



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

ANÁLISE POR SENSORIAMENTO REMOTO DE ÁREAS SOB EROSÃO EM MANGUEZAIS E SISTEMAS COSTEIROS NO MUNICÍPIO DE APICUM AÇU, ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL- APA- DAS REENTRÂNCIAS MARANHENSES, BRASIL

Flávia Rebelo Mochel

Depto. de Oceanografia e Limnologia-
Universidade Federal do Maranhão Centro de
Recuperação de Manguezais –CERMANGUE-
Laboratório Benthos e Ecologia de Manguezais-
LAMA- São Luís- Maranhão

Cássio Ibiapina Cardoso

PPGSE/ Depto de Oceanografia e Limnologia-
UFMA São Luís- Maranhão

Ivanilson Luís Alves Fonseca

UMI-SAN Serviços de Apoio à Navegação
Vila Velha- ES

RESUMO: O município de Apicum Açú faz parte da Área de Proteção Ambiental (APA) das Reentrâncias Maranhenses e localiza-se nas coordenadas 1° 34' 37" S e 45° 04' 46" W, tendo a leste o município de Cururupu e a oeste o município de Bacuri. Apicum Açú apresenta bioma amazônico numa área de 353.166 km², regime de macromarés, com alturas de até 8,0 m, com extensos manguezais, cordões de praias e dunas. Procurou-se analisar a evolução espaço-temporal da morfodinâmica costeira a partir de dados orbitais multiespectrais e de campo. Registraram-se as áreas sob erosão e assoreamento de 2012 a 2015 com GPS *E-Trex 30 Garmin*. Processaram-se imagens Landsat TM-5 1985, 2007, 2011 e Landsat OLI-8, 2014 e 2016, da órbita-ponto 221-61, com SPRING

5.5.4 e QGIS 2.2.0. Constatou-se a erosão costeira no sentido NE-SW e o assoreamento à oeste desse eixo, acompanhando os vetores de correntes de marés de preamar e baixamar, cujas velocidades, obtidas em cartas DHN, variaram de 0,5 a 2,9 m/s. A erosão foi responsável pela diminuição e desaparecimento de ilhas e bancos pesqueiros e o assoreamento interrompeu canais afetando a navegação. Além disso, as mudanças na morfodinâmica costeira ocasionaram problemas na organização territorial de comunidades tradicionais e no manejo de seus recursos.

PALAVRAS-CHAVE: erosão costeira, sensoriamento remoto, manguezais, ecossistemas costeiros.

REMOTE SENSING ANALYSIS OF AREAS UNDER EROSION IN MANGROVES AND COASTAL SYSTEMS IN THE MUNICIPALITY OF APICUM AÇU, ENVIRONMENTAL PROTECTION AREA-APA-RECESSES OF FROM MARANHÃO, BRAZIL

ABSTRACT: The municipality of Apicum Acu is part of the Environmental Protection Area (APA) of Reentrâncias Maranhenses and is located at 1° 34' 37" S and 45° 04' 46" W, limited at the eastern side by the municipality of Cururupu

and at the west by the municipality of Bacuri. Apicum Açu has an area of 353,166 km² in the Amazonian biome, a coastal zone under macrotidal regime with tidal heights up to 8.0 m and extensive mangroves, sand beaches and dunes. An analysis of the coastal morphodynamics was conducted using remote sensing and field data. Areas under erosion and siltation were georeferenced from 2012 to 2015 using a GPS Garmin E-Trex 30. Image processing used Landsat imagery TM-5 from 1985, 2007, 2011 and Landsat OLI-8 from 2014 and 2016, at the orbit-221-61 point, and softwares SPRING 5.5.4 and QGIS 2.2.0. Coastal erosion occurs in NE-SW direction and siltation follows the vectors of tidal currents westward the erosion areas. According to the Hydrography and Navigation Dept. (DHN) tidal currents ranged from 0.5 to 2.9 m/s. The erosion was responsible for the decline and disappearance of Islands and fishing banks and siltation filled up channels affecting navigation. In addition, changes in coastal morphodynamics caused problems to traditional communities disturbing the organization of their territory and the management of its resources.

KEYWORDS: coastal erosion, remote sensing, mangroves, coastal ecosystems,

1 | INTRODUÇÃO

O sensoriamento remoto tem se mostrado uma ferramenta de grande importância na análise espaço-temporal e na gestão da zona costeira e é uma das ferramentas mais usadas para analisar perdas de manguezais e outros sistemas costeiros por alterações na geodinâmica e por efeitos das mudanças climáticas como o aumento do nível do mar (RAYMOND et. al., 2016; RAHMAN et al., 2011). A erosão na costa brasileira é um processo que vem se intensificando nas últimas décadas e necessita mais estudos regionalizados que possibilitem seu reconhecimento e sirvam de base para a gestão territorial (MUEHE, 2006). Estudos sobre as perdas das áreas de manguezal, tanto por processos erosivos como antropogênicos, assim como diversos mapeamentos e modelagens tem sido realizados na zona costeira maranhense, possibilitando o reconhecimento da cobertura vegetal, das espécies por reflectância espectral, de áreas degradadas, entre outros (MOCHEL, 2011; MOCHEL et. al., 2007; NOVAES et. al., 2007; KJERFVE et.al., 2002; RANGEL et. al., 2001; MOCHEL, 1997). A Ilha de São Luís perdeu cerca de 50% de manguezais em menos de 30 anos devido a impactos ambientais antropogênicos e naturais (MOCHEL et. al. 2002). Entretanto, as alterações na morfodinâmica de manguezais e sistemas costeiros ao longo do tempo e os fatores que as causam carecem de estudos abrangentes, principalmente no litoral ocidental, região das Reentrâncias Maranhenses. .

