



**SMCBrasil**  
Sistema de Modelagem Costeira

**Apoio à Gestão da Costa Brasileira**

# **Diálogos Brasil-Espanha: Sistema de Modelagem Costeira**

**Resumo Executivo**

**II Seminário Internacional Brasil-Espanha:  
A experiência espanhola e a aplicação  
do SMC-Brasil no apoio à gestão  
da costa brasileira**

**Brasília-DF  
Abril / 2013**





# **Diálogos Brasil-Espanha: Sistema de Modelagem Costeira**

## **Resumo Executivo**

**II Seminário Internacional Brasil-Espanha:  
A experiência espanhola e a aplicação  
do SMC-Brasil no apoio à gestão  
da costa brasileira**

## GOVERNO BRASILEIRO

### PRESIDÊNCIA DA REPÚBLICA DO BRASIL

PRESIDENTA  
**Dilma Vana Rousseff**

VICE-PRESIDENTE  
**Michel Miguel Elias Temer Lulia**

### MINISTÉRIO DAS RELAÇÕES EXTERIORES

MINISTRO  
**Embaixador Antônio De Aguiar Patriota**

SECRETÁRIO-GERAL DAS RELAÇÕES EXTERIORES  
**Embaixador Eduardo Dos Santos**

SUBCRETÁRIO-GERAL DE COOPERAÇÃO,  
CULTURA E PROMOÇÃO COMERCIAL  
**Embaixador Hadil Da Rocha Vianna**

DIRETOR DA AGÊNCIA BRASILEIRA  
DE COOPERAÇÃO  
**Embaixador Fernando José Marroni De Abreu**

### MINISTÉRIO DO PLANEJAMENTO, ORÇAMENTO E GESTÃO

MINISTRA  
**Miriam Belchior**

SECRETÁRIA EXECUTIVA  
**Eva Maria Cella Dal Chiavon**

SECRETÁRIA DO PATRIMÔNIO DA UNIÃO  
**Cassandra Maroni Nunes**

DEPARTAMENTO DE DESTINAÇÃO  
DO PATRIMÔNIO  
**Luciano Ricardo Azevedo Roda**

### MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

MINISTRA  
**Izabella Mônica Vieira Teixeira**

SECRETÁRIO EXECUTIVO  
**Francisco Gaetani**

SECRETÁRIO DE EXTRATIVISMO E  
DESENVOLVIMENTO RURAL  
SUSTENTÁVEL (SEDR)  
**Paulo Guilherme Francisco Cabral**

DIRETOR DE ZONEAMENTO  
TERRITORIAL (DZT)  
**Adalberto Eberhard**

## GOVERNO ESPANHOL

EMBAIXADOR DA ESPANHA NO BRASIL  
**Manuel de la Cámara Hermoso**

COORDENADOR-GERAL DA COOPERAÇÃO  
ESPANHOLA NO BRASIL  
**Jesús Molina Vázquez**

DIRETORA DE PROGRAMAS  
DA AGÊNCIA ESPANHOLA DE  
COOPERAÇÃO INTERNACIONAL  
PARA O DESENVOLVIMENTO (AECID)  
**Margarita García Hernández**

DIRETOR DE PROJETOS DA  
AGÊNCIA ESPANHOLA DE  
COOPERAÇÃO INTERNACIONAL  
PARA O DESENVOLVIMENTO (AECID)  
**Alejandro Muñoz Muñoz**



**SMCBrasil**  
Sistema de Modelagem Costeira

**Apoio à Gestão da Costa Brasileira**

# **Diálogos Brasil-Espanha: Sistema de Modelagem Costeira**

**Resumo Executivo**

**II Seminário Internacional Brasil-Espanha:  
A experiência espanhola e a aplicação  
do SMC-Brasil no apoio à gestão  
da costa brasileira**

editora  
**IABS**

Brasília-DF  
Abril / 2013

## FICHA TÉCNICA

### Textos

Ada Cristina Scudelari – UFRN  
Alex Costa da Silva – UFPE  
Andréa Olinto – SEMAS  
Ana Maria Teixeira Marcelino – IDEMA  
Antonio Henrique da Fontoura Klein – UFSC  
Caio Trajano Salgado – UFSC  
Charline Dalinghaus – UFSC  
Clarissa Brelinger De Luca – IH Cantábria/UFSC  
Jonas Gomes de Oliveira – UFSC  
Laura Ribas Almeida – IH Cantábria  
Márcia Regina Lima de Oliveira – MMA  
Maurício Ernesto Gonzalez Rodriguez – IH Cantábria  
Moysés Gonzales Tessler – USP  
Paula Gomes da Silva – UFSC  
Priscila Hoerbe Soares – UFSC  
Rafael Sangoi Araújo – UNIVALI  
Venerando E. Amaro – UFRN

### Organização

Márcia Regina Lima de Oliveira – MMA

### Revisão

Cláudia Regina dos Santos – MMA  
Flávia Cabral Pereira – MMA  
Leila Affonso Swerts – MMA

### Organização e apoio do Seminário

Adelias Bastos – MMA  
André Luís Pereira Nunes – SPU  
Cícero Ribeiro de Souza Junior – SPU  
Cláudia Regina dos Santos – MMA  
Flávia Cabral Pereira – MMA  
Leila Affonso Swerts – MMA  
Márcia Regina Lima de Oliveira – MMA  
Marcos Costa – MMA  
Nelcina Matos – SPU  
Reinaldo Redorat – SPU  
Renata Português – SPU

### Editoração, projeto gráfico e diagramação

Editora IABS

### Impressão

Athalaia Gráfica e Editora

### Agradecimento

Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade – ICMBio

---

Diálogos Brasil-Espanha: Sistema de Modelagem Costeira / Márcia Oliveira (organizadora). Instituto Ambiental Brasil Sustentável – IABS / Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento – AECID / Ministério do Planejamento – MP / Ministério do Meio Ambiente – MMA / Editora IABS, Brasília-DF, Brasil - 2013.

ISBN 978-85-64478-15-2

72 p.

1. Dinâmica Costeira (erosão e progradação). 2. Modelagem Costeira. 3. Gestão Costeira. I. Título. II. Instituto Ambiental Brasil Sustentável – IABS. III. Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento – AECID. IV. Ministério do Planejamento – MP. V. Ministério do Meio Ambiente – MMA. VI. Editora IABS.

CDU: 910.1

910.2

---

# ÍNDICE

## PARTE I – RESUMO EXECUTIVO

<b>1. APRESENTAÇÃO</b> .....	7
<b>2. O QUE É O SISTEMA DE MODELAGEM COSTEIRA (SMC)</b> .....	9
<b>3. O PROCESSO DE ADAPTAÇÃO DO SMC PARA REALIDADE BRASILEIRA</b> .....	11
3.1. Atualização do Projeto “Transferência de Metodologias e Ferramentas de Apoio à Gestão da Costa Brasileira” .....	12
3.2. I Seminário Internacional Brasil-Espanha Sistema de Modelagem Costeira: apoio à gestão da costa brasileira .....	12
3.3. Comitê Executivo do SMC-Brasil .....	12
3.4. Estudos de caso .....	13
3.5. Visita da Missão Técnica Brasileira à Universidade da Cantábria, Espanha .....	14
3.6. Primeiro curso de formação na ferramenta SMC-Brasil .....	15
<b>4. RESULTADOS DO PROJETO SMC-BRASIL: OPORTUNIDADES E PERSPECTIVAS</b> .....	16
4.1. Sistema de Modelagem Costeira do Brasil – SMC- Brasil .....	17
4.2. Base de dados .....	19
4.3. Atlas de Inundação .....	20
4.3.1. Problemática dos mapas de inundação .....	20
4.4. Estudos de caso elaborados .....	23
4.4.1. Estudo de Caso da Praia de Massaguaçu, Litoral Norte do Estado de São Paulo .....	23
4.4.2. Estudo de Caso da Enseada de Itapocorói, Piçarras, Litoral Centro-Norte do Estado de Santa Catarina .....	30
4.5. Estudos de caso em andamento .....	42
4.5.1. Estudo de Caso do Sistema de Modelagem Costeira Brasileiro (SMC-Brasil) em Pernambuco .....	42
4.5.2. SMC-Brasil: Caso da Praia de Ponta Negra, Natal/RN .....	48
4.6. Formação em Engenharia Costeira .....	53

## PARTE II – SEMINÁRIO

<b>APRESENTAÇÃO</b> .....	55
<b>OBJETIVO GERAL</b> .....	55
<b>CONTEÚDO PROGRAMÁTICO</b> .....	56





# PARTE I

# Resumo Executivo

---

## 1 APRESENTAÇÃO

Em 2010, os governos brasileiro e espanhol estabeleceram o Acordo de Cooperação Técnica, Científica e Tecnológica para executar o Projeto Transferência de Metodologias e Ferramentas de Apoio à Gestão da Costa Brasileira, entre a Agência Brasileira de Cooperação (ABC) e a Agência Espanhola de Cooperação Internacional para o Desenvolvimento (Aecid), com a participação do Ministério do Meio Ambiente através da Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável (MMA/SEDR), da Secretaria do Patrimônio da União do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão (SPU/MP), da Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), da Universidade de São Paulo (USP), da Universidade da Cantábria (IHC/Espanha) e do Instituto Ambiental Brasil Sustentável (IABS).

O Projeto Transferência de Metodologias e Ferramentas de Apoio à Gestão da Costa Brasileira tem como objetivo contribuir para uma melhor gestão da costa brasileira, permitindo, dentre outros, a transferência de metodologias e ferramentas e a formação de recursos humanos especializados para entender e propor soluções para os problemas de erosão que ocorrem em quase 40% da costa brasileira, estudar problemas de impacto ambiental, delimitar zonas de domínio público e privado ao longo do litoral permitindo recuperar espaços públicos já ocupados e proteger as populações em áreas de risco.

Tal iniciativa visa atender às diretrizes do Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC), instituído pela Lei nº 7.661/1988 e seu Decreto nº 5.300/2004, que tem como finalidade o estabelecimento de normas gerais visando à gestão ambiental da zona costeira do país, lançando as bases para a formulação de políticas, planos e programas estaduais e municipais. Busca-se, assim, estabelecer uma estratégia continuada de planejamento e gestão ambiental dos espaços costeiros, com o desenvolvimento e fortalecimento de um processo transparente de administração de interesses, apoiado por informações e tecnologia.

A Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), com apoio do Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (Gi-Gerco), é responsável por supervisionar o PNGC, cuja coordenação é feita pelo MMA. Nesse escopo, o Plano de Ação Federal para a Zona Costeira (PAF-ZC), um dos instrumentos do PNGC, marca o referencial acerca da atuação da União na zona costeira, visando o planejamento de ações estratégicas para a integração de políticas públicas incidentes neste território, buscando responsabilidades compartilhadas.

De acordo com o Macrodiagnóstico da Zona Costeira e Marinha (2009), cerca de 60% dos eventos com causas naturais que atingiram o Brasil entre 1948 a 2006, estiveram relacionados com inundações fluviais e/ou avanços do mar. Os riscos de inundação nessas regiões vinculam-se fortemente aos avanços do mar, seja em face dos fenômenos naturais e/ou induzidos, às modificações do regime de ondas incidentes e ao déficit de sedimentos que, em face da dinâmica costeira, preservam ou alteram a estabilidade da linha de costa.

Em 2009, o Tribunal de Contas da União (TCU) publicou os resultados e recomendações da Auditoria de Natureza Operacional sobre Políticas Públicas e Mudanças Climáticas: Adaptação das Zonas Costeiras Brasileiras. O objetivo foi realizar um diagnóstico do estado atual das ações conduzidas pela Administração Pública federal visando adaptar as zonas costeiras brasileiras aos impactos que possivelmente advirão das mudanças climáticas globais e propor, se for o caso, atuação do TCU em questões específicas que forem identificadas como relevantes.

O Acórdão nº 2354/2009 do TCU recomendou à Casa Civil, entre outros, a implementação de um sistema permanente de monitoramento de variáveis oceânicas e de constituição de banco de dados que possa armazenar as informações sobre o assunto, bem como de séries temporais suficientes para a construção dos cenários quanto aos possíveis efeitos resultantes das mudanças do clima; e a definição de diretrizes e estratégias de adaptação das zonas costeiras aos impactos que possam advir das mudanças climáticas, incorporando-as ao Plano Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC).

A versão atual do PAF-ZC, aprovado em 2005, apresenta as linhas de ação para intervenção na costa brasileira, das quais se destaca o ordenamento ambiental territorial. Tal linha está estruturada na instrumentalização das três esferas de governo e na implantação do Projeto Orla. Entre seus objetivos específicos estão (1) a elaboração de diretrizes de uso e ocupação em escala nacional, regional e microrregional, a partir de informações e produtos de interesse para a mediação de conflitos, redução de impactos e construção de cenários

alternativos de sustentabilidade, com foco na aquicultura, petróleo, turismo, indústria e expansão urbana; e (2) o aperfeiçoamento dos instrumentos de padronização e compartilhamento das informações disponíveis, entre as três esferas de governo, na forma de um sistema integrado de informação para tomada de decisão, que possibilite uma melhor decisão para o licenciamento ambiental, outorga de água e cessão e autorização de usos de bens da União.

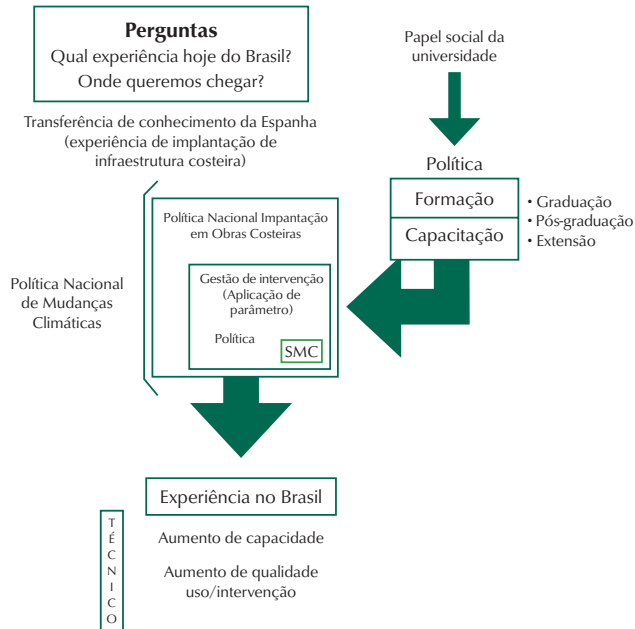
É nesse contexto que o MMA e o MP do Brasil (este último por meio da SPU) solicitaram, à Aecid e ao Ministério do Meio Ambiente espanhol por meio do Instituto de Hidráulica da Universidade da Cantábria (IHC) – instituto com uma ampla experiência em estudos de dinâmicas costeiras e gestão do litoral –, a transferência tecnológica das ferramentas e metodologias desenvolvidas dentro do Sistema de Modelagem Costeira (SMC), com o fim de desenvolver para a costa brasileira uma gestão adequada dos seus sistemas costeiros que permitirá alcançar os objetivos de sustentabilidade a longo prazo.

O projeto irá contribuir para uma melhor gestão da costa brasileira mediante: (1) o fornecimento aos responsáveis pela gestão de zonas costeiras do Brasil, de um sistema de modelagem próprio para o litoral, adequado à realidade de sua costa; (2) a formação de gestores em técnicas de proteção e gestão do litoral que facilite a tomada de decisões; e (3) o fortalecimento de grupos locais de pesquisas, que permitam a curto e longo prazo gerar uma massa crítica que dê apoio regional para uma gestão adequada da costa brasileira.

## 2 O QUE É O SISTEMA DE MODELAGEM COSTEIRA (SMC)

O SMC é uma ferramenta que inclui um conjunto de metodologias e modelos numéricos, que permitem estudar os processos costeiros e quantificar as variações que sofre o litoral como consequência de eventos naturais ou de atuações humanas na costa. Diante de um problema na costa, a metodologia permitirá definir que estudos devem ser desenvolvidos, que escalas espaciais e temporais devem ser utilizadas, que ferramentas numéricas devem ser aplicadas e que dados de entrada são necessários para o estudo. O SMC também inclui bases de dados de dinâmica marinha (ondas, nível do mar, batimetria e linha de costa), apoiando o desenvolvimento de estudos de caso reais de projetos de engenharia de costas, permitindo analisar atuações nas diferentes etapas de um estudo: diagnóstico, pré-planejamento, planejamento e impacto ambiental.

**Figura 1 – Fluxograma esquemático do SMC-Brasil**



Embora tenha como principal ferramenta um *software*, é importante enfatizar que o Sistema de Modelagem Costeira envolve outros componentes fundamentais para alcance de seus objetivos, quais sejam:

- formação de pessoal;
- disponibilização de dados em escala nacional;
- instrumentalização de gestores públicos com técnicas de proteção e gestão do litoral que facilite a tomada de decisões;
- geração de subsídios para licenciamento;
- estudo, desenho e elaboração de alternativas para projetos de engenharia costeira.

O processo de recuperação da linha de costa espanhola utilizando o SMC acumula uma experiência de quinze anos, a partir da parceria entre o governo espanhol e o IHC. O programa de gestão envolve a produção de conhecimento para tomada de decisão, considerando a dinâmica natural, a gestão da costa e a gestão urbana. Esse processo envolveu a reapropriação de áreas de domínio público e indenização de particulares. A iniciativa foi uma

resposta ao acelerado processo de urbanização experimentado pela Espanha nos anos 1970, que motivou a Lei da Costa em 1988. A estratégia é atuar na gestão de conflitos no litoral, de forma a garantir a defesa da costa, *habitats* de fauna e flora e a ocupação humana. Além de atender às demandas de resoluções e diretivas da União Europeia, a exemplo da gestão costeira integrada e, mais recentemente, a de avaliação de risco à inundação.

