técnica aliada ao enfoque logístico e ambiental**. 2ª Edição. São Paulo: Editora Blucher, 2009.
- ANDRIGETTO FILHO, J. M. 2004. **Das “dinâmicas naturais” aos “usos e conflitos”:** uma reflexão sobre a evolução epistemológica da linha do “costeiro”. *Desenvolvimento e Meio Ambiente*, n. 10, p. 187-192.
- BIRD, E. **Coastal Geomorphology: An Introduction**, 2nd edition, Wiley, Chichester, 2008.
- BOTÃO, J. DA C.; PEDROSA, I. F.; FERREIRA, M. S.; LIMA, L. G. DE; FREITAS, C. T. DE; ZANONI, M. F.; PIRES, M. L. T.; MOREIRA, V. M. O. **IMPACTO DA CIRCULAÇÃO DE VEÍCULOS NA PRAIA DO ARAÇAGI EM SÃO JOSÉ DE RIBAMAR, MARANHÃO - BRASIL**. In: Anais Do XXIX Semana Nacional De Oceanografia. Anais. São Luís (MA) UFMA, 2017. Disponível em: <<https://www.even3.com.br/anais/sno2017/53628-oimpacto-da-circulacao-de-veiculos-napraia-do-aracagi-emsao-jose-de-ribamar-maranhao---brasil>>.
- BRASIL. CONSTITUIÇÃO. 1988. **LEI 7.661, DE 16 DE MAIO DE 1988**. Institui O Plano Nacional De Gerenciamento Costeiro E Dá Outras Providências. Disponível em: http://www.planalto.gov.br/ccivil_03/leis/l7661.htm. Acesso em: 27 maio. 2019.
- BROWN, A.C. & MCLACHLAN, A. 1990. **Ecology of Sandy Shores**. Amsterdam, Elsevier, 327p.
- BUSH, D. M.; LONGO, N. J.; NEAL, W. J.; ESTEVES, L. S., PILKEY O. H.; PILKEY D. F.; WEBB, C. A. **“Living on the edge of the Gulf”**. The west Florida and Alabama Coast. Duke University Press, Durhan and London, 340 p. 2001.
- CLARK, J. R. **Coastal zone management handbook**. CRC Press, 694p. Boca Raton, 1996. (ISBN: 1566700922).
- CURI, N.; LARACH, J.O.I.; KÄMPF, N.; MONIZ, A.C.; FONTES, L.E.F. **Vocabulário de ciência do solo**. Campinas: Sociedade Brasileira de Ciência do Solo. 90p. 1993.
- DAVIS, R.A. & HAYES, M.O. **What Is a Wave Dominated Coast?**. *Marine Geology*, 60, 313-329. 1984.
- FERREIRA, M.S. **Morfodinâmica da Praia da Ponta D’areia, São Luís – MA**. Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, Trabalho de Conclusão de Curso. 83p. 2018.
- FRANCO, B.J. **Caracterização morfodinâmica das praias oceânicas da Ilha do Maranhão**. Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, Trabalho de Conclusão de Curso. 58p. 2018.
- MASULLO, Y.A.G. **Evolução do processo de urbanização e alterações ambientais na praia de são marcos, São Luís-MA**. *Revista Espaço e Geografia*, v. 19, n. 2, 2016.
- NISHI, R. OHMI, S. MICHIO, S. TAKAAKI, U. KRAUS, N. C. 1996. **Compaction of beaches and dunes**. *Proceedings of Coastal Engineering*, Vol. 43, pp.681-685.

NIMER, E. **Climatologia do Brasil**. 2. ED. Rio de Janeiro: Fundação IBGE, 421p. 1989.

OLIVEIRA, E. B. **VARIAÇÕES DA PERMEABILIDADE AO ÓLEO EM PRAIAS ARENOSAS DO SISTEMA PATOS GUAÍBA, RS, BRASIL**. 2016. (Dissertação) Programa de Pós-graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica- (FURG), Rio Grande, 2016.

PEREIRA, D.M. **Caracterização sedimentar das praias da Ilha do Maranhão**. Departamento de Oceanografia e Limnologia, Universidade Federal do Maranhão, Trabalho de Conclusão de Curso. 91p. 2018.

PRISKIN, J. **Physical Impacts of Four-Wheel Drive Related Tourism and Recreation in A Semi-Arid, Natural Coastal Environment**. Ocean & Coastal Management, Vol. 46, Pp. 127-155. 2003.

SCHLACHER, T. A.; RICHARDSON, D.; MCLEAN, I. 2008. **Impacts of Off-Road Vehicles (ORVs) on Macrobenthic Assemblages on Sandy Beaches**. Environmental Management, [s.l.], v. 41, n. 6, p.878-892, 12. Springer Nature.

SCHLACHER, T. A.; THOMPSON, L. M. C. **Physical Impacts Caused by Off-Road Vehicles to Sandy Beaches: Spatial Quantification of Car Tracks on an Australian Barrier Island**. Journal Of Coastal Research, 2008. West Palm Beach, Florida, v. 24, n. 2, p.234-242.

SILVA, Q.D. **Mapeamento Geomorfológico da Ilha do Maranhão**. 2012. Universidade Estadual Paulista, Faculdade de ciências e tecnologia. Tese de Doutorado. 248p. Disponível em: < <https://repositorio.unesp.br/handle/11449/101458>>

STEPHENSON, G. 1999. **Vehicle impacts on the biota of sandy beaches and coastal dunes: a review from a New Zealand perspective**. Science For Conservation, Wellington, New Zealand, v. 121.

VIEIRA, H.; CALLIARI, L. J.; OLIVEIRA, G. P. 2004. **O estudo do impacto da circulação de veículos em praias arenosas através de parâmetros físicos: um estudo de caso**. Engevista, [s.l.], v. 3, n. 6, p.54-63.