O município de Apicum Açu localiza-se na planície costeira do litoral ocidental do Maranhão entre as coordenadas 1° 20' 31" S e 45° 11' 52" O e 1° 39' 57" S e 44° 55' 22" O (Figura 1), e está incluído na Área de Proteção Ambiental das Reentrâncias Maranhenses. Com área territorial de 353,166 km² e população residente de 14.959 habitantes (IBGE, 2010) o município situa-se na Bacia Hidrográfica do rio Turiaçu e

apresenta predominância de substratos de mangue, depósitos de aluviões marinhos da Formação Itapecuru (IMESC, 2012) e arenitos finos pertencentes ao Grupo Barreira (BANDEIRA, 2013). O clima é tropical quente e úmido, com um período chuvoso de janeiro a junho e um seco, de julho a dezembro e precipitação pluviométrica anual acima de 1.500 mm. A vegetação de terra firme é típica amazônica com matas, várzeas e a presença de densas florestas de manguezais (MOCHEL, 2011).

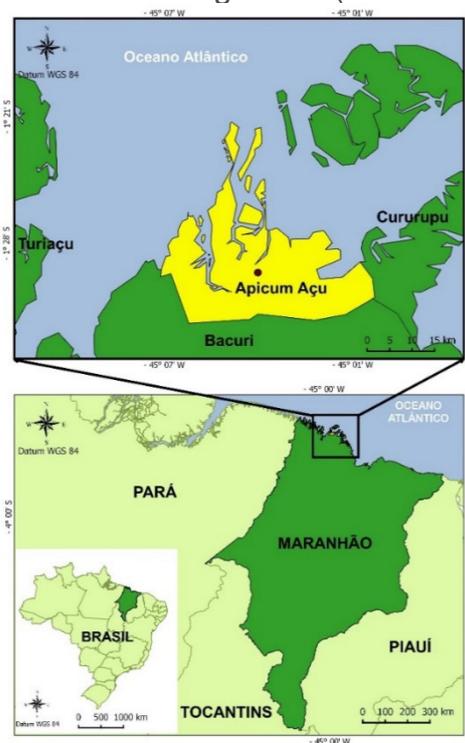


Figura 1: Localização do município de Apicum-Açu, no Estado do Maranhão

A economia de Apicum Açu é baseada nos recursos pesqueiros e sua estrutura portuária é importante no transporte de pessoas e no comércio da região. Outras atividades econômicas como a agricultura, a pecuária e o extrativismo, são praticadas com a finalidade de comercialização no próprio município (IMESC, 2012). Portanto, a sustentabilidade desse geossistema é vital tanto para o equilíbrio ambiental e da cadeia produtiva como também para a subsistência da população. Os manguezais merecem destaque no município quanto ao fornecimento de bens e serviços ambientais que suportam, direta ou indiretamente, grande parte da alimentação e da economia municipal.

2 | METODOLOGIA

Foram utilizadas imagens de satélite Landsat 5 TM, bandas 3, 4 e 5 de 1985, 2007 e 2011 e Landsat 8 OLI, bandas 4, 5 e 6, de 2014 e 2016, órbita-ponto 221-61, obtidas nos sítios eletrônicos do Instituto Nacional de Pesquisas Espaciais – INPE e do *U. S. Geological Survey* – USGS. O processamento das imagens foi realizado com os programas SPRING 5.5.4 e QGIS 2.2.0.

Os trabalho de campo foram realizados entre os anos de 2012 e 2014 e incluíram

entrevistas com lideranças, moradores, gestores e professores do município, a partir do método *Snow Ball*, limitando-se a idade mínima de 40 anos e tempo de residência mínimo de 10 anos para obtenção das informações. Todos os povoados, portos e praias foram percorridos por via terrestre e, quando necessário, por via náutica. Entre as informações registraram-se a ocorrência e localização de alterações costeiras locais assim como as dificuldades e/ou facilidades acarretadas por essas mudanças ambientais. Em campo, verificou-se, também, a zona costeira municipal do limite com o município de Cururupu até o limite com Bacuri. Os pontos de coleta de informações e amostras biológicas e abióticas foram registrados com um GPS *Garmin eTrex 30*.