O IHC tem uma ampla experiência em estudos de dinâmica costeira e gestão do litoral, assim como na transferência científica e tecnológica, em âmbito nacional e internacional, das ferramentas e metodologias desenvolvidas dentro do SMC.

### **3 O PROCESSO DE ADAPTAÇÃO DO SMC PARA REALIDADE BRASILEIRA**

O Projeto “Transferência de Metodologias e Ferramentas de Apoio à Gestão da Costa Brasileira” prevê o desenvolvimento de adaptações e melhorias no SMC espanhol, de forma a incorporar as bases de dados da costa brasileira para criação de um SMC para o Brasil, concebido como parte de um sistema mais amplo, que tem como objetivo maior a melhoria da qualidade da gestão costeira no Brasil (figura 1). Destacam-se, a seguir, algumas das ações realizadas ao longo de 2010-2012.

#### **3.1 Atualização do Projeto “Transferência de Metodologias e Ferramentas de Apoio à Gestão da Costa Brasileira”**

No primeiro semestre de 2011 foi feita uma avaliação do processo de customização da ferramenta SMC, que teve início em 2010, que resultou na elaboração de um novo plano de trabalho para o período 2011-2012. O plano de trabalho foi ajustado a partir das dificuldades e oportunidades enfrentadas para o pleno desenvolvimento das ações planejadas no primeiro ano. Dentre as dificuldades destaca-se a falta e/ou dificuldade de acesso aos dados oceanográficos (marés, ondas, batimetria etc.) e a necessidade de sistematizar e tratar os dados para entrada no sistema, pois muitos estavam de forma analógica e precisaram ser digitalizados. Como oportunidade, o SMC-Brasil gerado a partir do projeto estará na sua versão mais atualizada (3.0), com novas ferramentas e avanços na interface gráfica.

## **3.2 I Seminário Internacional Brasil-Espanha: Sistema de Modelagem Costeira – apoio à gestão da costa brasileira**

O primeiro grande debate sobre o projeto SMC-Brasil aconteceu no I Seminário Internacional Brasil-Espanha: Sistema de Modelagem Costeira – Apoio à Gestão da Costa Brasileira, realizado nos dias 10 e 11 de maio de 2011, em Brasília. O evento teve como objetivo divulgar o projeto estabelecido no âmbito da cooperação técnica internacional entre os dois países, de forma a alcançar outras instituições acadêmicas brasileiras, além das já envolvidas no projeto, bem como instituições públicas responsáveis pela gestão da costa no Brasil, a título de ampliar as parcerias brasileiras e de construir um arranjo institucional para o fomento, manutenção e difusão da ferramenta em território nacional.

O Seminário contou com cerca de cem participantes de diversas instituições, envolvendo pesquisadores de engenharia costeira e oceânica, oceanografia e gestão costeira integrada, ministérios e instituições federais membros do Gi-Gerco, estados e municípios costeiros, superintendências regionais do Patrimônio da União, entre outros.

Ao final do evento, ficou confirmado que o SMC é uma importante iniciativa para instrumentalização da gestão integrada da costa brasileira. Avançou-se no entendimento de que o modelo se constitui em ferramenta de apoio à gestão e, como tal, deve ser inserido e integrado aos arranjos da gestão costeira no Brasil. Para além do modelo propriamente dito, o banco de dados disponibilizado, representará um salto de qualidade e facilitará políticas de formação de mão de obra especializada, bem como a melhoria no nível técnico nos projetos apresentados. Entretanto, evidenciou-se a urgência quanto à necessidade de dados para validação e calibração do SMC-Brasil de forma a avançar nas outras etapas do projeto.

O seminário promoveu também o debate sobre os encaminhamentos propostos no I Simpósio de Erosão (2008) relativos a pesquisa e monitoramento, obras costeiras, gestão do patrimônio da União e instrumentos de gestão ambiental.

## **3.3 Comitê Executivo do SMC-Brasil**

O Gi-Gerco, no âmbito da CIRM, tem como objetivo promover a articulação das ações federais incidentes na zona costeira, a partir da instituição do Plano de Ação Federal (PAF), cuja segunda versão foi aprovada em 2005 (Resolução CIRM nº 7/2005).

Desde 2008, o Gi-Gerco vem acompanhando as iniciativas relativas ao SMC e sua adaptação para a realidade brasileira. Tendo em vista que, uma vez encerrada a fase de customização, será iniciada a segunda etapa do projeto visando à transferência e difusão à comunidade técnica e científica brasileira, com a finalidade de prover a gestão adequada dos sistemas costeiros para o alcance de metas e objetivos de sustentabilidade a longo prazo.

Em 2011, o Gi-Gerco aprovou a criação do Comitê-Executivo do SMC-Brasil, que será responsável pela estratégia e implantação da segunda etapa do projeto, com atividades voltadas à estruturação, manutenção e difusão da ferramenta à comunidade técnica científica e governamental da costa brasileira.

Na reunião da CIRM de abril de 2013, deverão ser aprovadas a Resolução e Portaria de criação do Comitê-Executivo, confirmando a participação das seguintes instituições:

- MMA;
- Ministério da Pesca e Aquicultura (MPA);
- Ministério das Cidades (MCidades);
- Marinha do Brasil/Estado-Maior da Armada (EMA/MB);
- Secretaria de Ciência, Tecnologia e Inovação da Marinha (SecCTM/MB);
- Secretaria da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (Secirm/MB);
- Secretaria de Portos da Presidência da República (SEP/PR);
- Secretaria de Patrimônio da União (SPU/MP);
- Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (Ibama);
- Agência Nacional de Transportes Aquaviários (Antaq);
- Subgrupo das Coordenações Estaduais de Gerenciamento Costeiro (G17); e
- comunidade científica indicada pelo PPG-Mar.

### **3.4 Estudos de caso**

Para a transferência das metodologias do SMC, estão sendo realizados quatro estudos de caso para acompanhamento de problemas de erosão, desenho de alternativas de intervenção e medidas de gestão para o seu enfrentamento. Os estudos de casos são em Caraguatatuba/SP, Piçarras/SC, em

Recife/PE e no Natal/RN, com previsão de coleta e organização de dados (como cartas náuticas, batimetrias, fotografias aéreas, relatórios de estudos anteriores, sedimentos etc.), inserção dos dados no sistema e geração de relatório com a avaliação dos resultados da aplicação do SMC-Brasil.

Os resultados dos estudos de caso serão importantes para agregar o SMC aos instrumentos e arranjos institucionais da gestão da costa brasileira. Para tanto, os estudos de caso de Pernambuco e do Rio Grande do Norte, contam com o envolvimento integral dos gestores estaduais, além de universidades.

### **3.5 Visita da Missão Técnica Brasileira à Universidade da Cantábria, Espanha**

A visita à Universidade da Cantábria teve como objetivo conhecer a experiência espanhola na gestão costeira integrada e casos exitosos de aplicação da ferramenta SMC, bem como conhecer o estágio atual da customização do SMC-Brasil.

A missão técnica foi composta por 35 pessoas, entre gestores, técnicos e professores universitários, sendo dezoito participantes de instituições brasileiras e dezessete representantes de instituições espanholas. A comitiva brasileira foi composta por representantes do MMA, da SPU/MP, do Ibama; professores da UFSC, da UFPE, da UFRN e da USP; e gestores dos Estados de Pernambuco, do Rio Grande do Norte e de São Paulo.

A programação da missão incluiu (i) apresentações dos pesquisadores do IHC; (ii) reunião técnica e institucional com representantes da *Dirección General de Sostenibilidad de la Costa y del Mar del Ministerio de Medio Ambiente y Medio Rural y Marino (MARM)*; (iii) reunião de monitoramento e avaliação das ações executadas para o desenvolvimento da ferramenta SMC-Brasil; e (iv) visita de campo para conhecer o litoral e o porto da cidade Gijón.

Ficou claro que a estratégia do SMC para gestão dos conflitos na costa espanhola considerou as seguintes questões:

- que qualquer ação na costa implica conhecer os processos morfodinâmicos do passado e do presente, para se efetuar prognósticos sobre o comportamento dos sistemas costeiros e sobre os processos costeiros no futuro;
- a necessidade de metodologias e ferramentas numéricas que permitam determinar: que tipo de estudos devem ser realizados; em que escalas espaciais e temporais de trabalho; o que é preciso ser observado; que



ferramentas numéricas têm de ser aplicadas; quais serão os dados de entrada (que resoluções espaciais e temporais?).

Nas apresentações, também foram abordados outros temas importantes para gestão da costa, como o domínio público marítimo-terrestre, sistema operacional de portos, infraestrutura e logística relacionados às atividades portuárias e derramamento de hidrocarbonetos.

O IHC, em conjunto com o *Office Mudança Climática Espanhol* (Oece) e com o apoio da *Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe* (Cepal), elaborou o estudo *Metodología, herramientas y bases de datos para la evaluación de los impactos del cambio climático en zonas marino-costeras de la región de América Latina y Caribe*. O estudo analisa as bases de dados, impactos e riscos obtidos nas costas da América Latina e do Caribe, na escala de estudos regionais, e deverá fornecer informações para elaboração de políticas econômicas para região que considerem a análise de riscos às mudanças climáticas.

Conforme avaliação final por parte dos seus integrantes, a missão técnica conseguiu atingir seu objetivo de conhecer a experiência espanhola na gestão costeira, em especial quanto ao uso e aplicação da ferramenta SMC. O evento trouxe importantes reflexões para as instituições brasileiras quanto à relevância de implantar ações estratégicas e sinérgicas para a gestão integrada da costa brasileira, a exemplo do planejamento e licenciamento de obras costeiras, recuperação de praias urbanas e de se investir na formação de técnicos e gestores.

### **3.6 Primeiro curso de formação na ferramenta SMC-Brasil**

O SMC é uma ferramenta numérica orientada especialmente para profissionais, como oceanógrafos e engenheiros de costas, desenvolverem suas atividades no âmbito costeiro. Para uma correta aplicação do SMC, o usuário deve apresentar conhecimento nos processos litorâneos e em metodologias no âmbito da engenharia costeira (leia-se documentos temáticos e de referência propostos dentro do pacote SMC).

O primeiro curso do SMC-Brasil foi realizado no Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo (IO-USP), entre os dias 17 e 21 de dezembro de 2012, e teve como instrutores os professores do IHC e a consultora da UFSC.

O curso de Formação na Ferramenta SMC-Brasil teve como objetivo apresentar a base conceitual e disponibilizar a versão beta do SMC-Brasil,

na perspectiva de formar um núcleo de apoio para o aperfeiçoamento e validação do modelo.

O curso contou com trinta participantes, que incluíam professores e alunos de universidades brasileiras, gestores governamentais estaduais (ES, PE, SP, RN e SC) e federais (MMA, SPU e Ibama). Com carga horária de 36 horas, o curso foi estruturado com apresentações teóricas sobre a base conceitual e o conjunto de equações adotado no SMC-Brasil, intercalando atividades práticas para conhecimento dos diversos módulos que compõem a ferramenta.

A presença de integrantes de diversos grupos de pesquisas relacionados à oceanografia física e obras costeiras permitiu ao longo do curso que ocorressem debates importantes sobre os desafios para gestão costeira brasileira, no que se refere à produção e compartilhamento de dados oceanográficos (ondas, marés, batimetria etc.), à definição de parâmetros para obras costeiras e quanto à urgência de apoio à pesquisa e formação de profissionais nos processos litorâneos e em metodologias no âmbito da engenharia costeira. Por outro lado, a entrega da ferramenta SMC-Brasil à sociedade brasileira poderá catalisar as ações esperadas para a melhoria da gestão costeira, melhorando principalmente a qualidade de projetos de intervenções na costa, bem como a análise pelas instituições responsáveis e na formação de técnicos e gestores.

## **4 RESULTADOS DO PROJETO SMC-BRASIL: OPORTUNIDADES E PERSPECTIVAS**

O SMC é uma importante iniciativa para instrumentalização da gestão integrada da costa brasileira. A ferramenta, composta pelo modelo e pela base de dados, permitirá a construção de cenários de curto prazo da dinâmica da linha de praia, produzindo informações importantes para planejamento e qualificação da tomada de decisão nesse espaço. O sistema SMC-Brasil permitirá aprimorar e disponibilizar dados atualizados, formar pessoal da comunidade científica, gestores federais, estaduais e municipais, empresas de engenharia etc. Também orientará na resolução de problemas de engenharia e na indicação de parâmetros para obras costeiras com relação à dinâmica da linha de costa (erosão e progradação) e às variações morfológicas a curto prazo. Como uma ferramenta de apoio à gestão, o modelo deve ser integrado aos arranjos da gestão costeira no Brasil e à outros instrumentos do PNGC.

Os principais resultados do Projeto Transferência de Metodologias e Ferramentas de Apoio à Gestão da Costa Brasileira são listados a seguir.

## 4.1 Sistema de Modelagem Costeira do Brasil – SMC-Brasil

O SMC-Brasil é uma ferramenta computacional que combina metodologias de trabalho, bases de dados de cartas náuticas e modelos numéricos orientados para o estudo e/ou solução de problemas na zona costeira. As metodologias permitem abordar o estudo de um problema de forma sistemática (quais dados de entrada são necessários; quais escalas de processos analisar; que modelo aplicar etc.) As ferramentas do SMC-Brasil podem ser divididas em:

1. o SMC-Tools, que inclui uma base de dados de batimetria, ondas e nível do mar; além de duas ferramentas de processamento de dados integradas, uma para realizar a análise estatística das variáveis ambientais, e outra ferramenta que permite realizar a transferência de uma série de ondas a partir de profundidades indefinidas para pontos na costa;
2. o SMC propriamente dito, que integra uma série de modelos numéricos, que permitem dar um suporte prático à correta aplicação da metodologia de trabalho proposta nos documentos temáticos.

O SMC-Brasil é um pacote de *software* que permite realizar uma grande variedade de tarefas, como:

- criar ou abrir um projeto de trabalho associado a uma área de estudo da costa. O projeto gerencia todas as informações geradas dentro do estudo, armazenando-as de maneira estruturada em diretórios que seguem uma hierarquia. Um projeto pode ser criado a partir de arquivos de batimetria e/ou imagens de uma área de estudo (fotos, desenhos, cartas náuticas etc.);
- gerar projetos a partir de imagens (fotos, desenhos, cartas náuticas etc.) com as quais é possível analisar formas em planta da costa a longo prazo. No caso de se dispor de fotos de distintas épocas, é possível analisar situações passadas, presentes e futuras;

- digitalizar e obter a batimetria e linha de costa, a partir de uma carta náutica ou mapa referenciado de uma área.

Por meio do *SMC-Tools*, é possível acessar uma base de dados onde se encontram a maior parte das cartas náuticas do litoral brasileiro (Baco), juntamente com as batimetrias digitalizadas destas. Com essa informação, é gerado um projeto de estudo em que se pode incorporar ou combinar batimetrias de detalhes provenientes de outras fontes. Uma vez nessa batimetria, é possível ir modificando-a e gerando diferentes alternativas ou situações de estudo.

O *SMC-Tools* também permite o acesso ao módulo IH-Ameva, uma ferramenta de análise estatística de variáveis ambientais com a finalidade de resolver os problemas de análises de dados e estatísticas. A ferramenta acessa as bases de dados de fluxo de ondas e nível do mar, inclusas no módulo do IH-Data, descritas nos documentos temáticos. Essas bases de dados, que são:

- GOW: *Global Ocean Waves* (Modelo *Wavewath III*);
- DOW: *Downscaled Ocean Waves* (Modelo *Swan*);
- GOS: *Global Ocean Surges* (MODELO Roms);
- GOT: *Global Ocean Tides* (Modelo TPXO + níveis Satélite).

O *SMC-Tools* processar essas bases de dados, desenvolvidas pelo IHC para o litoral brasileiro, permitindo gerar os dados de fluxo de ondas e níveis necessários para a execução dos modelos numéricos do sistema, para uma área específica de estudo.

As escalas espaço-temporais na linha de costa consideram aspectos como a regeneração de praias, o clima de ondas na costa e a cota de inundação. Os documentos temáticos do SMC-Brasil apresentam referenciais teóricos sobre esses aspectos orientando como aplicar a ferramenta nesses casos, resumidos em quatro documentos;

- Documento Temático de Recuperação de Praias: reúne a metodologia a ser seguida para o estudo ou projeto de recuperação de uma praia, incluindo dados, modelos, escalas.
- Documento Temático sobre os Efeitos das Alterações Climáticas nas Praias: contém a metodologia que permite no futuro, analisar a tendência com relação à estabilidade de uma praia, devido aos efeitos

da mudança climática nas dinâmicas de alturas, período e direção das ondas e do nível do mar. Informa sobre como avaliar para uma praia, sua tendência com relação a retração ou avanço da linha de costa, rotação praial, variação da cota de inundação etc.;

- Documento Temático de Ondas: descreve a metodologia seguida para gerar as séries temporais (sessenta anos, a cada hora) de ondas ao longo da costa e sua transferência a partir de profundidades indefinidas até a praia de estudo;
- Documento Temático do Nível do Mar e Cota de Inundação: contém a metodologia para a determinação do nível do mar ao longo da costa do Brasil, incluindo a maré astronômica e a meteorológica (*Storm Surge*). Também descreve a metodologia para avaliar a cota de inundação em uma área da costa, incluindo a maré astronômica e meteorológica e o aumento do nível do mar na costa devido à quebra das ondas. Esse último, ampliado pelo perfil da praia.