VILES, H. & SPENCER, T. 1995. **Coastal problems: geomorphology, ecology and society at the coast**. Hodder Arnold Publ., 360p. London, UK. Arnold. (ISBN-13: 978-0340531976).

VITOUSEK, P., MOONEY, H., LUBCHENCO, J. & MELILLO, J. **Human domination of Earth's ecosystems**. Science, 1997. 277(5325):494-499. (DOI: 10.1126/science.277.5325.494).

WIDMER, W. M. **The importance of the experimental approach to the advance of integrated coastal management**. Journal of Integrated Coastal Zone Management. 9 (1), 7-16. 2009.

WRIGHT, L. D. & SHORT, A. D. **Morphodynamic Variability of Surf Zones and Beaches: a synthesis**. Mar. Geol., 56(1-4):93-118.1984.

WRIGHT, L.D.; NIELSEN, P. SHORT, A.D. & GREEN, M.O. **Morphodynamics of A Macrotidal Beach**. Marine Geology. 50: 97-128. 1982.

SOBRE A ORGANIZADORA

FLÁVIA REBELO MOCHEL Possui graduação em Ciências Biológicas pela Universidade Federal do Rio de Janeiro, mestrado em Zoologia - Museu Nacional / UFRJ , doutorado em Geociências pela Universidade Federal Fluminense e pós doutorado em Wageningen University, Holanda, com Recuperação de Manguezais. Atualmente é professora associada do Departamento de Oceanografia e Limnologia da Universidade Federal do Maranhão, responsável pelo LAMA- Laboratório de Manguezais e fundadora/coordenadora do CERMANGUE- Centro de Recuperação de Manguezais na UFMA. Possui experiência na área de Ecologia e Oceanografia Biológica, com ênfase em Ecologia e Recuperação Ecológica de Manguezais e em Educação Ambiental e Oceanografia Social, com ênfase em Sustentabilidade de Ecossistemas, atuando em ensino, pesquisa e extensão, principalmente nos seguintes temas: manguezais, macrofauna bêntica, sensoriamento remoto, ecossistemas costeiros, interação natureza e sociedade, educação ambiental e produção de materiais lúdico-pedagógicos.

ÍNDICE REMISSIVO

A

Arduino 75, 76, 77, 78, 79, 80, 83

Áreas de Proteção Ambiental 26, 35

Atividade Turística 48, 53

C

CERC 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

Clima de Onda Swell 13

Compactação de Praias 2

Conservação 16, 26, 27, 28, 34, 35, 38, 48, 49, 51, 53, 54, 55, 57, 62, 71, 111, 117, 124, 125

D

Dunas 1, 9, 10, 28, 83, 114, 117, 119

E

Educação Ambiental 54, 56, 65, 67, 72, 124, 126

Erosão Costeira 103, 105, 114

G

Gestão 11, 15, 26, 27, 28, 29, 32, 34, 35, 46, 48, 53, 55, 56, 57, 69, 71, 72, 75, 76, 105, 107, 108, 110, 111, 112, 115, 117, 124, 125

Gestão Ambiental Portuária 107, 108, 110, 112

Gestão de Praia 72

I

Ilha do Campeche 48, 51, 52, 53, 54, 55, 57, 58

Invest 35

K

Kamphuis 36, 37, 38, 39, 40, 41, 42, 43, 44, 45, 46

L

Lixo no Mar 73

M

Macrobentos 86

Macrofauna Bentônica 86, 105, 106
Manguezais 2, 6, 59, 60, 61, 62, 63, 65, 66, 71, 109, 114, 115, 116, 117, 118, 122, 124, 125, 126
Medição de Alta Frequência 75
Modelagem Numérica de Ondas 45
Modelo SWAN 13, 15, 16, 17, 18, 24
Morfodinâmica 3, 4, 11, 46, 86, 103, 114, 115, 119, 121, 123
Morfodinâmica Costeira 3, 114, 121, 123

N

Nível do Lençol Freático 75, 78, 83

O

Ondas Swell 13, 14, 15, 18, 19, 20, 21, 22, 23, 24

P

Patrimônio Arqueológico 48, 51, 53, 57
Patrimônio Cultural Costeiro 48, 49
Permeabilidade 1, 2, 6, 9, 10
Plataforma Continental 13, 15, 17, 19, 23, 36, 41, 50
Plataforma Continental do Maranhão 13, 15, 17, 23
Poluição Marinha 72
Praias 1, 2, 3, 4, 5, 6, 10, 11, 12, 37, 41, 46, 72, 73, 86, 103, 105, 109, 114, 117, 118, 119, 121, 122, 124
Praias Arenosas 1, 2, 12, 86, 103, 105, 109
Praias Tropicais 86

R

Recuperação de Manguezais 59, 60, 62, 65, 114, 126
Restauração de Manguezais 59, 61
Restauração Ecológica 59, 60, 61, 64
Risco de Ecossistemas 26, 28, 34

S

Sedimentologia 2, 40
Sensores de Nível 75
Sensoriamento Remoto 35, 84, 114, 115, 124, 125, 126

T

Terminal Portuário 59, 65
Tipos de Praia 10, 86

TOMAWAC 36, 38, 39, 40, 41, 42

Transporte de Sedimentos 3, 7, 14, 36, 38, 39, 40, 41, 44, 45, 46

Transporte Sedimentar 36, 37, 39, 41, 43, 45

U

Unidades de Conservação 34, 51, 111

V

Visitação 48, 53, 54, 55, 56, 57

Z

Zonas Costeiras 36, 37, 48, 57, 61, 75, 83

Agência Brasileira do ISBN
ISBN 978-85-7247-620-1