Analisaram-se dados bibliográficos e de séries históricas adquiridos em bibliotecas, arquivos e sítios eletrônicos do governo do Estado do Maranhão, UFMA, Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN), Capitania dos Portos, no Instituto Nacional de Meteorologia (INMET), entre outros.

3 | RESULTADOS

3.1 Caracterização das Unidades de Paisagem em Apicum-Açu

As unidades de paisagem presentes numa região indicam a existência de diferentes processos costeiros, continentais e, muitas vezes, antropogênicos, que devem ser considerados em conjunto nas análises de ecossistemas e geossistemas, seja do ponto de vista da conservação, do manejo, da gestão, do planejamento ou dos impactos ambientais (RODRIGUEZ et al. 2019.). A paisagem de Apicum Açu apresenta litoral recortado, com a presença de baías, ilhas, estuários, manguezais, apicuns, marismas, praias, dunas, restingas, planícies de marés lamosas e bancos de areia (crôas) formados durante as marés baixas, além de rios, várzeas e vegetação terrestre. Os manguezais são a vegetação predominante na paisagem costeira de Apicum Açu e extensos apicuns afirmam a toponímia do município (Figura 2).

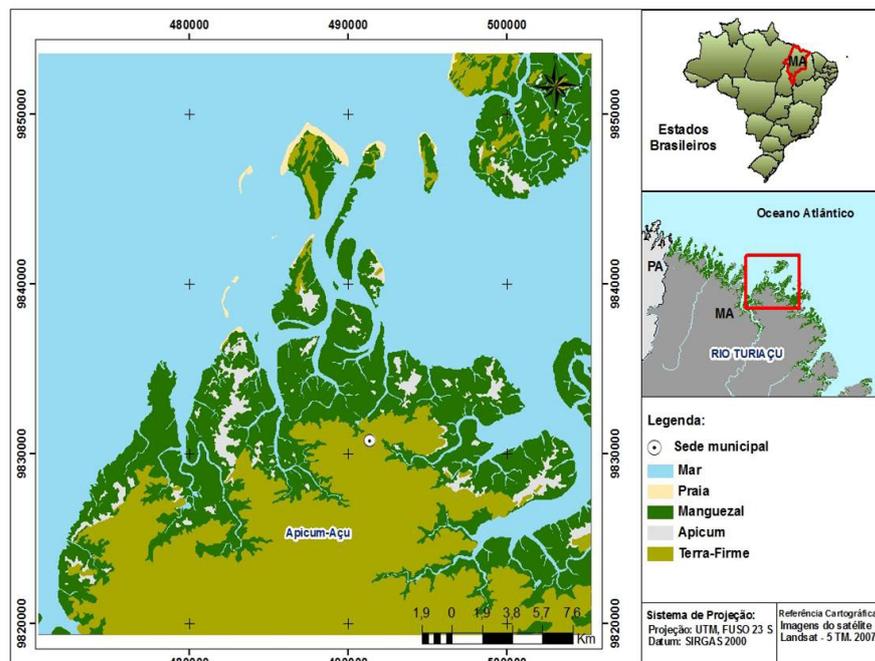


Figura 2. Unidades de paisagem da zona costeira do município de Apicum Açú. Landsat 5 TM, 2007.

As principais unidades de paisagem contabilizadas foram os manguezais, com área de 264,11 Km², apicuns com 25,18 Km², praias com 5,38 Km² e terra firme com 258,40 Km² (Figura 3). Os manguezais se sobressaem entre as unidades de paisagem, reforçando a importância de seu fornecimento de bens e serviços ecossistêmicos para a zona costeira e as comunidades do município.

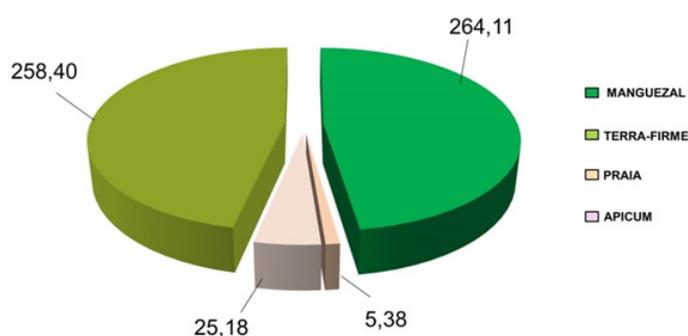


Figura 3: Principais unidades de paisagem em área total/ Km² na zona costeira do município de Apicum Açú, MA.

A vegetação arbórea de manguezais é composta por mangue vermelho *Rhizophora mangle*, siriba ou mangue negro, *Avicennia germinans*, mangue branco, ou tinteira, *Laguncularia racemosa* e mangue-de-botão *Conocarpus erectus*. Junto aos apicuns verifica-se a vegetação de marisma tropical hipersalina constituída por *Blutaparon portulacoides*, *Batis marítima*, *Sporobolus virginicus*, *Sesuvium portulacastrum*, e, em locais influenciados pela drenagem terrestre, ocorrem espécies aquáticas comuns de

marismas salobros e de água doce (brejos) como *Eleocharis interstincta*, *E. cariboea*, *E. mutata*, *Salvinia*, sp, e outras. As praias e cordões arenosos eventualmente formam dunas e restingas no pós-praia onde é comum a vegetação psamófila como salsa-da-praia (*Ipomoea* sp), guajiru (*Chysobalanus icaco*), entre outras muitas espécies. Associada a este mosaico de geossistemas encontra-se uma diversidade de usos tradicionais e extrativistas de comunidades pesqueiras, quilombolas, rurais que, muitas vezes, tem nos barcos e canoas seu único meio de transporte.