## 4.2 Base de dados

Um dos produtos gerados no projeto é a possibilidade de acesso, via *SMC-Tools*, a uma base de dados de ondas e de nível de marés (maré astronômica e meteorológica) para a costa brasileira, obtida por meio de técnica de retroanálise. Tendo como referência o ano de 2008, a série gerada representa o comportamento de ondas e marés dos últimos sessenta anos, a cada hora, com malha de 1km. Entende-se que esse insumo será de grande importância para o país para ações de planejamento e gestão dos espaços costeiros, tendo em vista a falta e/ou dificuldade de acesso aos dados oceanográficos (marés, ondas, batimetria etc.). Saliente-se que a base de dados de ondas ainda não foi calibrada e validada, com a base de dados do altímetro do satélite (13 anos de dados da base de dados TOPEX-Poseidon 1992-2005) devido a dificuldade de acesso de dados de ondas para costa do Brasil. Por outro lado, a base de dados de nível d'água, está validada a partir da base de dados de marégrafos disponível na Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN).

A expectativa é que o sistema SMC-Brasil dialogue com iniciativas como a Rede Ondas do Programa Goos/Brasil, que tem como objetivo estruturar um banco de dados da Rede de Monitoramento de Ondas em Águas

Rasas e Intermediárias, a iniciativa envolve um conjunto de universidades e instituições.

### 4.3 Atlas de Inundação

O Atlas de Inundação da Costa do Brasil é um documento temático que visa disponibilizar informações sobre cota de inundação e nível do mar ao longo de toda a costa brasileira. Está sendo gerado nos moldes do Atlas de Inundação da Espanha, contendo descrição dos dados utilizados, metodologia aplicada, resultados gerados e a maneira correta de utilização do documento. Os dados utilizados e a metodologia aplicada foram desenvolvidos pelo IHC e enviados ao Brasil para aplicação do método e geração dos resultados.

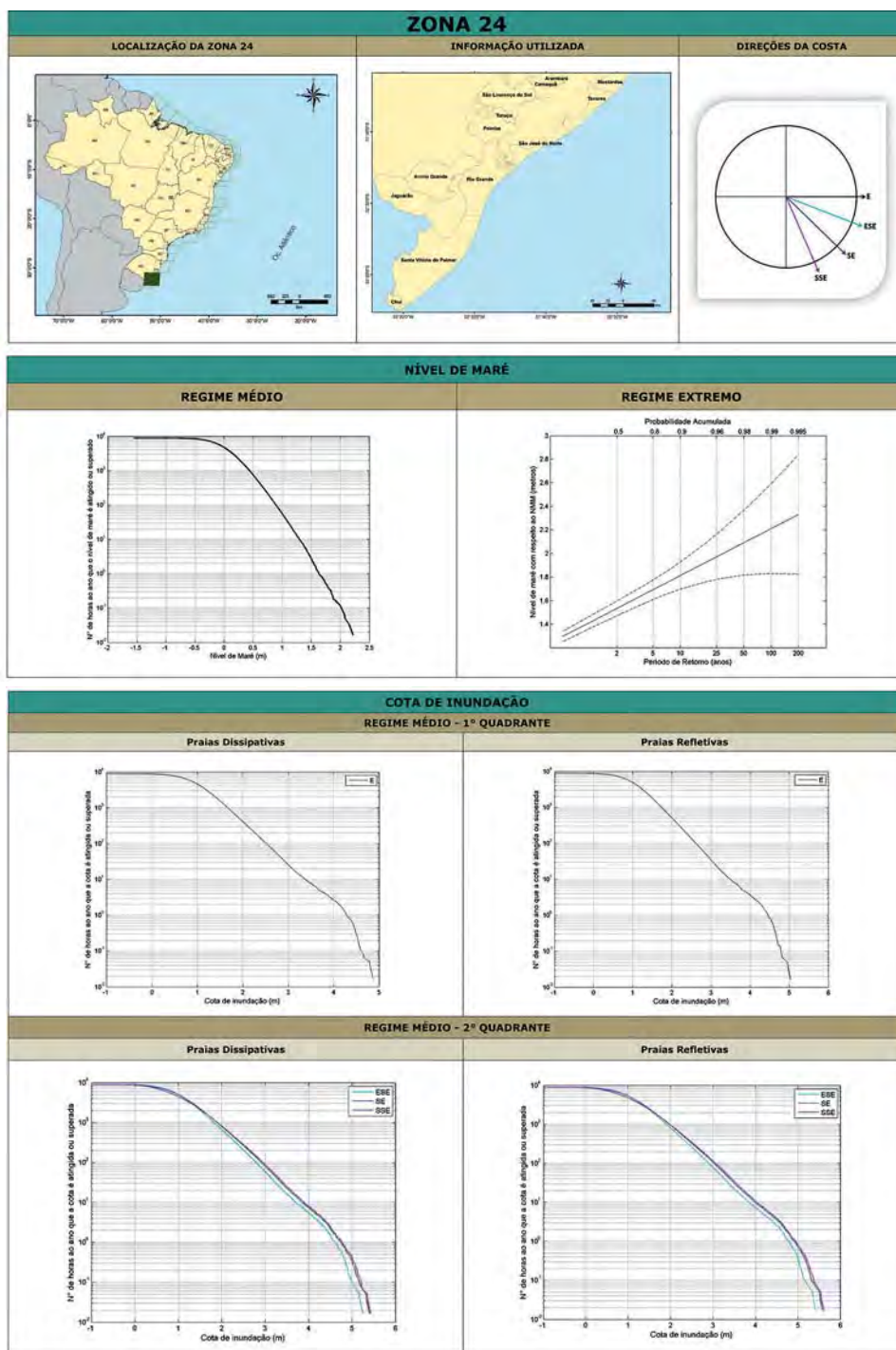
Para obter os valores de cota de inundação e nível do mar, foi utilizada a mesma base de dados de ondas, maré astronômica e maré meteorológica disponível no *SMC-Tools*. Com os resultados foram realizadas análises estatísticas de regime extremo e médio que serão apresentados no documento. Com o intuito de refinar as análises, o litoral brasileiro foi dividido em 24 zonas, sendo gerados resultados para cada uma delas. Com esse documento em mãos, será possível realizar uma análise preliminar do regime médio e extremo da cota de inundação e nível do mar, para qualquer praia do litoral brasileiro.

Além da importância no que se refere à análise da inundação costeira, a construção do atlas atende a outras demandas do projeto, como a transferência de metodologias e a complementação da formação de profissionais capacitados para atuar no âmbito da oceanografia e engenharia costeira. A Figura 2 apresenta um exemplo de uma das zonas do Atlas de Inundação, em elaboração para o Brasil.

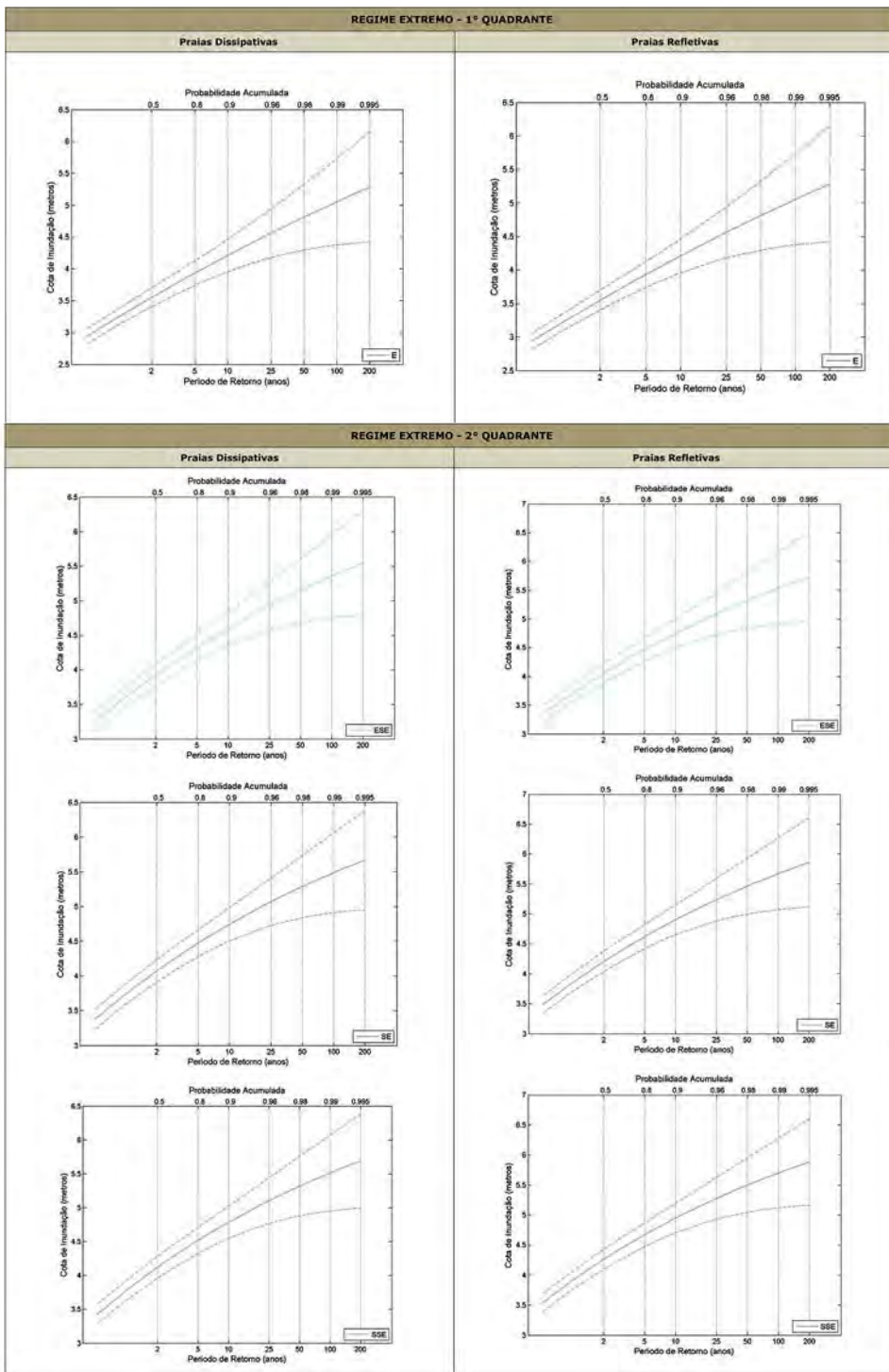
#### 4.3.1 Problemática dos mapas de inundação

A criação de mapas com manchas de inundação na costa implica na utilização de uma base única de elevação de terreno que contenha dados de batimetria e topografia. No Brasil, esses dados são divididos entre as competências da Marinha do Brasil (Cartas Náuticas da DHN) e do Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) (Cartas de Topografia). Um problema enfrentado por pesquisadores que visam à confecção de tais cartas está no fato de que estas duas bases de dados têm como referência níveis do mar diferentes. Significa dizer que estão “amarradas” a datums verticais distintos e as metodologias que relacionam os mesmos são muito complexas, demandando muito tempo de trabalho.

Figura 2 – Exemplo de uma das zonas do Atlas de Inundação, em elaboração para o Brasil









## 4.4 Estudos de caso elaborados

### 4.4.1 ESTUDO DE CASO DO SISTEMA DE MODELAGEM COSTEIRA BRASILEIRO EM SÃO PAULO

Clarissa Brelinger De Luca  
Maurício Gonzalez

#### 1 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

Localizada no município de Caraguatatuba, litoral norte de São Paulo (figura 1), a praia de Massaguaçu está dividida em três diferentes praias: praia do Capricórnio, praia de Massaguaçu e praia da Cocanha. Seu arco praias está voltado para SE/S com uma extensão total de 7,5km, apresentando um segmento fluvial (rio Massaguaçu) no seu setor sul, sendo que sua foz está normalmente fechada por sedimentos arenosos muito grossos (figura 2).

Figura 1 – Localização da área do estudo

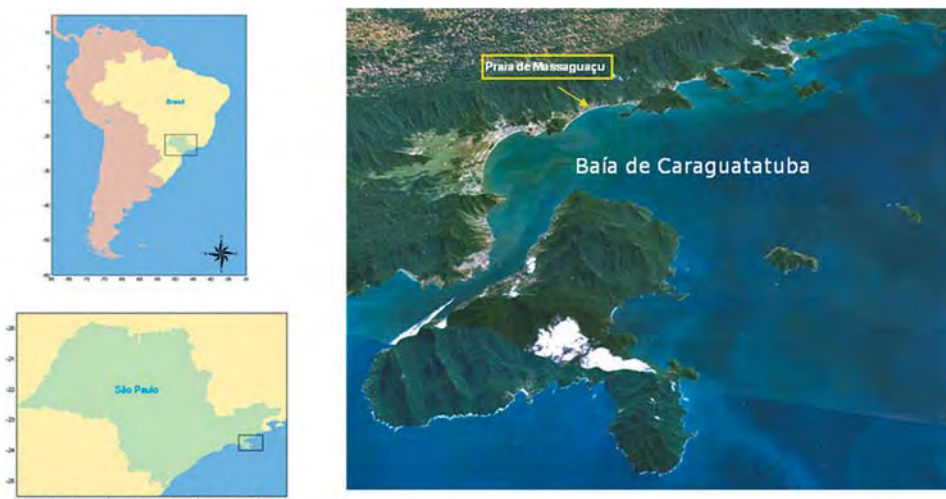


Figura 2 - Praia de Massaguaçu, Caraguatatuba/SP



## 2 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

Grande parte da costa brasileira vem sofrendo processos erosivos de forma acelerada, tanto em setores urbanizados como nos ainda não ocupados (MUEHE, 2006). Mudanças climáticas podem desencadear ou agravar esse fenômeno, ao provocar mudanças no nível do mar, na distribuição das chuvas e na frequência direcional e intensidade dos ventos, fatores que afetam a hidrodinâmica, e o balanço e a dispersão dos sedimentos ao longo da costa. Mudanças na descarga sólida de rios e na frequência direcional de ondas, não só nas últimas décadas como também nas escalas histórica e geológica, podem acelerar os processos de erosão e/ou avanço da zona costeira (progradação), acarretando grandes prejuízos às cidades costeiras (MUEHE, 2006).

A intensa ocupação do litoral de São Paulo a partir de 1950 ocasionou diversas interferências no comportamento costeiro, como aterros em manguezais, retificações de rios, rebaixamento do lençol freático e extração das areias de praias e dunas que resultaram em modificações no balanço sedimentar costeiro em escalas de médio a longo prazo (TESSLER *et al.*, 2006).

No estado de São Paulo, até o início da década de 1990, a prática de retirada de areia das praias era muito comum em diversas praias urbanizadas, sendo

os principais motivos a limpeza das praias, a desobstrução de vias públicas e a utilização da areia na pavimentação de ruas e até no aterro de lixões localizados sobre manguezais. Desde meados daquela década, essa atividade tem sido severamente combatida por ações estaduais por parte do Ministério Público e da Secretaria de Meio Ambiente do Estado de São Paulo (SOUZA; LUNA, 2010).

Localizada no município de Caraguatatuba, litoral norte de São Paulo, a praia de Massaguaçu está submetida a um processo erosivo, com um recuo progressivo da linha de costa em quase toda a sua extensão, sendo que as maiores taxas localizam-se na parte central desta. Tal fato vem gerando prejuízos de ordem financeira, uma vez que as condições locais da praia e das estruturas ali implementadas são alteradas.

Parte do aterro que sustenta a rodovia BR-101 (Rio-Santos) foi destruído e foram necessários reparos por meio da implementação de obras de contenção e dispositivos de amortecimento hidráulico, com a intenção de proteger a área da rodovia da ação direta das ondas. Porém, essas intervenções não foram efetivas.

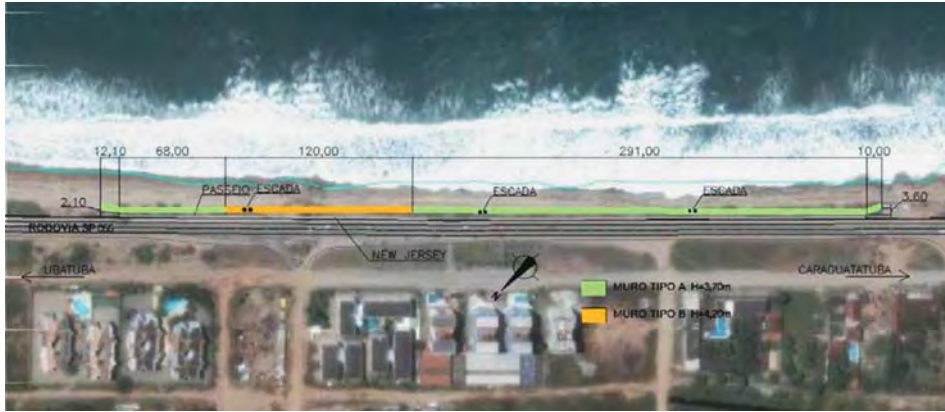
Com o intuito de estabelecer alternativas que possam compreender a causa e mitigar os processos erosivos na região, foi utilizado um conjunto de metodologias e ferramentas numéricas e uma ampla base de dados, desenvolvidas pela Universidade de Cantábria, conhecido como SMC-Brasil. Por meio da utilização do SMC, foi possível a caracterização morfodinâmica a curto, médio e longo prazo, estabelecendo assim a evolução histórica da região costeira de Massaguaçu.