3.2 Transformações na morfodinâmica e nas comunidades costeiras em Apicum Açú

O equilíbrio dinâmico da zona costeira é resultante da interferência de inúmeros fatores naturais e antrópicos, correspondendo à zona de transição entre os domínios continental e marinho. É uma faixa complexa, dinâmica, mutável e sujeita a vários processos oceanográficos e continentais de natureza geológica, física, química e biológica. As ações das ondas, das correntes marinhas e das marés são importantes fatores modeladores agindo no transporte de sedimentos e no equilíbrio erosão-deposição. Nesse estudo, consideramos a erosão resultante do desgaste provocado pelo impacto dos movimentos das ondas contra a costa e a deposição como consequência da acumulação dos materiais transportados por mar e rios.

Nas Reentrâncias Maranhenses, as dinâmicas na linha de costa são direcionadas pela sedimentação e compactação tectônica, oscilações do nível do mar, ação das ondas, correntes e marés, pela provisão de sedimentos dos rios e pela dinâmica das atividades humanas sobre o espaço, o território, ao longo do tempo (SOARES et. al. , 2012; AB'SABER, 2004).

Em Apicum Açú, num intervalo de 27 anos, de 1985 a 2011, as transformações fisiográficas na zona costeira mostram as consequências da erosão de ilhas e o assoreamento de estuários e igarapés. Em 1985 as ilhas de Cajual dos Pereiras, Manchado e Jabaroca encontravam-se maiores e íntegras (Figura4) e em 2011, após alguns canais (igarapés) e cordões arenosos sofrerem intensa erosão, Cajual dos Pereiras e Manchado apresentam-se seccionadas em duas ilhas menores e Jabaroca apresenta-se bem reduzida em tamanho (Figura 5). Cajual dos Pereiras, a maior e mais comprida das ilhas, apresentava, em 1985, um cordão arenoso que se afinava centro. Os processos erosivos ao longo dos anos provocaram a transporte e o desaparecimento desse cordão arenoso, abrindo-se um largo estuário, resultando em duas ilhas, notáveis na imagem de 2011. As comunidades do município rebatizaram essas duas novas feições como Praia da Baleia , equivalente à porção superior e Ponta da Brasília à porção inferior. Ao serem entrevistados, todos munícipes, inclusive gestores públicos e professores, informaram que a ilha de Cajual dos Pereiras não existe mais.

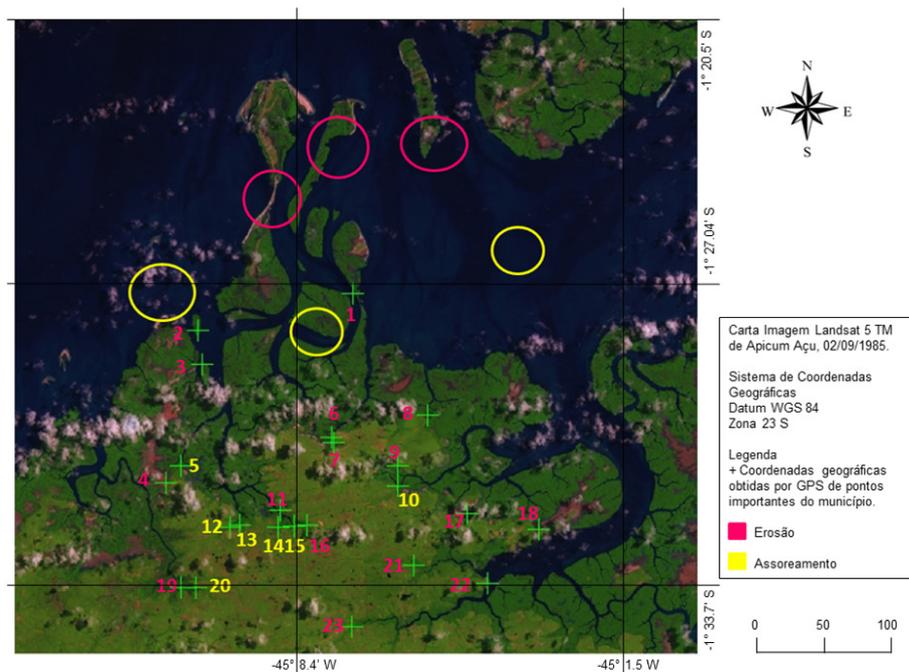


Figura 4: Carta-imagem Landsat 5 TM, de 02/09/1985 mostrando a zona costeira de Apicum Açú em maré alta. Os círculos em vermelho destacam os processos erosivos nas Ilhas de Cajual dos Pereiras, à esquerda, mais alongada, Manchado, ao centro, e Jabaroca, acima, à direita. Em amarelo, os processos deposicionais em canais e estuários. Os pontos numerados, representam portos comunitários e localidades georeferenciadas.