**Figura 3 – Erosão decorrente na praia de Massaguaçu e início das obras do muro de contenção**



Fonte: Ceccarelli (2009)

**Figura 4 – Forma em planta do muro de pedra argamassada localizado na zona de erosão na praia de Massaguaçu**



Fonte: Ceccarelli (2009)

**Figura 5 – Construção do muro de contenção de 500 metros na praia de Massaguaçu**



Fonte: Ceccarelli (2009)

**Figura 6 – Solapamento do muro de contenção em 2006**



Fonte: Ceccarelli (2009)



**Figura 7 – Ressaca ocorrida em julho de 2007, período de Inverno**



Fonte: Ceccarelli (2009)

**Figura 8 – Invasão do mar na rodovia Rio-Santos**



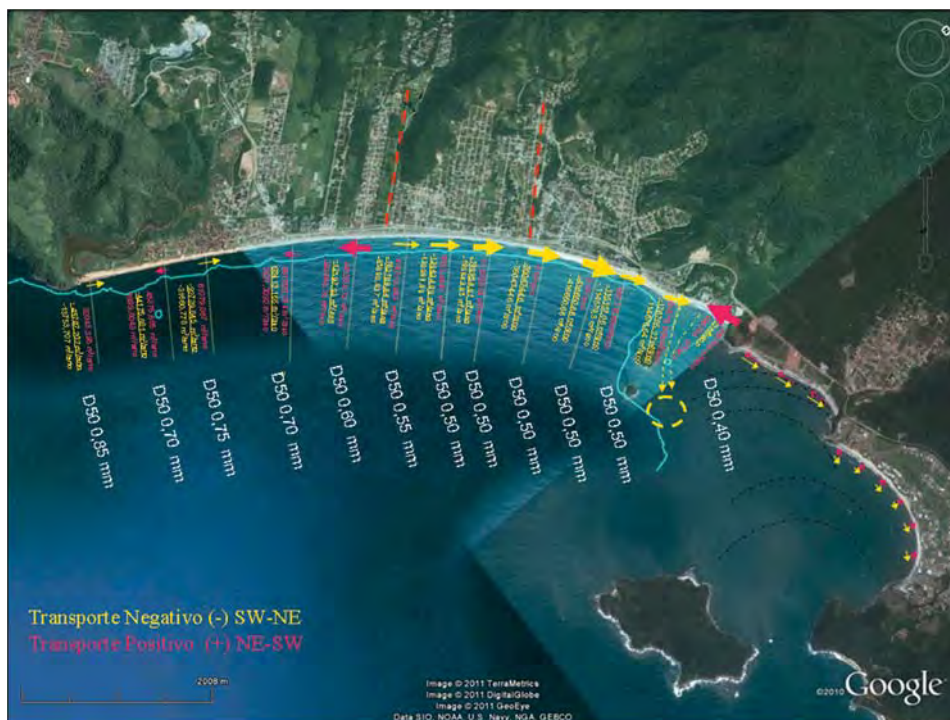
Fonte: Ceccarelli (2009)

### **3 A APLICABILIDADE DA FERRAMENTA SMC NO LITORAL DE SÃO PAULO**

As ondas que se propagam até a costa sofrem processos de difração e refração nas ilhas de Búzios, Vitória e de São Sebastião que fazem com que as ondas que chegam à praia de Massaguaçu apresentem uma variabilidade espacial muito marcada. A quebra das ondas devido ao efeito do fundo, em conjunto com os gradientes de altura de onda gerados ao longo do sistema, e a incidência oblíqua dessas, produzem um sistema de correntes na praia de Massaguaçu que se movem predominantemente de SW a NE. Essas correntes geram um transporte longitudinal que, para os sessenta anos de transporte analisado, resultou em três zonas caracterizadas por um comportamento distinto.

A primeira, na porção sul da praia, é marcada por um transporte em ambas às direções, influenciada além pela presença da laje Massaguaçu, pela incidência de correntes transversais à costa e pelo padrão irregular das correntes na região. A segunda porção, na região central, apresenta um transporte longitudinal de sedimentos com um sentido predominante de SW-NE, onde, a partir de um ponto de inflexão, o volume de sedimentos transportado aumenta consideravelmente. Entre ambas as zonas analisadas, destaca-se um transporte que diverge, evidenciando uma zona de erosão que coincide com a zona de erosão apresentada nesse estudo. Por último, o transporte de sedimentos na praia da Cocanha apresenta um padrão muito local, devido ao grande aporte de sedimentos na região que ocorre por meio de uma diminuição da magnitude do transporte, que unidos a uma corrente de retorno acentuada na sua zona central, faz com que esses se depositem na sua zona adjacente.

**Figura 9 – Taxas médias anuais de transporte de sedimentos ao longo da praia de Massaguaçu**

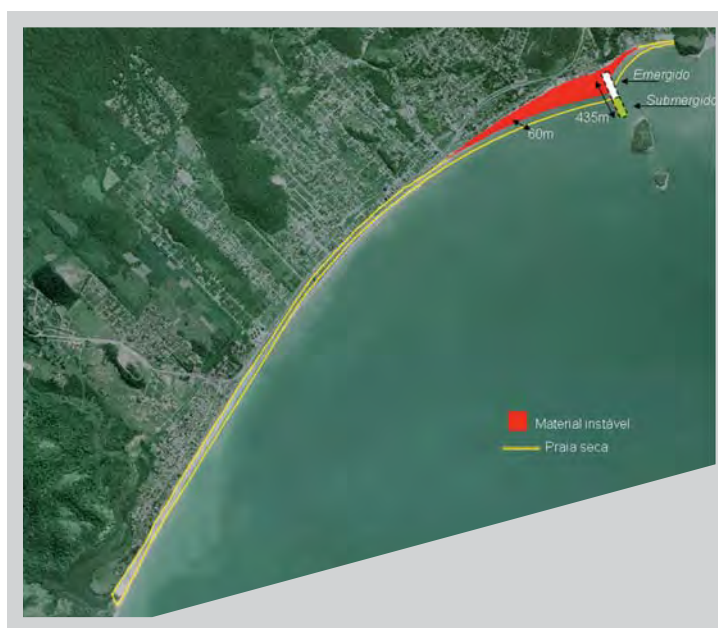


Depois de realizar um estudo detalhado da geomorfologia, evolução histórica e das dinâmicas marinhas e litorâneas da praia de Massaguaçu, pode-se concluir que a problemática relacionada à erosão dessa praia está ligada à

falta de aportes naturais de sedimentos nesta, que unidos à instabilidade de sua forma em planta, geram um sistema de correntes altamente dependentes das ondas incidentes que transportam o sedimento de forma líquida em um sentido SW-NE, favorecendo a saída desses do sistema.

Com o uso das ferramentas do SMC foi possível estabelecer uma proposta de recuperação da praia de Massaguaçu, por meio de três linhas de atuação: construção de um molhe perpendicular à costa aporte de areia mista, e o deslocamento da BR-101 (Rio-Santos). Com isso, estaria garantido o desempenho da praia de Massaguaçu quanto as suas funções de defesa costeira e uso recreativo humano a curto e longo prazo.

**Figura 10 – Alternativa proposta para a recuperação da praia de Massaguaçu**



#### 4 REFERÊNCIAS

CECCARELLI, T. S. **Paradigmas para os projetos de obras marítimas no contexto das mudanças climáticas**. 2009. 125 f. Dissertação (Mestrado em Engenharia) – Escola Politécnica, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009.

MUEHE, D. **Erosão e progradação do litoral brasileiro**. Brasília: MMA, 2006.

SOUZA, C. R. de G.; LUNA, G. C. Variação da linha de costa e balanço sedimentar de longo período em praias sob risco muito alto de erosão no município de Caraguatatuba (Litoral Norte de São Paulo, Brasil). **Revista de Gestão Costeira Integrada/Journal of Integrated Coastal Zone Management**, 10(2), p. 179-199, 2010.

TESSLER, M. G.; GOYA, S. C.; YOSHIKAWA, P. S.; HURTADO, S. N. São Paulo. In: MUEHE, D. (Ed.). **Erosão e progradação no litoral brasileiro**. Brasília: MMA, 2006. p. 298-346.

#### **4.4.2 Estudo de Caso Enseada de Itapocorói, Piçarras, Litoral Centro-Norte do Estado de Santa Catarina**

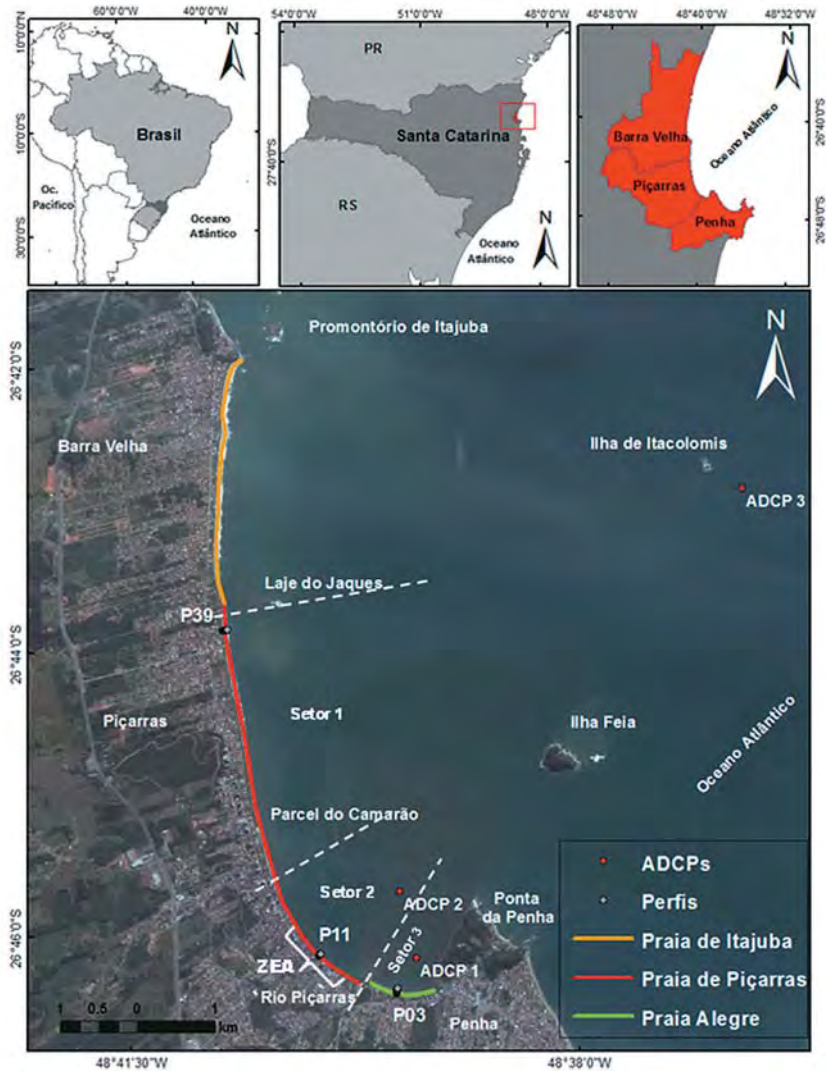
Antonio H. F Klein  
Jonas Gomes Oliveira  
Laura Ribas Almeida  
Mauricio Gonzales  
Caio Trajano Salgado  
Rafael Sangoi Araújo

## **1 CONTEXTO**

A praia de Piçarras está localizada no município de Balneário Piçarras, litoral centro-norte do Estado de Santa Catarina e faz parte, juntamente com a praia Alegre, da enseada do Itapocorói (Figura 1). Tem cerca de 8,5km de extensão, sendo delimitada ao norte pelo promontório de Itajuba, e ao sul pela desembocadura do rio Piçarras/Furado (ARAÚJO, 2008). É considerado um importante centro turístico regional, visto que sua população é de aproximadamente 11 mil habitantes fixos e cerca de 100 mil habitantes nos meses de verão (SANTA CATARINA, 2012).



Figura 1 – Localização da Enseada do Itapocorói, praias e principais feições

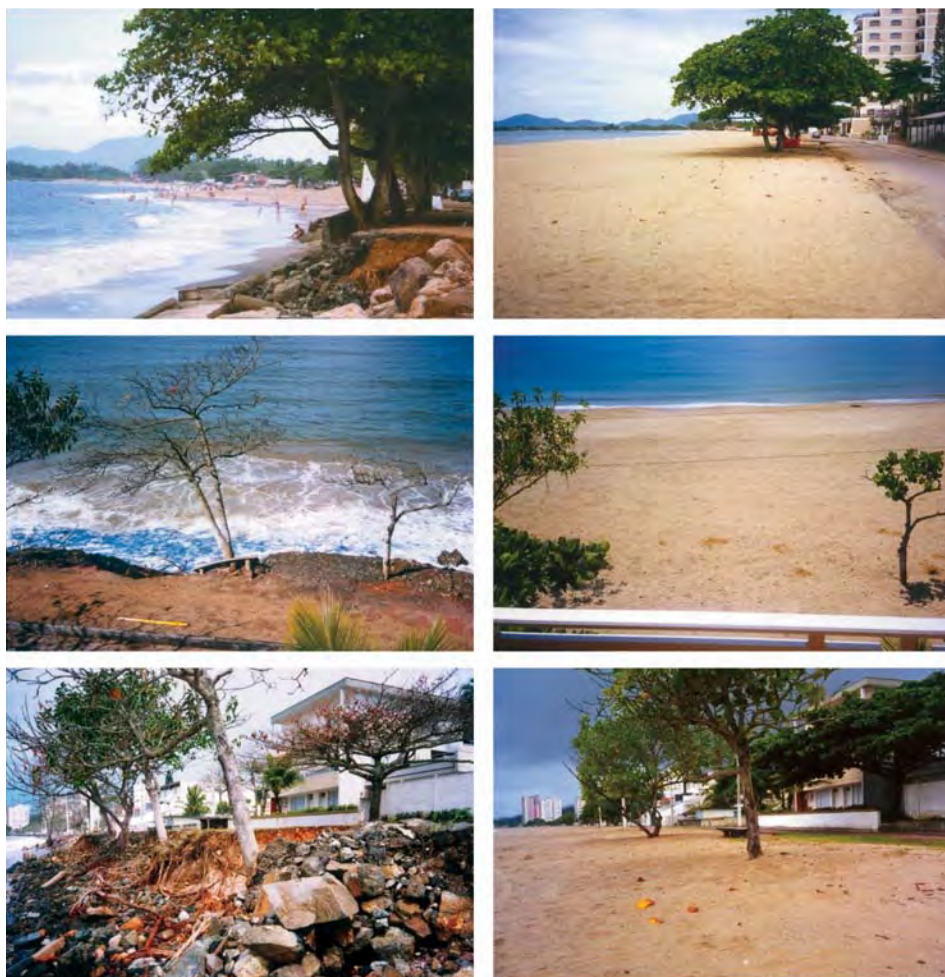


Nota: também é apresentada a setorização estabelecida por ALMEIDA (2013), a posição dos ADCPs (círculos verdes) e dos perfis (círculos azuis) P11, P23 e P39, analisados quanto a sua variação (modificado de OLIVEIRA, 2013 e ALMEIDA, 2013).

A região vem sofrendo ação antrópica desde a década de 1970, podendo-se citar a construção de casas e da avenida beira-mar sobre a berma da praia, a retificação do canal e fixação da barra do rio mediante a construção de dois guias-corrente e o aterro de uma laguna de cerca de 350m de comprimento. Como consequência, desde a década de 1980 vem havendo retração

da linha de costa e perda de volumes consideráveis de sedimento, sobretudo na porção sul da enseada, onde se verifica maior pressão urbana. De forma geral, o foco dos eventos erosivos (zona de erosão acentuada) encontra-se em uma faixa de 1,5km a 2km de extensão a norte da desembocadura do rio Piçarras/Furado. Concomitantemente, medidas de contenção do avanço da erosão foram tomadas pelo Poder Público, porém, nenhuma com êxito em longo prazo. Dentre elas destaca-se a construção de muros de proteção no pós-praia (1983) e espigões perpendiculares à praia (1989 e 1994), assim como obras de aterro hidráulico (1999 e 2008) (Figura 2) (ARAÚJO, 2008) e, recentemente, a instalação de espigões.

**Figura 2 – Vista da praia de Piçarras antes e depois do aterro hidráulico de 1999**



Fonte: Araújo (2008)

A fim de entender-se a dinâmica da região, uma série de estudos desenvolvidos por grupos de pesquisa da Univali (Laboratório de Oceanografia Geológica e Oceanografia Física), da UFSC (Laboratório de Oceanografia Costeira) e da Universidade da Cantábria, com obtenção de dados e aplicação de modelos numéricos, vem sendo desenvolvidos, sendo parte deles descritos neste texto.

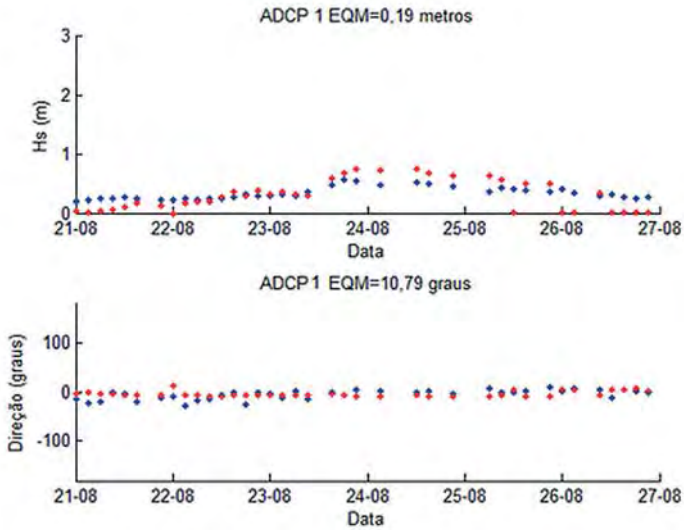
Com o objetivo de calibrar e validar o modelo Oluca (modelo de ondas) e calibrar o modelo Petra (modelo de resposta do perfil de praias a tempestades) do SMC 2.0 para a enseada, foram simulados oitocentos casos de ondas para o período entre agosto e setembro de 2011 em dois pontos distintos. Sendo que os dados de entrada no modelo foram medidos por um ADCP (AWAC) localizado próximo a ilha de Itacolomis (ADCP3), e os utilizados para calibração e validação foram amostrados por ADCPs que se encontravam no interior da enseada (ADCP1 e ADCP2) (figura 1) (OLIVEIRA, 2013).

Os dados obtidos nas simulações de ondas foram calibrados e validados com os dados obtidos pelos ADCPs 1 e 2. A calibração foi realizada utilizando o período de 21 a 27 de agosto de 2011, com estados de mar a cada três horas. Comparando os valores de altura significativa ( $H_s$ ) e direção simulados aos valores medidos, encontrou-se, para o ADCP 1, um erro quadrático médio (EQM) da  $H_s$  de 0,19 metros, enquanto que, para direção, encontrou-se um EQM de 10,8 graus (Figura 3). Considerando a comparação entre os dados medidos pelo ADCP 2 e os dados simulados foram encontrados um EQM da  $H_s$  de 0,11 metros e um EQM da direção de oito graus (Figura 4). O coeficiente de determinação da comparação entre os dados medidos e simulados de  $H_s$  foi de 0,63 para o ADCP 1 e de 0,95 para o ADCP 2.

De forma complementar, a validação foi feita utilizando os dados amostrados a cada hora no período de 19 de agosto a 22 de setembro de 2011. Para a validação o EQM da  $H_s$  no ponto de amostragem do ADCP 1, foi de 0,28 metros, enquanto que, para direção, o EQM foi de dez graus (Figura 5). Já para o ponto do ADCP 2, o EQM da  $H_s$  foi de 0,16 metros e o EQM da direção foi de 20,7 graus (Figura 6). Comparando os dados medidos e simulados de  $H_s$ , foi possível calcular o coeficiente de determinação da validação, sendo encontrado o valor de 0,5 para o ponto do ADCP 1 e de 0,8 para o ADCP 2 (OLIVEIRA, 2013).

Os dados obtidos por meio das simulações de ondas foram utilizados como dados de entrada no módulo Petra do SMC para verificar a alteração de três perfis de praia durante um evento de tempestade ocorrido no período analisado, P03, P11 e P39 (Figura 1). Os resultados obtidos pelo Petra

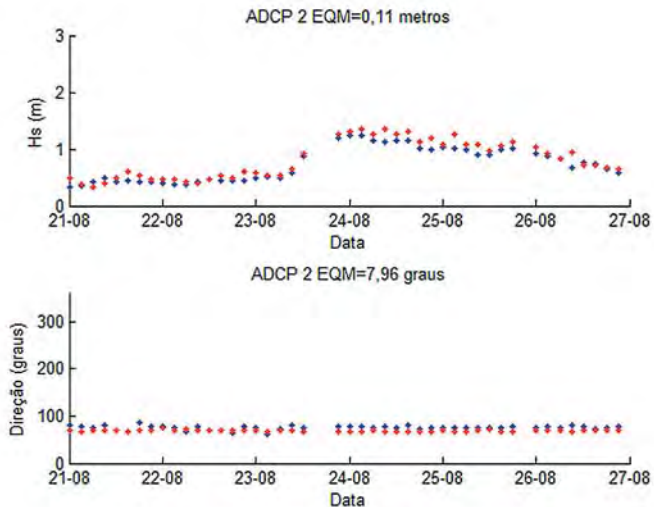
Figura 3 – Calibração do modelo Oluca para enseada de Itapocoróri



Nota: foram comparados Hs e direção dos casos propagados com os valores de Hs e direção obtidos pelo ADCP 1. Os pontos azuis correspondem aos dados medidos e os vermelhos aos simulados.

FONTE: Oliveira (2013)

Figura 4 – Calibração do modelo Oluca para enseada de Itapocoróri

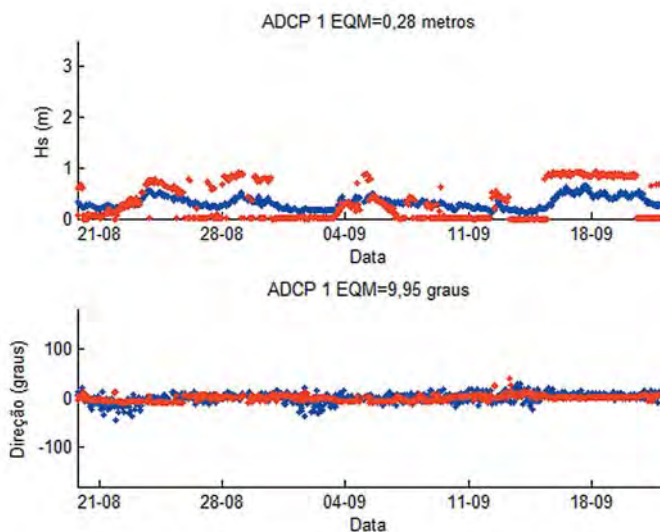


Nota: foram comparados Hs e direção dos casos propagados com os valores de Hs e direção obtidos pelo ADCP 2. Os pontos azuis correspondem aos dados medidos e os vermelhos aos simulados.

FONTE: Oliveira (2013)



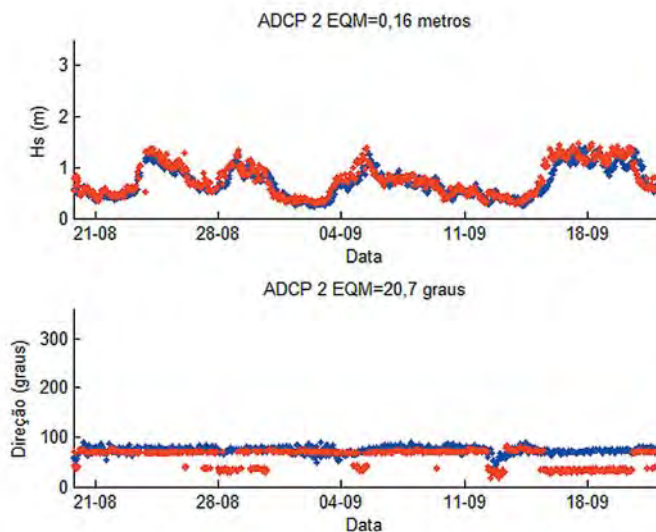
**Figura 5 – Validação dos valores simulados de Hs e direção para enseada de Itapocorói comparando-os com dados obtidos pelo ADCP 1**



Nota: os pontos azuis correspondem aos dados medidos e os vermelhos aos simulados.

FONTE: Oliveira (2013)

**Figura 6 – Validação dos valores simulados de Hs e direção para enseada de Itapocorói comparando-os com dados obtidos pelo ADCP 2**

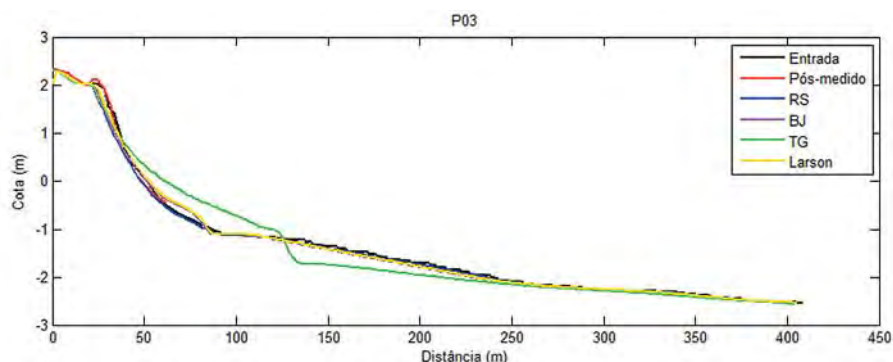


Nota: os pontos azuis correspondem aos dados medidos e os vermelhos aos simulados.

FONTE: Oliveira (2013)

foram comparados com dados medidos após o evento de tempestade simulado e apresentam um coeficiente de determinação maior que 0,9 para todos os perfis, indicando uma boa reprodução da realidade pelo modelo (OLIVEIRA, 2013). Os resultados obtidos para cada um dos perfis citados podem ser encontrados nas Figuras 7 a 9. Analisando os resultados pode-se aferir que os modelos podem ser aplicados para análises da dinâmica e das alternativas de obras costeiras propostas.

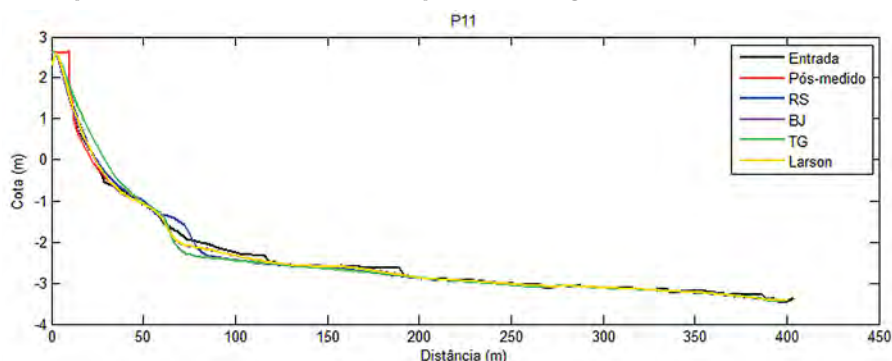
**Figura 7 – Resultado da simulação das respostas do perfil 3 utilizando quatro modelos diferentes de dissipação de energia (RS, BJ, TG e Larson)**



Nota: o perfil em preto (entrada) corresponde ao perfil utilizado como dado de entrada no Petra, já o perfil em vermelho (pós-medido) corresponde ao perfil subaéreo medido após o evento de tempestade simulado.

FONTE: Oliveira (2013)

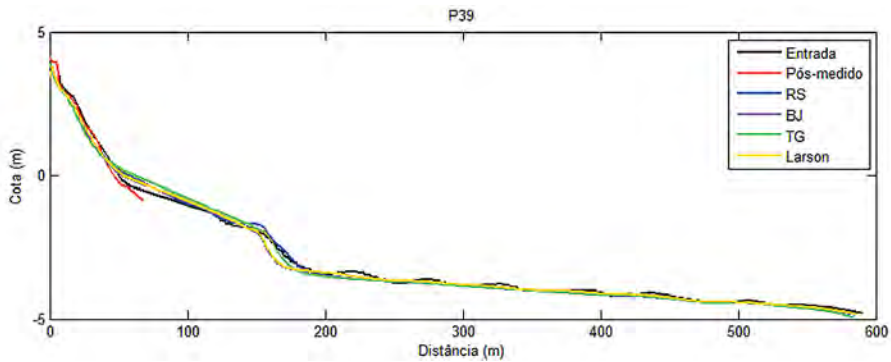
**Figura 8 – Resultado da simulação das respostas do perfil 11 utilizando quatro modelos diferentes de dissipação de energia (RS, BJ, TG e Larson)**



Nota: o perfil em preto (entrada) corresponde ao perfil utilizado como dado de entrada no Petra, já o perfil em vermelho (pós-medido) corresponde ao perfil subaéreo medido após o evento de tempestade simulado.

FONTE: Oliveira (2013)

**Figura 9 – Resultado da simulação das respostas do perfil 39 utilizando três modelos diferentes de dissipação de energia (RS, BJ, TG e Larson)**

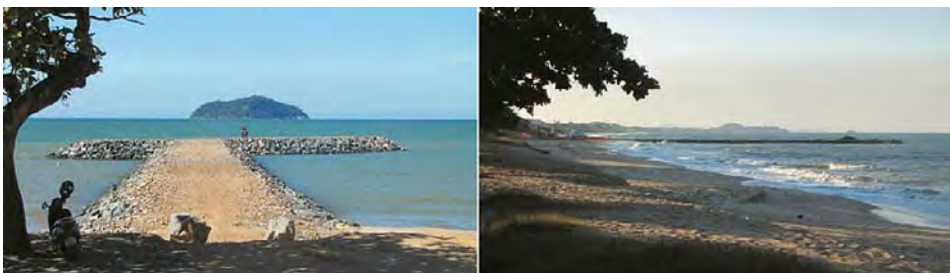


Nota: o perfil em preto (entrada) corresponde ao perfil utilizado como dado de entrada no Petra, já o perfil em vermelho (pós-medido) corresponde ao perfil subaéreo medido após o evento de tempestade simulado.

FONTE: Oliveira (2013)

Simultaneamente, a fim de contribuir para o entendimento do funcionamento da praia de Piçarras, foi realizada uma avaliação da sua dinâmica junto à zona de erosão acentuada, utilizando o programa de SMC-Brasil, para a construção de cenários. Além disso, foi avaliado o cenário atual adotado pela prefeitura de Piçarras, que tenta mais uma vez solucionar o problema da erosão nessa praia (Figura 10) (ALMEIDA, 2013).

**Figura 10 – Imagem mostrando diques construídos em 2011/2012, obra que faz parte, junto com novo aterro hidráulico, do atual projeto de recuperação da praia de Piçarras**



Fonte: Prefeitura de Balneário Piçarras

Nos cenários de avaliação da dinâmica marinha da praia de Piçarras, para o período de 1948 e 2008, foi verificado que as ondas existentes na região

exterior em frente à praia, estão compostas predominantemente de quatro direções (ENE, E, ESE e SE), que juntas representam 93%, e tem como característica valores de altura de onda dos temporais anuais ( $H_{s_{12}}$ ) e período de pico ( $T_{p_{12}}$ ) em torno de 2,5m e 15s. Os valores médios se encontram em torno de 1,1m para altura de onda ( $H_{s_{50\%}}$ ) e de 7,2s para período de pico ( $T_{p_{50\%}}$ ). Depois de propagar os casos representativos de estados de mar associados aos estados médios e a eventos de tempestade, verificou-se que a região norte da praia de Piçarras sempre apresenta  $H_s$  maior que a região sul, devido ao efeitos de refração (principalmente para ondas de ENE), difração e empolamento (principalmente para ondas de ESE e SE). O sistema circulatório gerado por essas ondas caracteriza-se por correntes paralelas à zona central/norte da praia de Piçarras, que muda de direção segundo a obliquidade incidente, mas, na região sul da praia, sempre se forma uma corrente para sul a partir dos parciais das Piçarras e do Camarão, e uma corrente para norte adjacente ao costão sul/praias Alegre.

A partir da avaliação dos cenários de dinâmica litoral, com análise da forma em planta e perfil, a curto e longo prazo, foi proposto o modelo morfodinâmico de funcionamento da zona de estudo. Esse é composto por três setores de análise: setor 1 (zona norte/central da praia de Piçarras), setor 2 (zona sul da praia de Piçarras), setor 3 (praia Alegre e costão sul) (Figura 1). Ao longo prazo (escala *decadal*) foi verificado que a retificação do rio Piçarras/Furado foi o principal motivo de mudança na dinâmica da zona de estudo (setor 2), com a eliminação de um sistema de aporte de sedimento e mudança do sistema circulatório (ARAÚJO, 2008). Os cenários indicam que, no setor 1, a corrente muda de direção dependendo da obliquidade que chegam as ondas. Dessa maneira, uma parte da areia se move ao longo da linha de costa dependendo da direção das ondas, mas este transporte não se comunica com o setor 2, devido à presença do parcel das Piçarras, que funciona como um dique, sendo o ponto de parada da corrente gerada por ondas de ENE e E, e começo da corrente gerada por ondas provenientes de ESE. No setor 2, a corrente é sempre para sul. No setor 3, observa-se uma estabilidade do sistema, pois a corrente, ao encontrar-se com a desembocadura do rio Piçarras/Furado e com a corrente para sul do setor 2, torna-se perpendicular à costa e retorna ao costão, fechando um ciclo. Em função de que o setor 2 não recebe aporte sedimentar nem do setor 1 nem do setor 3, existe erosão devido à corrente para sul, que apesar de não ter grande magnitude, é constante (ALMEIDA, 2013).