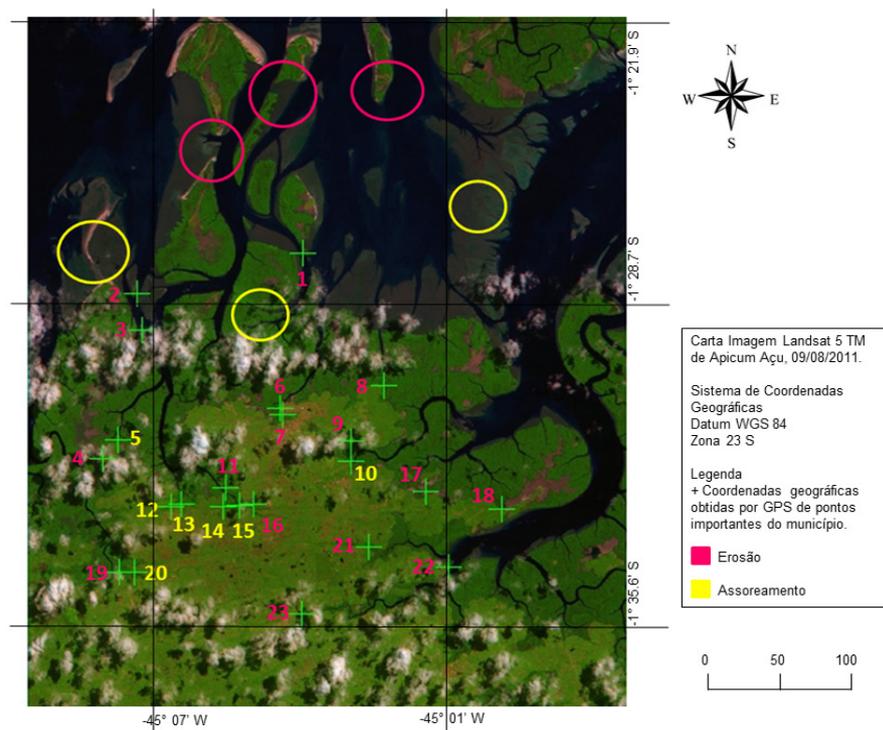


Figura 5. Carta-imagem Landsat 5 TM, de 09/08/ 2011 mostrando a zona costeira de Apicum Açú em maré baixa. Círculos em vermelho destacam áreas sujeitas a processos erosivos e em amarelo a processos deposicionais. Os pontos numerados, representam portos comunitários e localidades georeferenciadas.

A imagem de 2014 apresenta a região ainda em situação de maré alta, semelhante à da imagem de 1985, e o realce por decorrelação aplicado proporcionou

a visualização das alterações na morfodinâmica costeira com uma maior riqueza de detalhes (Figura 6).

O processo de sedimentação também é observado nas análises entre as imagens de 1985 e 2011, ocasionando o assoreamento de canais e a formação de bancos e croas de areia e lama, como as destacadas pelos círculos amarelos (Figuras 4 e 5). Próximo ao ponto 2, o círculo amarelo destaca um novo banco de areia formado, chamado pelos munícipes de Crôa de Santo Antônio (Figura 6).

Processos erosivos e deposicionais intensos são cada vez mais comuns no litoral brasileiro, como é o caso das Ilhas de Maracá e Jipióca, no Amapá, em que influência da ação de ondas e correntes de maré, fez Jipióca desaparecer em 2008 (SILVA et al, 2011). AGUIAR *et al* (2012) registraram, no período de 1958 a 1988, que o processo de retrogradação foi predominante na morfologia da linha de costa, enquanto que no período de 1988 a 2004 o processo de progradação foi o mais representativo na área de estudo. Esses autores verificaram que as praias de Almofala e da Barreira apresentaram processos erosivos ocasionados por fatores naturais, mas intensificados por ações humanas. Em Rio Grande, RS, a Ilha de Torotama foi submetida à taxa de erosão nove vezes mais intensa do que a taxa observada na acreção ocasionando perdas de praias e habitats para a biodiversidade (LEAL et al, 2013). No mundo, processos como esses formaram a atual Baía de Bengal a partir de um intenso processo de erosão e deposição de sedimentos nos rios Ganges e Brahmaputra e esse processo resultou, também, no aumento da salinidade da água, a retrogradação das florestas de mangue e redução de sua produtividade (RAHMAN *et al*, 2012).

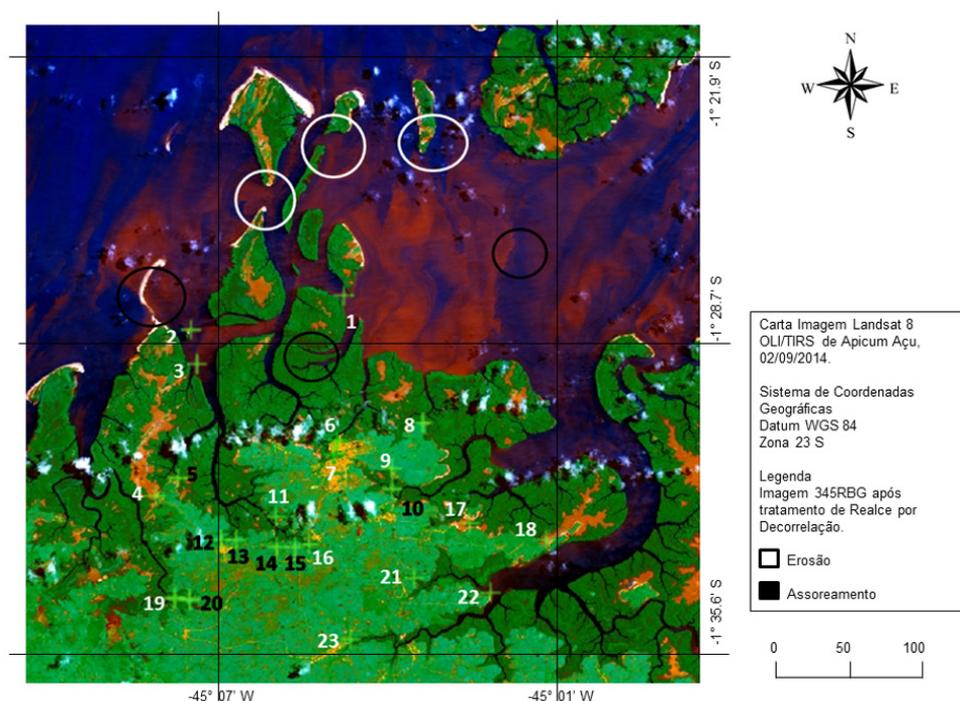


Figura 6: Carta-imagem do município de Apicum Açu em maré alta, com realce por decorrelação em imagem Landsat 8 OLI, 2014.

A estação maregráfica mais próxima de Apicum Açú localiza-se em São Luís e os dados disponíveis para direção e velocidade de correntes de maré usados na análise e interpretação das imagens foram os editados pela Carta de Marés da DHN, da Marinha do Brasil (2004). Os vetores indicam que nas proximidades entre a Ponta do Zumbi e o Farol de São João, em Cururupu, e no Banco do Tarol, no Parque Estadual Marinho de Manoel Luiz, em direção à costa, as velocidades maiores são atingidas na quarta hora antes da preamar e na terceira hora após a preamar de São Luís (Figuras 7 e 8).

A partir da análise da Carta de Marés da DHN (2004), pode-se inferir que as principais correntes de marés que atingem as ilhas, praias, manguezais, adentram as baías e estuários de Apicum Açú pela Baía dos Lençóis e pelo Banco do Tarol, em direção à Baía de Turiaçu. O sentido geral dessas correntes é leste-oeste (E-W) estando relacionadas aos ventos de nordeste (NE) predominantes na região. As velocidades nas sizígias, na quarta hora da maré enchente, são superiores à 1,6 nós e as velocidades na terceira hora após iniciada a vazante variam de 1,2 nós, na entrada da Baía dos Lençóis, a 0,8 nós do Banco do Tarol em direção à Baía de Turiaçu.

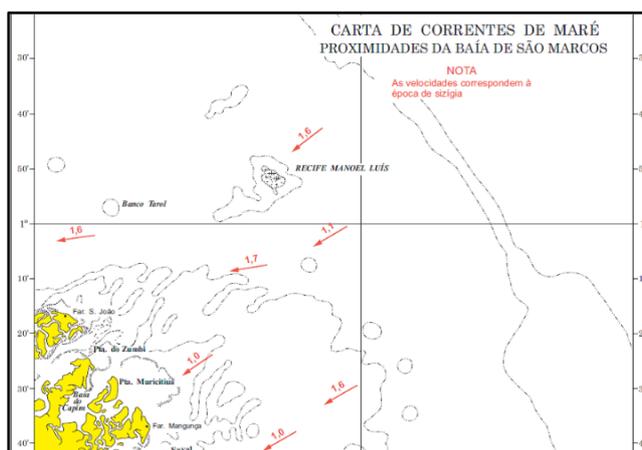


Figura 7. Carta de correntes de maré, 4 horas antes da Preamar de São Luís. As setas indicam a direção das correntes e os números indicam as velocidades em nós. FONTE: DHN , 2004.