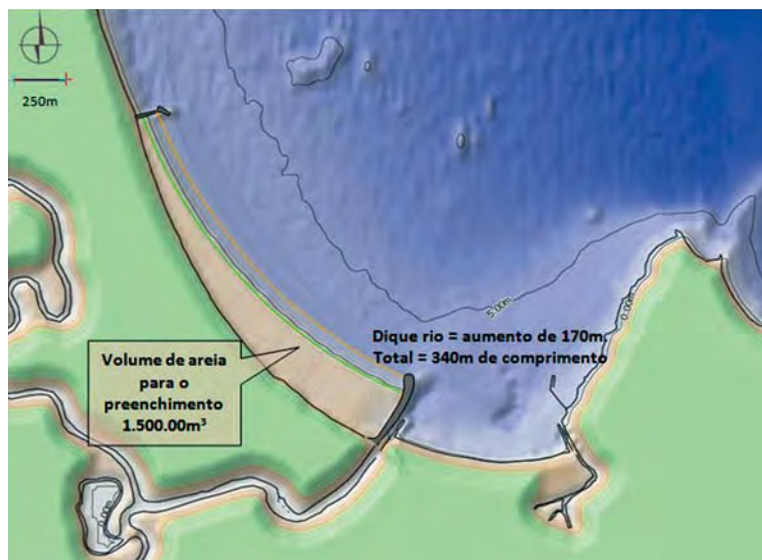
A análise em longo prazo de planta de equilíbrio confirma que o setor 2 da praia não está em equilíbrio (ARAÚJO, 2008; ALMEIDA, 2013). A curto prazo, os cenários indicam que os eventos de tempestade afetam de maneira importante o setor 1 da praia, com mudança na direção do transporte dependendo da direção das ondas associadas ao temporal. Os setores 2 e 3 estão mais protegidos das ondas e o efeito mais importante na formação das correntes é o gradiente de altura de onda. Dessa maneira, os temporais atuam intensificando as correntes, mas a constância destas, a longo prazo (condições médias), é que condiciona o funcionamento morfodinâmico desses setores.

Tentando mais uma vez solucionar o problema da erosão, a prefeitura de Piçarras começou um novo projeto para conter o sedimento e preencher a zona de erosão da praia de Piçarras. Esse projeto foi avaliado e verificou-se com base nos cenários para ondas e transporte de sedimentos, que a situação que foi proposta não é estável em planta e perfil, continuando no futuro o atual problema de erosão, sendo necessária uma manutenção, com aportes de areia periódicos, principalmente porque os diques construídos são curtos.

Com o objetivo de gerar uma condição estável, com mínima manutenção (aporte de areia) são propostas dois cenários alternativos:

1. uma única praia, sendo que o dique da desembocadura do rio Piçarras/Furado deverá ter um comprimento (340m) suficiente para conter a futura forma em planta e perfil de equilíbrio. Propõe-se utilizar o mesmo dique norte da obra atual da prefeitura. Nessa alternativa o volume de sedimento necessário é de 1.500.000m<sup>3</sup> (Figura11);
2. divide-se a praia em duas, cada uma independente, ficando ambas em equilíbrio estático. Propõe-se utilizar o mesmo dique norte da obra atual da prefeitura. O dique intermediário deverá ter um comprimento total de 280m e o dique adjacente ao rio deverá ser aumentado para que chegue a um comprimento de 225m. A quantidade de areia necessária para preencher essas duas praias é de aproximadamente 900.000m<sup>3</sup> (Figura 12).

Figura 11 – Alternativa 1: para obtenção de uma praia em equilíbrio estático e a futura profundidade de fechamento ( $h^*=2,5\text{m}$ , linha laranja)



Fonte: Almeida (2013)

Figura 12 – Alternativa 2: para obtenção de duas praias em equilíbrio estático e a futura profundidade de fechamento ( $h^*=3,1\text{m}$  para o dique intermediário e  $h^*=2,5\text{m}$  para o dique na desembocadura, linha laranja)



Fonte: Almeida (2013)

Saliente-se que os resultados apresentados aqui sobre a dinâmica e avaliação das obras são cenários, pois a base de dados de ondas do SMC-Brasil ainda não foi validada para águas rasas no Brasil. Entretanto, saliente-se também que essa é uma boa ferramenta para avaliar processos erosivos, e que os modelos são robustos, como se mostrou na calibração e validação destes para situações de eventos associados a tempestades.

## 2 REFERÊNCIAS

ALMEIDA, L. R. Estudio de dinámica litoral y evolución de la zona sur de la Playa de Piçarras (Santa Catarina/Brasil). Universidad de Cantabria: Master Oficial en Gestión Integrada de Zonas Costeras. Santander: fev. 2013.

ARAÚJO, R. S. **Morfologia do Perfil Praial, Sedimentologia e Evolução Histórica da Linha de Costa das Praias da Enseada do Itapocorói** – Santa Catarina. 2008. Dissertação (Mestrado em Ciências e Tecnologia Ambiental) – Univali, Itajaí, jul. 2008.

BALNEÁRIO PIÇARRAS. Notícia de 18/5/2012. Disponível em: <<http://www.picarras.sc.gov.br/conteudo/?item=7398&fa=1&cd=137854>>. Acesso em: 7 mar. 2013.

SANTA CATARINA. Portal do Governo do Estado de Santa Catarina. Seção de Municípios. Disponível em: <<http://www.sc.gov.br/conteudo/municipios/framesetmunicipios.htm>>. Acesso em: 6 mar. 2013.

OLIVEIRA, J. G. **Modelagem Numérica da Resposta do Perfil Praial a Eventos Extremos em Praias de Enseada**: Estudo de Caso da Enseada do Itapocorói, SC, Brasil. Trabalho de Conclusão de Curso em Oceanografia, UFSC, Florianópolis, fev. 2013.

---

## 4.5 Estudos de Caso em andamento

### 4.5.1 ESTUDO DE CASO DO SISTEMA DE MODELAGEM COSTEIRA BRASILEIRO (SMC/BRASIL) EM PERNAMBUCO

Alex Costa da Silva  
Andréa Olinto

#### 1 CONTEXTO

O Estudo de Caso do Sistema de Modelagem Costeira Brasileiro (SMC/Brasil) em Pernambuco provém do Acordo de Cooperação Técnica, entre o MMA, a Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), a Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH) e a Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (SEMAS).

O desenvolvimento do estudo de caso SMC-Brasil em Pernambuco visa utilizar como ferramenta o SMC-Brasil, no acompanhamento de problemas de erosão, desenho de alternativas de intervenção e medidas de gestão para o seu enfrentamento, para fins de ensino e adequação da ferramenta, a ser difundido para uma rede de gestores e pesquisadores públicos atuantes na gestão costeira.

O Estado de Pernambuco, há décadas, vem sendo alvo de graves problemas enfrentados em diversos trechos do litoral, decorrentes do avanço do mar sobre a praia. Particularmente em anos recentes, o mar tem tomado alguns pontos do litoral com maior intensidade, sobre áreas densamente habitadas e urbanizadas, que poderão sofrer abalos estruturais em suas edificações, nos municípios de Jaboatão dos Guararapes, Recife, Olinda e Paulista.

Nesse estudo de caso, a área a ser abrangida corresponde à orla marítima dos municípios de Jaboatão dos Guararapes e de Recife e está inserida na zona costeira do Estado de Pernambuco, que se tem destacado pelo dinamismo econômico e demográfico associado à urbanização acelerada, sobretudo na Região Metropolitana do Recife, a qual possui a maior densidade demográfica do país, correspondendo a 913hab/km<sup>2</sup> (MARRONI; ASMUS, 2005; Finep; UFPE, 2008).

A Região Metropolitana do Recife, que envolve cinco municípios costeiros (Jaboatão dos Guararapes, Recife, Olinda, Paulista e Itamaracá), apresenta características geográficas que, por si só, já lhe conferem elevada vulnerabilidade à ação do mar, tais como: baixas altitudes médias (entre 2m e 4m – MSL); áreas planas, bordejadas por tabuleiros costeiros; volumosa drenagem superficial, com presença de diversos rios, córregos e lagoas; e pontos de alagamento permanente, em consequência do nível elevado do lençol freático.

A esses atributos, somam-se características históricas de ocupação e uso, que incluem o aterro de áreas de manguezais; a impermeabilização do solo – a qual dificulta a drenagem –; e o uso equivocado dos espaços litorâneos, que, combinado com as características meteo-oceanográficas locais culminaram num problema erosivo histórico e crescente e contribuíram para diminuir a competência das praias enquanto sistemas naturais de defesa costeira.

Sob o ponto de vista socioeconômico, na economia local existe predominantemente uma concentração de atividades industriais, portuária, de recreação e turismo, as quais, juntamente com a implantação de empreendimentos de grande porte no setor de infraestrutura e imobiliário, exercem fortes pressões sobre os recursos costeiros, o que reduz a capacidade de adaptação diante de cenários futuros de elevação do nível do mar (NEVES; MUEHE, 1995; ARAUJO *et al.*, 2009).

## 2 LOCALIZAÇÃO DA ÁREA DE ESTUDO

A área objeto de estudo está localizada na região Nordeste do Brasil, no estado de Pernambuco (figura 1), compreendida pela zona costeira do estado (figura 2), abrangendo a orla marítima dos municípios de Jaboatão dos Guararapes e de Recife (praia de Boa Viagem) (figura 3), inseridos na Região Metropolitana de Recife.

## 3 IDENTIFICAÇÃO DO PROBLEMA

A zona costeira pernambucana possui vários trechos que se encontram em desequilíbrio, apresentando erosão marinha progressiva que varia de moderada a severa, verificada em aproximadamente 1/3 das praias. Um dos

Figura 1 - Localização Geográfica



Figura 2 – Localização da área do estudo

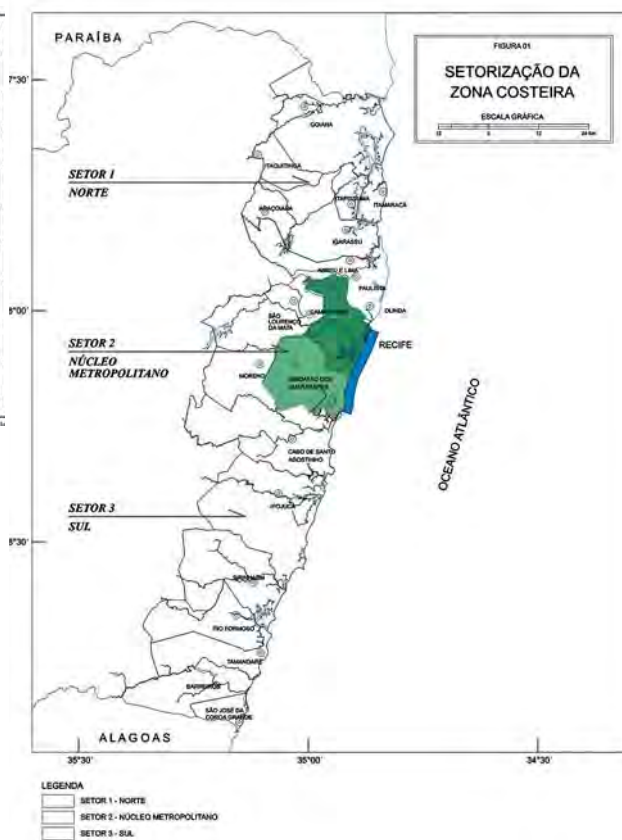


Figura 3 – Praia de Boa Viagem – Recife (a) – e Praia de Piedade – Jaboatão de Guararapes (b)



Fonte: foto de Luiz Emilio de Almeida – Projeto MAI



fatores que contribuem para esse processo é a intervenção antrópica por meio da ocupação das áreas adjacentes à praia (impermeabilização dos cordões marinhos arenosos holocênicos) e até da pós-praia, como é o caso particular da praia de Boa Viagem e do litoral de Jaboatão dos Guararapes (MANSO *et al.*, 2009). Outro fator é a instalação de estruturas rígidas e outras técnicas de contenção, construídas para solucionar um problema local, demandando da população atingida e dos gestores a adoção de medidas emergenciais e descontínuas, para conter o processo de erosão costeira.

O cenário atual apresenta um histórico de onerosas e ineficazes obras pontuais no litoral do núcleo metropolitano pernambucano, que foram executadas com base em projetos de engenharia costeira, sem os necessários estudos técnicos e científicos e que, em alguns casos, não cumpriram a função de proteger, transferiram o processo erosivo para áreas contíguas da orla, além de terem sido investidos milhões de reais do erário público.

O esforço para o enfrentamento do processo erosivo do litoral de Pernambuco vem resultando desde 2004, numa convergência de interesses dos órgãos públicos municipais, estaduais e federais que atuam na gestão costeira da orla do estado, apoiado pelo MPF, por meio da construção de projetos e desenvolvimento de estudos técnicos e científicos, no intuito de uma maior compreensão dos processos costeiros que ocorrem na região, e com vistas a subsidiar ações de proteção costeira.

No ano de 2005, deu início ao projeto, denominado MAI – Monitoramento Ambiental Integrado: Avaliação dos Processos de Erosão nos Municípios de Paulista, Olinda, Recife e Jaboatão dos Guararapes, o qual permitiu fazer um primeiro levantamento significativo de dados geológicos e oceanográficos, fundamentais para a compreensão do funcionamento dos sistemas costeiros. Apesar da grande quantidade de informações obtida por essa iniciativa, muitas questões referentes aos padrões de circulação junto à costa permaneceram em aberto.

As pesquisas do Projeto MAI foram realizadas por pesquisadores da UFPE, com o apoio de especialistas da Universidade Federal do Rio Grande do Sul (UFRGS), da Universidade do Algarve e da *Universitat Politècnica de Catalunya*. Teve como meta diagnosticar a situação atual da erosão costeira e indicar medidas emergenciais e definitivas de controle desse fenômeno natural que é complexo em qualquer lugar do mundo.

Foram desenvolvidos ainda pela UFPE, outros estudos a exemplo dos projetos: Maplac – refinamento da batimetria do MAI –; Procosta – instalação de



dois ondógrafos e Sistema Mike 21 – e PGEST – Programa para Geração de Subsídios Técnico-Científicos às Políticas Públicas de Proteção a Costa, contemplando oito projetos de pesquisas científicas na área de monitoramento, prognóstico e mitigação da erosão costeira – UFPE, financiado pela Facepe).

#### **4 A APLICABILIDADE DA FERRAMENTA SMC NO LITORAL DE PERNAMBUCO**

Diante dessa problemática, outros projetos vêm sendo desenvolvidos na região do litoral de Pernambuco, permitindo entre outros benefícios, entender e dar soluções a problemas de erosão, estudar possíveis impactos ambientais e proteger as populações assentadas em costas em risco de inundações, além de subsidiar futuras obras costeiras. Nesse sentido, podemos destacar o projeto Sistema de Modelagem Costeira (SMC-Brasil), no qual inclui ferramentas que utilizam um conjunto de metodologias e modelos numéricos, que permitem estudar os processos costeiros e quantificar as variações que o litoral sofre como consequência de eventos naturais ou de atuações humanas na costa.

Com o uso de ferramenta numérica, será possível realizar simulações numéricas em diferentes cenários e condições temporais e espaciais para as regiões de estudo, além de propor alternativas de prevenção e redução para o enfrentamento de mudanças climáticas (risco de inundações) sobre as populações litorâneas.

Para uma melhor aplicabilidade de ferramentas numéricas, é de fundamental importância o conhecimento e o monitoramento dos processos físicos oceânicos *in situ*, que alteram constantemente suas características. Sendo que os principais processos físicos oceânicos que regem a dinâmica desses ambientes costeiros são as ondas, as correntes costeiras, a elevação do nível do mar etc. Nesse sentido, para o litoral de Pernambuco, um levantamento sistemático de principais parâmetros físicos de ondas (Projeto MC-Ondas/NE), já está em desenvolvimento no litoral. Essas informações são de grande importância para uso, validação e análise dos resultados do modelo, que possibilite: caracterizar o clima de ondas nas regiões de estudos de forma precisa e confiável, aferir e calibrar os módulos do modelo SMC, para o entendimento de propagação de ondas; estudar o transporte de sedimentos na costa; estabelecer parâmetros de projeto para obras de engenharia; estudar

a interação de ondas com recifes naturais; analisar com profundidade o problema da erosão costeira no litoral de Boa Viagem e de Jaboatão dos Guararapes, dentre outras aplicações associadas a alternativas para prevenção de futuros enfrentamentos ocasionados por mudanças climáticas.

## 5 REFERÊNCIAS

ARAUJO, M.; MALLMANN, D. L. B.; LEITE, F. S.; ROLLNIC, M.; COSTA, M. B. S. F.; FAÇANHA, P.; PONTES, P. M. **Vulnerabilidade e impactos à elevação do nível do mar do Centro Metropolitano do Recife-PE**. 2009. 168 p.

Financiadora de Estudos e Projetos –FINEP/Universidade Federal de Pernambuco – UFPE. **Monitoramento Ambiental Integrado – MAI-PE**. Relatório Técnico Preliminar – v. 1 e 2. Recife: Finep, 2008. 383 p.

MANSO *et al.* Erosão e Progradação do Litoral Brasileiro/Pernambuco. MMA, 2009.

MARRONI, E. V.; ASMUS, M. L. **Gerenciamento Costeiro. Uma proposta para o fortalecimento comunitário na gestão ambiental**. 1. ed. Pelotas: União Sul-Americana de Estudos da Biodiversidade, 2005. p. 152. v. 1.

NEVES, C. F.; MUEHE, D. Potential impacts of sea-level rise on the Metropolitan Region of Recife, Brazil. **Journal of Coastal Research**, SI 14, Potential Impacts of Accelerated Sea-Level Rise on Developing Countries, p. 116-131, 1995.