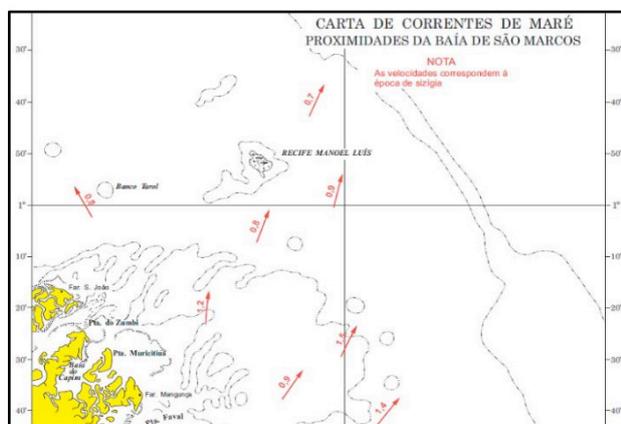


Figura 8. Carta de correntes de maré, 3 horas depois da preamar de São Luís. As setas indicam a direção das correntes e os números indicam as velocidades em nós. FONTE: DHN , 2004

As direções das correntes apontadas na carta da marés são coincidentes com as áreas de erosão e assoreamento observadas em campo e assinaladas nas imagens (Figuras, 4, 5 e 6) bem como permitem perceber a distribuição dos sedimentos visíveis na imagem em maré baixa (Figura 5).

Em Apicum Açú as transformações na morfodinâmica costeira acarretaram alterações no cotidiano da população. Na Ilha de Cajual dos Pereiras viviam mais de 500 pessoas em casas de alvenaria, com escola pública, igreja e antena da Embratel. Com a erosão, que seccionou a ilha em duas, essa comunidade migrou para outros municípios, como, por exemplo, Cururupu, Bacuri, São Luís, além de outros povoados de Apicum Açú. Os pescadores residentes no município passaram a enfrentar, também, a mudança em rotas de navegação, aumentando o consumo de combustível das embarcações e maior esforço de pesca, impactando o preço final do pescado. A perda de habitats naturais, como bancos de sururus, sítios de desova e reprodução de espécies e a salinização dos poços de água doce e de campos inundáveis também foram verificados em campo, ocasionando diversos transtornos à população municipal. A comunidade da ilha da praia da Baleia teve seu poço subterrâneo comprometido pela salinização e é abastecida de água doce por um barco da prefeitura, duas vezes por semana. A senhora Lusmarina Pires, 54 anos, nascida em Cajual dos Pereiras, foi uma das pessoas que abandonaram seu território com o avanço da maré sobre as residências e as benfeitorias. Segundo todos os ex-moradores entrevistados, após a erosão dividir a ilha em duas, encontra-se no fundo do estuário, a pista de pouso que outrora existiu quando a comunidade era uma reconhecida exportadora de camarões via pequenos aviões que ali chegavam. O pescador e atual presidente da Associação dos Pescadores de Apicum Açú, Carlos dos Santos (70 anos), informa que no porto de Antônio Adilão, povoado de Caruaru (ponto 16, Figura 6) *“os embarques eram feitos da terra firme direto para o barco, não tinha ponte”*, enquanto que no porto do Jorge (ponto 20, Figura 6), povoado de Itererezinho, o mangue cresceu *“não existia mangue, era tudo apicum”*. No povoado São Miguel alguns entrevistados apontaram como ponto positivo da erosão o aumento do canal que *“possibilitou o acesso de peixes e melhorou o pescado”*, enquanto que no povoado Turirana a erosão provocou a inundação e o desabamento de moradias da comunidade. Nas proximidades da sede do município, os portos do Leôncio (ponto 6, Figura 6) e do Cavalo (ponto 7, Figura 6) apresentaram erosão com contribuição da presença ativa do ser humano, como o acúmulo de resíduos sólidos jogados e queimados nas voçorocas. O conjunto de todos esses fatores influencia a reorganização e dinâmica dos moradores no município.

Somam-se aos aspectos da dinâmica costeira e às implicações socioeconômicas os efeitos das mudanças climáticas que impactam significativamente a zona costeira. O aquecimento global aumenta o nível médio do mar potencializando os processos erosivos e sedimentares provocados pela dinâmica de marés. Os efeitos sinérgicos desses processos, em especial em regiões sob o regime de macromarés, com as pressões antropogênicas podem ser devastadores e merecem ser levados em

consideração no planejamento municipal e estadual, inclusive com a elaboração de planos de contingência.

4 | CONSIDERAÇÕES FINAIS

O processo de erosão na zona costeira de Apicum Açú é um dos principais modeladores da zona costeira influenciando inclusive a dinâmica de organização populacional na zona costeira do município. As perdas de território, recursos ecossistêmicos e de estruturas residenciais e comerciais indicam a necessidade dos governos municipal e estadual elaborarem o planejamento e gestão de seus territórios com políticas públicas que incluam planos de contingência e programas de educação ambiental nos âmbitos formal e não formal.

5 | AGRADECIMENTOS

À prefeitura, lideranças e moradores de Apicum Açú, ao Depto. de Oceanografia e Limnologia e à Pró-reitora de Extensão da UFMA, aos programas CAPPES/NUFFIC e PPPGSE/UFMA, à ALCOA Foundation, e aos estagiários e bolsistas do LAMA/CERMANGUE por contribuírem com o suporte logístico, financeiro, operacional, tanto em campo como em laboratório.

REFERÊNCIAS

AB'SÁBER, A.N. **Amazônia: do discurso à práxis**. 2. ed. São Paulo: EDUSP, 2004. 320 p.

AGUIAR, P. F. de; EL-ROBRINI, M; FREIRE, G. S. S.; CARVALHO, R. G. de. **Mudanças morfológicas na linha de costa das praias de almofala e da barreira em médio período (1958-2004) utilizando técnicas de sensoriamento remoto**. REVISTA GEONORTE, Edição Especial, V.2, N.4, p.1612 – 1623, 2012.

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística. Cidades@. Disponível em: < <http://www.ibge.gov.br/cidadesat/painel/painel.php?codmun=210620> >. Acessado em: 03 Jun. 2016 (2010).

KJERFVE, B., PERILLO, G. M., GARDNER, L. R., RINE, J. M., DIAS, G. T. M. & MOCHEL, F.R. Morphodynamics of muddy environments along the Atlantic coasts of North and South America In: Healy, T., Wang, Y & Healy, J.-A. (eds.) **Muddy coasts of the world: Processes, deposits and functions**. Elsevier Science, pp.:479-532, 2002.

LEAL, K. B.; PERES, T. C.; ALBUQUERQUE, M. da G. ESPINOZA, M. de A. **Quantificação do comportamento da linha de costa da Ilha da Torotama, Rio Grande - RS, a partir de geotecnologias e técnicas de sensoriamento remoto**. Anais XVI Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Foz do Iguaçu, PR, Brasil, 13 a 18 de abril de 2013, INPE, 2013.

MOCHEL, F. R. Manguezais amazônicos: status para a conservação e a sustentabilidade na zona costeira maranhense. In: MarluCIA Bonifácio Martins; Tadeu Gomes de Oliveira. (Org.). **Amazônia Maranhense. Diversidade e Conservação**. Belém: Editora do Museu Paraense Emílio Goeldi, v. 1, p. 93-118, 2011.

MOCHEL, F. R. Mangrove ecosystems in São Luis Island, Maranhão, Brazil. In: Kjerfve, B., Lacerda & Diop (eds.) **Mangrove ecosystems in Latin America and Caribbean**. UNESCO, pp.: 145-154, 1997.

MOCHEL, F.R.; PONZONI, F.J. Spectral characterization of mangrove leaves in the Brazilian Amazonian Coast: Turiçu Bay, Maranhão State. *Anais da Academia Brasileira de Ciências* (2007) 79(4): 683-692, 2007.

MOCHEL, F. R., CORREIA, M. M. F., CUTRIM, M. V. J., IBANEZ, M. S. R. Degradação dos manguezais da Ilha de São Luís (MA): processos naturais e antrópicos. In: **Ecossistemas costeiros: impactos e gestão ambiental**. Editora do Museu Paraense Emílio Goeldi, v.1, p. 113-131, Belém, 2002

MUEHE, D. (org.). **Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro**. Ministério do Meio Ambiente, 476 p., Brasília, D.F., Brasil, 2006.

RAHMAN, A. D., S. BANERJEE, K. MITRA, A. Climate change impacts on Indian Sunderbans: a time series analysis (1924–2008). *Biodivers Conserv* (2012) 21:1289–1307. Springer Science Business Media B.V., 2012.

RAHMAN, A., D. DRAGONI, and B. EI-MASRI. Response of the Sundarbans coastline to sea level rise and decreased sediment flow: a remote sensing assessment. *Remote Sensing of Environment*, 115:3121–3128, 2011.

RAYMOND, D. W., FRIESS, D.A., DAY, R.H., and MacKENZIE. R.A. Impacts of climate change on mangrove ecosystems: a region by region overview. **Impacts of climate change on mangroves**, v. 2(4): 1-25, 2016.

RODRIGUEZ, J.M.M & SILVA, E.V. **Teoria dos Geossistemas: o legado de V.B.Sochava. Fundamentos Teóricos Metodológicos** v.1, 174 p., Edições UFC, Fortaleza, 2019

SILVA, M.V.; SANTOS, V.F.; SILVEIRA, O.F.M. Análise Multitemporal de Mudanças nas Ilhas Costeiras do Estado do Amapá Aplicando Dados de Sensores Remotos. Anais XV Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto - SBSR, Curitiba, PR, Brasil, 30 de abril a 05 de maio de 2011, INPE p.8614, 2011

SOARES, B.J.G.; OLIVEIRA, M.S.; DIAS, L.J.B. Geomorfologia Ambiental aplicada à gestão de Unidade de Conservação: o caso dos manguezais das Reentrâncias Maranhenses (Costa Norte Brasileira). Anais do IX Simpósio Nacional de Geomorfologia, IX SINAGEO - 21 à 24 de Outubro de 2012, Rio de Janeiro/ RJ, 3p., 2012

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