## 4.5.2 SMC-BRASIL: CASO DA PRAIA DE PONTA NEGRA, NATAL / RN

Venerando Eustáquio Amaro  
Ada Cristina Scudelari  
Ana Maria Teixeira Marcelino

### 1 CONTEXTO

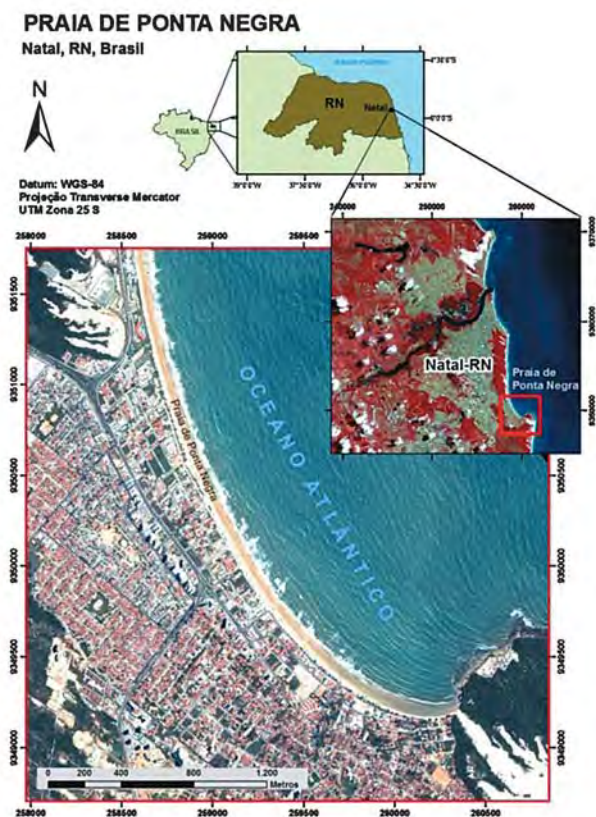
A Região Metropolitana de Natal (RMN), capital do Estado do Rio Grande do Norte, no extremo nordeste do Brasil, abrange área de 2.819,11km<sup>2</sup> (5,2% do território estadual), com população de 1.351.004 habitantes (42,6% do total da população do estado) e com taxa de crescimento de 1,85% ao ano para o período 2000-2010. O Censo 2010 (IBGE, 2010) reafirmou ainda a tendência de concentração populacional na RMN em que a capital detém cerca de 25,37% da população do RN, com maior crescimento demográfico nos municípios periféricos.

A Praia de Ponta Negra (doravante, PPN) é a principal praia urbana de Natal, com cerca de 4 km de extensão, sendo considerada uma baía em zeta (figura 1). Na extremidade sul, localiza-se a duna vegetada conhecida como Morro do Careca, importante ponto turístico da cidade.

Na orla marítima de Natal, concentram-se as principais atividades econômicas da sociedade potiguar nos dias atuais e, por esse motivo, continuamente se instalam nesse ambiente, ou se planeja a instalação, de importantes obras civis, tais como portos, terminais marítimos e marinas, além das atividades decorrentes dessas instalações e de outras atividades socioeconômicas relacionadas a essas.

A PPN, desde os anos 2000, sofre a verticalização do espaço urbano decorrente da especulação imobiliária, refletindo a expansão das atividades comerciais atreladas ao turismo, que promoveram a desfiguração das dunas vegetadas, a ocupação sem o adequado reconhecimento das características geológico-geomorfológicas da orla e, sobretudo, do quadro interativo com a dinâmica dos processos costeiros entre o sistema praia-duna. Todos esses aspectos relacionados à modificação paisagística da orla da PPN aconteceram de modo desassociado de estudos sobre a evolução costeira e seus aspectos de dinâmica natural (AMARO *et al.*, 2013).

Figura 1 – Mapa de localização da Praia de Ponta Negra na cidade de Natal/RN, Nordeste do Brasil



Desde os anos 2000, ocorre, no bairro contíguo à PPN, a verticalização do espaço urbano (figura 2), decorrente da valorização imobiliária da região, refletindo a expansão das atividades comerciais atreladas ao turismo. Essas ações promoveram a desfiguração das dunas vegetadas (figuras 2a e 2b), a ocupação sem o adequado reconhecimento das características geológico-geomorfológicas da orla, sobretudo no quadro de interação com a dinâmica dos processos costeiros entre o sistema praia-duna, como mostram as figuras 2c e 2d (SCUDELARI *et al.*, 2013). Todos esses aspectos relacionados à modificação paisagística da orla da PPN aconteceram desassociados de estudos sobre e evolução costeira e os aspectos de dinâmica natural, apesar dos sete planos diretores urbanísticos já realizados por sucessivas gestões públicas, com orientações políticas sobre o uso do espaço geográfico. Nos anos de

2011 e 2012, as marés altas, sobretudo no período de outono-inverno (de março a agosto), promoveram a destruição de infraestruturas no trecho da PPN desde o Morro do Careca até os hotéis instalados na via costeira, além de intensificarem problemas ambientais crônicos (AMARO *et al.* 2013).

**Figura 2 - Imagens da praia de Ponta Negra: (a) ocupação com casas de veraneio nos anos 60; (b) vista aérea da faixa de praia com casas de veraneio e vias de acesso, com destaque para a maior concentração de casas próximo ao morro do Careca ao fundo; (c) verticalização da orla nos anos 2000; (d) vista aérea em meados de 2010, mostrando a expansão da ocupação imobiliária sobre a faixa de dunas vegetadas, além da proximidade inadequada das instalações com o limite de praia.**



Fotos: Jaecy e outros

## 2 A APLICABILIDADE DA FERRAMENTA SMC NO LITORAL DO RIO GRANDE DO NORTE

O intuito principal com o emprego do SMC-Brasil na PPN é a possibilidade de melhor compreensão da dinâmica instalada, por meio da determinação do clima de ondas, circulação hidrodinâmica, transporte de sedimentos, evolução praial (em planta e perfil), perfis de equilíbrio etc., e assim avaliar diferentes alternativas de intervenções, que visem à solução do problema de erosão ali instalado por meio de análise quali-quantitativa.

Além disso, trata-se de uma oportunidade de aplicação do SMC-Brasil em um caso de estudo sob as condições morfodinâmicas do extremo Nordeste do Brasil, colaborando para a validação e a avaliação dessa ferramenta no país.

### 3 CONCLUSÃO

A PPN, em decorrência do significativo uso turístico, tem sofrido as consequências dos intensos processos erosivos da última década destruindo as áreas construídas em setores inadequados, efetivadas sem o estudo multitemporal das condicionantes hidrodinâmicas e que teriam a função de aferirem a ação contínua e sazonal dos processos costeiros na configuração da faixa praial. Portanto, conclui-se que os danos à infraestrutura causados pela dinâmica costeira, com destaque para as ocorrências em 2011 e 2012, são decorrentes do baixo entendimento dos aspectos físicos da dinâmica costeira na área, o que resulta na definição pelo poder público de normas de uso e ocupação do solo sem ter como base estudos sistemáticos sobre a zona costeira e sobre os processos modificadores naturais e antropogênicos em multiescalas espaciais e temporais.

No caso da PPN, a urbanização do pós-praia provocou a perda do aporte de sedimentos das dunas frontais, lançando na praia toda a água do escoamento pluvial, sem existir um monitoramento sistemático de longo prazo, apenas trabalhos e levantamentos pontuais *in situ*. Agregar essas abordagens poderia compor um arcabouço teórico adequado para fundamentar qualquer tomada de decisão nessa área litorânea. Ao longo da PPN, percebe-se o uso indevido do calçadão e das áreas de dunas frontais, em que foram instalados, pelos comerciantes locais, compartimentos e espaços de depósito na base do calçadão e nas dunas frontais, fragilizando assim a construção. Quando da amplificação do “risco” a esses empreendimentos (SCUDELARI *et al.*, 2013), foram realizadas tentativas de contenção que só pioraram a situação de erosão nas laterais da intervenção. Essas constatações revelam a fragilidade da gestão municipal em administrar a região costeira do município de Natal.

### 4 REFERÊNCIAS

AMARO, V. E.; SCHUDELARI, A. C.; NEVES, C. F.; GOMES, L. R. S. Gestão Costeira e a Relevância dos Estudos de Diagnóstico e Prognóstico



- das Modificações da Faixa Praial: Caso da Praia de Ponta Negra, Natal/RN, Nordeste do Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, 2013a. (no prelo).
- AMARO, V. E.; LIMA, F. G. F.; GOMES, L. R. S.; SCUDELARI, A. C.; NEVES, C. F.; BUSMAN, D. V. Multitemporal Analysis of Coastal Erosion Based on Multisource Orbital Images, Ponta Negra Beach, Natal City, Northeast Brazil. **The 11th International Symposium for GIS and Computer Cartography for Coastal Zone Management**, Canadá, 2013b.
- AYOADE, J. O. **Introdução a climatologia para os trópicos**. 5. ed. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil, 1998. p. 124-126.
- BUSMAN, D. V., AMARO, V. E.; CÂMARA, M. R.; VALCÁCIO, S. N.; SOUSA, J. R. Coastal protection on tropical mesotidal beach: case study of Ponta Negra beach, Natal/RN, northeast Brazil. In: 12th International Coastal Symposium, 2013, Plymouth, England, 2013. (no prelo).
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. **Mapa de clima do Brasil**. Disponível em: <<http://www.ibge.gov.br/geociencias.2002>>. Acesso em: nov. 2012.
- INSTITUTO BRASILEIRO DE GEOGRAFIA E ESTATÍSTICA – IBGE. Censo Demográfico 2010. Disponível em: <<http://www.censo2010.ibge.gov.br>>. Acesso em: set. 2012.
- KOMAR, P. D. **Beaches processes and sedimentation**. 2. ed. USA: Prentice Hall Inc., 1998.
- MENDONÇA, F.; DANNI-OLIVEIRA, I. M. **Climatologia**: noções básicas e climas do Brasil. São Paulo: Oficina de Texto, 2007.
- SCUDELARI, A. C.; SILVA, F.; NEVES, C. F.; AMARO, V. E.; SANTOS JR., O. Avaliação Preliminar da Fragilidade da Zona Costeira de Natal/RN/BR frente às Mudanças Climáticas. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, 2013. (no prelo).
- VIANELLO, R. L.; ALVES, A. R. Meteorologia básica e aplicações. Viçosa: UFV, Imprensa Universitária, 2000. 449 p.

## 4.6 Formação em Engenharia Costeira

A experiência do SMC na Espanha promoveu a formação de pessoal melhorando a gestão costeira integrada do país. Para êxito dessa experiência no Brasil, é importante desenhar para os próximos cinco anos, ações estratégicas de difusão e formação do SMC-Brasil.

O Comitê-Executivo do SMC-Brasil deverá desempenhar papel central nesse desafio e a estratégia deve adotar ações de (1) **curto prazo**, na para formação e capacitação de gestores em técnicas de proteção e gestão do litoral que facilite a tomada de decisões; e (2) **de médio e longo prazo**, na formação de mestres e doutores, para fortalecimento de grupos locais de pesquisas e a iniciativa privada, que permitam a curto e longo prazo gerar uma massa crítica que dê apoio regional para uma gestão e implantação de obras de forma adequada na costa brasileira.



# PARTE II

# Seminário

## II Seminário Internacional Brasil-Espanha: a experiência espanhola e a aplicação do SMC-Brasil no apoio à gestão da costa brasileira

Brasília, 3 de abril de 2013.

### 1. APRESENTAÇÃO

O evento **II Seminário Internacional Brasil-Espanha: a experiência espanhola e a aplicação do SMC-Brasil no apoio à gestão da costa brasileira** visa atender aos objetivos do Projeto Transferência de Metodologias e Ferramentas Numéricas de Apoio à Gestão Costeira Brasileira, no âmbito do Acordo de Cooperação Técnica Internacional entre Brasil e Espanha, coordenado no Brasil pelo MMA e pela Secretaria do Patrimônio da União/Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão. Esse projeto é baseado na transferência de metodologias e ferramentas numéricas de modelagem de terreno para o gerenciamento costeiro brasileiro, utilizando a ferramenta SMC customizada para o Brasil, com dados da costa brasileira.

O SMC-Brasil é uma importante iniciativa para instrumentalização da gestão integrada da costa brasileira, cuja ferramenta, composta pelo modelo numérico e pela base de dados, permitirá a construção de cenários sobre a dinâmica da linha de praia produzindo informações importantes para planejamento e qualificação da tomada de decisão nesse espaço.

No evento, será apresentada a experiência espanhola na gestão costeira integrada e seus casos exitosos de aplicação da ferramenta SMC, com objetivo de apoiar o processo de implantação do Projeto SMC-Brasil.

### 2 OBJETIVO GERAL

O objetivo geral do evento **II Seminário Internacional Brasil-Espanha: a experiência espanhola e a aplicação do SMC-Brasil no apoio à gestão da costa brasileira** é divulgar o Projeto SMC-Brasil, produto do acordo bilateral Brasil-Espanha para apoio à gestão costeira, e ampliar as parcerias institucionais brasileiras.

## 3 CONTEÚDO PROGRAMÁTICO

---

### MANHÃ

8h30–9h30      Abertura

#### **I PAINEL: Gestão Costeira Integrada**

9h30–10h10      A experiência espanhola em obras costeiras e atuação na costa (IHC – Prof. Dr. Raul Medina)

10h10–10h35      O monitoramento ambiental de complexo portuário no Brasil: A experiência do Porto de Santos/SP – Dra Alexandra Sofia Grota (DOCAS/SP)

10h35–11h      Intervalo

11h–11h25      Avaliação do impacto das mudanças climáticas na costa latino-americana e no litoral brasileiro (Estudo Cepal/IHC – Prof. Dr. Raul Medina)

11h30–12h30      Debates

12h30–14h      Intervalo para almoço

---

### TARDE

#### **II PAINEL: SMC-BRASIL**

14h–14h30      O Sistema de Modelagem Costeira Brasileiro SMC-Brasil (IHC – Prof. Dr. Mauricio González).

14h30–16h00      PAINEL: Estudos de caso do SMC-Brasil: a experiência em São Paulo, Santa Catarina, Pernambuco e Rio Grande do Norte

Oc. Clarissa De Luca – Tetra Tech  
Prof. Dr. Antonio Klein – UFSC  
Oc. Laura Ribas – IH Cantábria  
Prof. Dr. Alex Silva – UFPE  
Prof. Dra. Ada Scudelari – UFRN  
Dra Ana Marcelino – Idema-RN

16h00–16h30 Debate  
16h30–16h50 Intervalo

### III PAINEL: Formação e capacitação

16h50–17h50 A formação em Engenharia Costeira no Brasil:  
oportunidades e desafios (CNPQ, CAPES e PPGMAR)  
Moderação: Prof. Dra. Ada Scudelari – UFRN

17h50–18h20 Debate  
18h20–18h30 Encerramento

---

## 4 Público-alvo

- membros da Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), do Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (Gi-Gerco), da Comissão do Zoneamento Ecológico-Econômico (CCZEE) e do Comitê-Executivo do Fundo Clima;
- pesquisadores relacionados à temática costeira e portuária, em especial das áreas de oceanografia, geomorfologia e engenharias das universidades brasileiras;
- gestores e técnicos da Administração Pública federal e estadual (direta, autárquica e fundacional);
- organizações da sociedade civil.

**Local:** Auditório do Instituto Chico Mendes para a Conservação da Biodiversidade (ICMBio). EQSW 103/104, Complexo Administrativo, Setor Sudoeste, Brasília - DF

---



## REDE EXECUTIVA DO PROJETO

---

### **Leila Swerts/Márcia Oliveira**

Ministério do Meio Ambiente (MMA/SEDR)  
Secretaria de Extrativismo e Desenvolvimento Rural Sustentável (SEDR)  
Departamento de Zoneamento Territorial (DZT)  
Gerência Costeira  
Espalanada dos Ministérios, bloco B, sala 950  
70068-901 Brasília/DF – Brasil  
Tel.: (61) 2028-1160 e 2028-1161  
*E-mail:* leila.swerts@mma.gov.br e marcia.oliveira@mma.gov.br

### **Alejandro Muñoz Muñoz**

Embaixada da Espanha no Brasil  
Agência Espanhola de Cooperação Internacional  
para o Desenvolvimento (Aecid)  
SES, Av. das Nações, quadra 811, lote 44  
70429-900 Brasília/DF – Brasil  
Tel.: (61) 3443-3303 Fax: (61) 3443-3304  
*E-mail:* alejandro.munoz@aecid.org.br

### **André Luiz Galvão**

Ministério das Relações Exteriores  
Agência Brasileira de Cooperação (ABC)  
Coordenação Geral de Cooperação Técnica Recebida Bilateral (GCRB)  
Espalanada dos Ministérios, bloco H, anexo I, 8º andar  
70170-900 Brasília/ DF  
Tel.: (61) 2030-9342 – Fax: (61) 3411-6894  
*E-mail:* andre.galvao@abc.gov.br

### **Luís Tadeu Assad/André Macedo Brugger**

Instituto Ambiental Brasil Sustentável (IABS)  
SHIS, QI 5, conjunto 17, casa 20 – Lago Sul  
71615-170 Brasília/DF – Brasil  
Tel.: (61) 3364-6005  
*E-mail:* assadmar@iabs.org.br e presidenciacd@iabs.org.br

**Antonio Henrique da Fontoura Klein**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Centro de Filosofia e Ciências Humanas  
Departamento de Geociências  
Campus Universitário - Trindade,  
CEP 88040-900, Florianópolis/SC, Brasil  
Tel.: (48) 3721-2577  
*E-mail:* antonio.klein@ufsc.br

**André Luís Pereira Nunes/Jorge Arzabe**

Ministério do Planejamento Orçamento e Gestão Secretaria  
do Patrimônio da União-SPU  
Departamento de Destinação Patrimonial - DEDES  
Coordenação -Geral de Apoio ao Desenvolvimento Local-CGADL  
Esplanada dos Ministérios, bloco C, sala 256  
70046-900 Brasília/DF - Brasil  
Tel.: (61) 2020-1944/2020-1657  
*E-mail:* andré.nunes@planejamento.gov.br e jorge.arzabe@planejamento.gov.br

**Júlio Baena**

Ministério do Meio Ambiente (MMA)  
Secretaria Executiva (SECEX)  
Assessoria Internacional (Asin)  
Esplanada dos Ministérios, bloco B, sala 535  
70068-901 Brasília/DF - Brasil  
Tel.: (61) 20281237  
*E-mail:* julio.baena@mma.gov.br

**Maurício González**

Universidade da Cantábria  
Instituto de Hidráulica Ambiental (IH Cantabria)  
Grupo de Engenharia e Gestão de Costas  
Calle Isabel Torres, nº 15 -  
Parque Científico y Tecnológico de Cantabria  
39011 Santander - España  
Tel.: +(34) 942201616 (ext. 1303) - Fax: +(34) 942266361  
*E-mail:* gonzalere@unican.es

**Moyses Tessler**

Universidade de São Paulo (USP)

Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

Praça do Oceanográfico, nº 191 – Cidade Universitária – Butantã

05508-200 São Paulo/SP

Tel.: (11) 30916627

*E-mail:* mgtessle@gmail.com e mgtessle@usp.br

---

## REDE EXECUTIVA SUBPROJETO ESTUDOS DE CASO SMC-BRASIL

---

### MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE

#### **Leila Swerts**

Ministério do Meio Ambiente (MMA/SEDR)  
Departamento de Zoneamento Territorial (DZT)  
Gerencia Costeira e Marinha (GCM)  
Esplanada dos Ministérios, bloco B, sala 950  
70068-901 Brasília/DF – Brasil  
Tel.: (61) 2028-1161 – Fax: 61 20281137  
*Email:* leila.swerts@mma.gov.br

#### **Márcia Oliveira**

Ministério do Meio Ambiente (MMA/SEDR)  
Departamento de Zoneamento Territorial (DZT)  
Gerência Costeira e Marinha (GCM)  
Esplanada dos Ministérios, bloco B, sala 950  
70068-901 Brasília/DF – Brasil  
Tel.: (61) 2028-1160 e (61) 2028-1364  
*E-mail:* marcia.oliveira@mma.gov.br

---

### SANTA CATARINA

---

### SUPERINTENDÊNCIA DO PATRIMÔNIO DA UNIÃO NO ESTADO DE SANTA CATARINA (SPU/SC)

#### **Superintendente: Isolde Spíndola**

Praça XV de Novembro 336 - Centro  
Florianópolis-SC - CEP 88.010-400  
*E-mail:* spusc@planejamento.gov.br  
Tel: 55 (48) 3224-5399 - Fax: 55 (48) 3224-5399

## UNIVERSIDADE FEDERAL DE SANTA CATARINA

### **Prof. Dr. Antonio Henrique da Fontoura Klein (Coord. Técnico-Científico)**

Universidade Federal de Santa Catarina  
Superintendência do Patrimônio da União no Estado de Santa Catarina (SP/SC)  
Centro de Filosofia e Ciências Humanas  
Departamento de Geociências  
Campus Universitário – Trindade  
88040-900 Florianópolis/SC – Brasil  
Tel.: (48) 3721-2577 (sala Klein), (48) 3721-9286 (secretaria do dep.),  
(47) 3341-7718 Fax: (48) 37219983  
*E-mail:* klein@cfh.ufsc.br e klein@gmail.com

Equipe:

### **BSc Oc. Priscila Hoerbe Soares**

*E-mail:* prihoerbe@gmail.com

### **BSc Oc. Paula Silva Gomes**

*E-mail:* silvapgomes@gmail.com

### **BSc Oc. Jonas Oliveira**

*E-mail:* jonasgml@gmail.com

### **BSc Oc. Caio Trajano Salgado**

*E-mail:* caiosalgado0@gmail.com

### **BSc Oc. Charline Dalinghaus**

*E-mail:* oc.charline@gmail.com

### **MSc. Clarissa Brelinger De Luca**

*E-mail:* clarissabdeluca@gmail.com

### **BSc Oc. Maiara Werner Pinto**

*E-mail:* maiarawp@gmail.com

### **BSc Oc. Julia Gil dos Santos**

*E-mail:* jugilsantos@gmail.com

---

## PERNAMBUCO

---

### **SUPERINTENDÊNCIA DO PATRIMÔNIO DA UNIÃO NO ESTADO DE PERNAMBUCO – SPU/PE**

#### **Superintendente: Paulo Roberto Ferrari Lucas Alves**

Av. Antonio Góes, nº 820 - Ed. Sede DNIT 3º andar, Bairro Pina  
REcife-PE - CEP: 51.010-000

*E-mail:* spupei@planejamento.gov.br

Tel: 55 (81) 3327-1408 - Fax: 55 (81) 3327-1408

### **SECRETARIA DE MEIO AMBIENTE E SUSTENTABILIDADE DE PERNAMBUCO (SEMAS)**

#### **Andrea Olinto (ponto focal)**

Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Semas)  
Coordenação Estadual do Programa de Gerenciamento Costeiro de  
Pernambuco

Tel.: (81) 3183-5520

*E-mail:* andreaolinto@semas.pe.gov.br e andreaolinto@gmail.com

#### **Eliane Regueira Basto**

Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Semas)  
Programa de Gerenciamento Costeiro de Pernambuco

Tel. (81)3183-5520

*E-mail:* elianebasto@semas.pe.gov.br e basto.eliane@gmail.com

#### **Hélvio Polito Lopes Filho**

Secretário-Executivo

Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Semas)

Tel.: (81)3183-5513

*E-mail:* helviopolito@gmail.com



**Felippe Luís Maciel**

Agência Estadual de Meio Ambiente (CPRH)  
Unidade de Gestão Costeira (UGC)  
Tel.: (81) 3182- 8861 e (81) 3182- 8863  
*E-mail:* felippemaciel@yahoo.com.br

**Lindinalva Pinheiro Girão**

Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade (Semas)  
Programa de Gerenciamento Costeiro de Pernambuco  
Tel.: (81) 3183-5520  
*E-mail:* linip@semas.pe.gov.br e linigp@gmail.com

**UNIVERSIDADE FEDERAL DE PERNAMBUCO****Prof. Dr. Alex Costa da Silva (ponto focal)**

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Centro de Tecnologia  
Departamento de Oceanografia  
Laboratório de Oceanografia Física  
Av. Arquitetura, s/nº –  
Cidade Universitária  
50740-550 Recife/PE  
Tel.: (81) 2126-8225  
*E-mail:* alex.csilva@ufpe.br e acostasil@yahoo.com.br

Equipe:

**Prof. Dr. Moacyr Cunha de Araujo Filho**

Professor Associado  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Centro de Tecnologia e Geociências  
Departamento de Oceanografia  
Tel.: (81) 2126-7224  
*E-mail:* moa@ufpe.br

**Prof. Dr. Pedro de Souza Pereira**

Professor Adjunto  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Centro de Tecnologia e Geociências  
Departamento de Oceanografia  
Tel.: (81) 2126-7225  
*E-mail:* psppraia@gmail.com

**Prof. Dr. Roberto Lima Barcellos**

Professor Adjunto  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Centro de Tecnologia e Geociências  
Departamento de Oceanografia  
Tel.: (81) 2126-7225  
*E-mail:* roberto.barcellos@ufpe.br

**Prof. Dr. Valdir do Amaral Vaz Manso**

Professor Adjunto  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Geologia  
Tel.: (81) 3271-8245  
*E-mail:* vazmanso@uol.com.br

**Prof. Dra. Tereza Cristina Medeiros de Araújo**

Professora Associada  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Centro de Tecnologia e Geociências  
Departamento de Oceanografia  
Tel.: (81) 2126-7225  
*E-mail:* tcma@ufpe.br

**MSc. Patricia Façanha**

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia  
Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)  
Centro de Tecnologia e Geociências  
Departamento de Oceanografia  
Tel.: (81) 21267224  
*E-mail:* patriciafacanha@gmail.com

**MSc. Danile Mallmann**

Doutoranda do Programa de Pós-Graduação em Oceanografia  
Técnico em Educação do Departamento de Oceanografia  
(DOCEAN/CTG/UFPE)

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Oceanografia

Tel.: (81) 2126-8225

*E-mail:* danielmallmann@gmail.com

**MSc. Miguel Sebastião Maia Chaves Arrais**

Técnico em Educação do Departamento de Geologia (DOCEAN/CTG/UFPE)

Universidade Federal de Pernambuco (UFPE)

Centro de Tecnologia e Geociências, Departamento de Geologia

Tel.: (81) 3271-8245

---

**RIO GRANDE DO NORTE**

---

**SUPERINTENDÊNCIA DO PATRIMÔNIO DA UNIÃO NO  
ESTADO DO RIO GRANDE DO NORTE – SPU/RN**

**Superintendente: Yeda Cunha de Medeiros Pereira**

Rua Potengi, nº 529 - Petrópolis

Natal-RN - CEP: 59.020-030

*E-mail:* spurn@planejamento.gov.br

Tel: 55 (84) 3220-3500/3504/3501 - Fax: 55 (84) 3220-3502

**Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente – IDEMA**

**MSc. Ana Maria Teixeira Marcelino (Ponto Focal)**

Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA)

Av. Nascimento de Castro, nº 2.127 – Lagoa Nova 59056-450 Natal/RN

Tel.: (84) 3232-1985

*E-mail:* anamarcelino@rn.gov.br e anamtmarcelino@gmail.com

**MSc. Sérgio Luiz Macêdo**

Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA)  
Av. Nascimento de Castro, nº 2.127 – Lagoa Nova  
59056-450 Natal/RN  
Tel.: (84) 3232-1976, (84) 8137-2244 (institucional)  
*E-mail:* sergiomacedoidema@gmail.com

**Maria do Carmo Clemente**

Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA)  
Av. Nascimento de Castro, nº 2.127 – Lagoa Nova  
59056-450 Natal/RN  
Tel.: (84) 3231-1987  
*E-mail:* docarmo@rn.gov.br

**MSc. Joaquim Elias Lucena de Freitas**

Instituto de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (IDEMA)  
Av. Nascimento de Castro, nº 2.127 – Lagoa Nova  
59056-450 Natal/RN  
Tel.: (84) 3232-7317, (84) 3232-1983  
*E-mail:* joaquimeliaslucenadefreitas@gmail.com

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO NORTE**

**Prof. Dr. Venerando E. Amaro (Ponto Focal)**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
Centro de Ciências Exatas e da Terra (CCET)  
Departamento de Geologia  
Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica  
Laboratório de Geoprocessamento (GEOPRO)  
Cidade Universitária – Lagoa Nova –  
Caixa postal 1639  
59072-700 Natal/RN  
Tel.: (84) 3215-3212  
*E-mail:* amaro@geologia.ufrn.br e venerandoamaro@gmail.com

Equipe:

**Prof. Dra. Helenice Vital**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
Centro de Ciências Exatas e da Terra (CCET)  
Departamento de Geologia  
Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica (PPGG)  
Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental  
(GGEMMA)  
Campus Universitário – Lagoa Nova – Caixa postal 1596  
59072-970 Natal/RN  
Tel.: (84) 3215-3808 (ramal 2013) e (84) 3215-3916  
*E-mail:* helenice@geologia.ufrn.br e helenice@geologia.ufrn.br

**Prof. Dra. Ada Scudelari**

Programa de Pós-graduação em Engenharia Civil (PEC/UFRN)  
Laboratório de Recursos Hídricos e Saneamento Ambiental  
Cidade Universitária – Lagoa Nova – Natal/RN  
Tel.: (84) 3215- 3775 (ramal 202)  
*E-mail:* ada@ct.ufrn.br; adaufrn@hotmail.com

**Prof. Dra. Zuleide Maria Carvalho Lima**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
Centro de Ciências Humanas Letras e Artes (CCHLA)  
Departamento de Geografia  
Programa de Pós-graduação em Geografia  
Laboratório de Pesquisa em Geografia Física  
Cidade Universitária – Lagoa Nova – Natal/RN  
Tel.: (84) 3215-3571 (ramal 2509)  
*E-mail:* zuleide@ufrnet.br

**Prof. Dr. Werner Farkatt Tabosa**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)  
Centro de Ciências Exatas e da Terra (CCET)  
Departamento de Geologia (DG)  
Programa de Pós-graduação em Geodinâmica e Geofísica (PPGG)  
Laboratório de Geologia e Geofísica Marinha e Monitoramento Ambiental

(GGEMMA)

Cidade Universitária – Lagoa Nova – Natal/RN

Caixa postal 1596

59072-970 Natal/RN

Tel.: (84) 3215-3807 (ramal 237)

*E-mail:* farkatt@yahoo.com e werner@geologia.ufrn.br

**Prof. Dr. Felipe Pimenta**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Centro Ciências Exatas e da Terra

Departamento de Geofísica

Programa de Pós-graduação em Ciências Climáticas

Laboratório de Geofísica Aplicada

Cidade Universitária – Lagoa Nova – Natal/RN

Tel.: (84) 3342-2249

*E-mail:* felipepimenta@gmail.com

**Prof. Dr. Ermínio Fernandes**

Universidade Federal do Rio Grande do Norte (UFRN)

Centro de Ciências Humanas Letras e Artes (CCHLA)

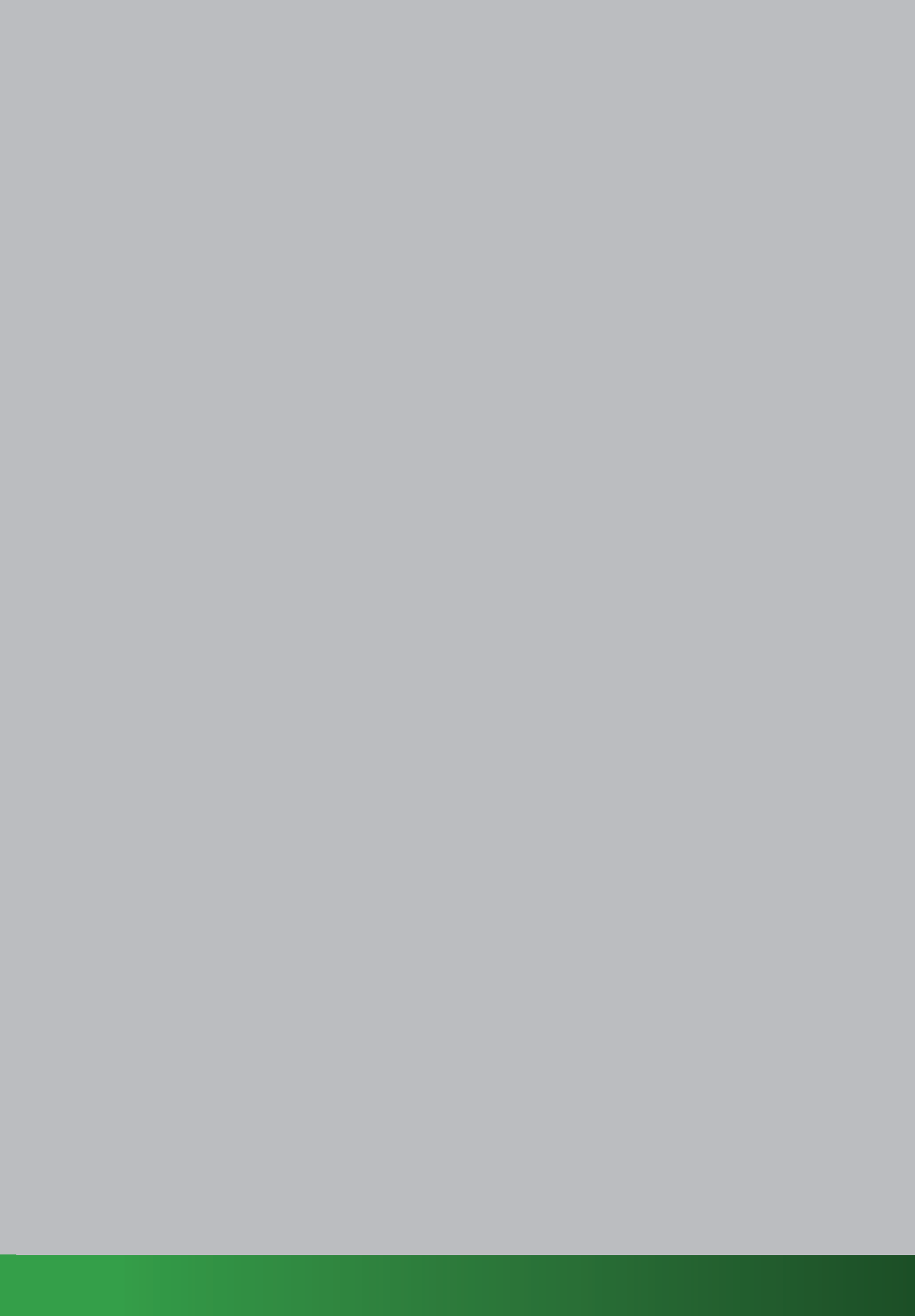
Departamento de Geografia

Programa de Pós-graduação em Geografia

Laboratório de Pesquisa em Geografia Física

Tel. (84)3215-3571-R-2503

*E-mail:* erminio.fernandes@ufrnet.br









## Apoio



## Execução



## Coordenação



Secretaria de  
Extrativismo e Desenvolvimento  
Rural Sustentável



Ministério do  
Meio Ambiente

Ministério do  
Planejamento

