



**procosta**

PROGRAMA NACIONAL PARA CONSERVAÇÃO DA LINHA DE COSTA

**República Federativa do Brasil**

Michel Temer

**Presidente**

**Ministério do Meio Ambiente**

José Sarney Filho

**Ministro**

**Secretaria Executiva**

Edson Gonçalves Duarte

**Secretário Executivo**

**Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental**

Jair Vieira Tannús Júnior

**Secretário**

**Departamento de Gestão Ambiental Territorial**

Raimundo Nonato Castelo Cordeiro Filho

**Diretor**

**Coordenação-Geral de Gerenciamento Costeiro**

Régis Pinto de Lima

**Coordenador Geral**

**Ministério do Meio Ambiente**  
**Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental**  
**Departamento de Gestão Ambiental Territorial**

**procosta**

PROGRAMA NACIONAL PARA CONSERVAÇÃO DA LINHA DE COSTA

**Brasília**  
**MMA**  
**2018**

© 2018 Ministério do Meio Ambiente – MMA

Permitida a reprodução sem fins lucrativos, parcial ou total, por qualquer meio, se citados a fonte do Ministério do Meio Ambiente ou sítio da Internet no qual pode ser encontrado o original em: <http://www.mma.gov.br/publicacoes-mma>

ISBN: 978-85-7738-101-2

Tiragem desta edição: 200 exemplares

Impresso no Brasil

## **Equipe de elaboração do Projeto Coordenação-Geral de Gerenciamento Costeiro**

Régis Pinto de Lima

Angelita de Sousa Coelho

Salomar Mafaldo de Amorim

Diego Pereira de Oliveira

## **Revisão**

Antonio Henrique da Fontoura Klein (UFSC)

Roberto Teixeira Luz e Salomão Soares (IBGE)

João Luis Nicolodi (FURG)

## **Projeto gráfico e diagramação**

Gráfica Movimento

---

Dados Internacionais para Catalogação na Publicação - CIP

B823p Brasil. Ministério do Meio Ambiente.

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

Modo de acesso: World Wide Web: <<http://www.mma.gov.br/publicacoes/gestao-territorial/category/198-gestao-costeira-procosta>>

ISBN: 978-85-7738-362-7 (*on-line*)

1.Programa Nacional para Conservação da Linha de Costa - criação. 2.Gestão e conservação. 3.Zona costeira. 4.Serviços ambientais. 5.Mudança climática - Efeitos. I.Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental. II.Departamento de Gestão Ambiental Territorial. III.Título.

CDU: 502.51(210.5)(083.97)

# SUMÁRIO

APRESENTAÇÃO .....	6
PREFÁCIO .....	8
1. INTRODUÇÃO.....	11
2. O PROBLEMA.....	13
3. A PROPOSTA .....	20
4. ESTRUTURA DO PROGRAMA.....	22
4.1. PROJETO ALT-BAT (PROJETO 1).....	22
4.2. PROJETO PROJEÇÃO DE LINHAS DE COSTA FUTURAS E IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS (PROJETO 2).....	25
4.3. PROJETO RISCOS COSTEIROS E ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO (PROJETO 3).....	26
4.4. PROJETO MONITORAMENTO E GESTÃO PARA A CONSERVAÇÃO DA LINHA DE COSTA (PROJETO 4).....	30
4.5. SÍNTESE .....	32
5. PROPONENTE.....	34

## APRESENTAÇÃO

Em 2018, celebramos os 30 anos de edição da Lei nº 7.661, que estabeleceu o gerenciamento costeiro no País. É tempo, portanto, de fazer uma reflexão sobre o quanto avançamos nesse período e o que precisamos fazer para prosseguir na proteção aos ecossistemas costeiros, face às incertezas que a mudança do clima nos reserva.

O Brasil possui uma das mais extensas zonas costeiras do mundo, com mais de 8.500 km de extensão, onde vivem 26,6% da população, e que abriga 17 estados da Federação. Do ponto de vista ambiental, representa o espaço geográfico de interação entre mar e terra, incluindo seus recursos renováveis e não renováveis.

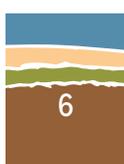
Para esse espaço, que apresenta formações físico-bióticas extremamente diversificadas, convergem também vetores de pressão e fluxos econômicos de toda ordem, compondo um amplo e complexo mosaico de modos de ocupação humana, de uso do solo e dos recursos naturais, e de exploração econômica. Essa realidade faz com que a ocupação ordenada represente um dos grandes desafios para a gestão ambiental do País.

Ademais, os ecossistemas costeiros se apresentam como dos mais ameaçados pelos potenciais impactos da mudança do clima. Tanto que, em 2016, ao ser publicado o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima, a zona costeira foi inserida com especial importância dentre seus objetivos e metas, reconhecendo-se a necessidade de promover estudos e estratégias para enfrentamento da elevação do nível médio do mar e a ocorrência de eventos extremos.

Levando em consideração as previsões dos relatórios do Painel Intergovernamental sobre mudança do clima e do Painel Brasileiro de mudança do clima, precisamos analisar a vulnerabilidade dos sistemas naturais, observando os componentes ambiental, social e econômico, e delinear a gestão do risco, avaliando as oportunidades de adaptação e mitigação, para que sejam maximizadas, e as potenciais perdas, para que sejam minimizadas.

O Ministério do Meio Ambiente construiu, com essa finalidade, em colaboração com vários parceiros institucionais e a comunidade científica, o Programa Nacional para a Conservação da Linha de Costa, o Procosta. Vamos aprofundar, assim, o conhecimento científico, aprimorar a rede de coletas de dados, e enxergar os ecossistemas costeiros, com sua função de proteção natural da costa, como ativos para adaptação às mudanças já em curso. Com isso, será possível um planejamento consistente e adequado.

**José Sarney Filho - Ministro do Meio Ambiente**



Em 2016, a Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental (SRHQ) trouxe o Gerenciamento Costeiro para fazer parte da sua pasta, pois já vislumbrava a importância da zona costeira também para a gestão de bacias hidrográficas, resíduos sólidos e poluição. Foi nesta visão de Gerenciamento Costeiro integrado que trabalhamos incessantemente para apresentarmos, como Delegação Brasileira na ONU, três Compromissos Voluntários na Conferência dos Oceanos em junho passado: uma Estratégia Nacional para Combate ao Lixo no Mar, o Planejamento Espacial Marinho e o Procosta. Tenho certeza que o Procosta vai se tornar um dos mais importantes Programas do Estado Brasileiro no enfrentamento às mudanças do clima. Entender e planejar a zona costeira em cenários futuros é a base também para a gestão de nossos rios, tanto para as possibilidades de salinização como na detecção de inundações. Em ambos os casos, o Procosta pode ser uma importante estratégia e ferramenta para evitar os prejuízos e danos aos ecossistemas costeiros, agricultura, infraestruturas costeiras, fornecimento de água potável como também aos riscos que estão sujeitas as cidades e suas populações ribeirinhas.

### **Jair Vieira Tannús Jr. - Secretário da SRHQ**

Dentro da perspectiva de valorizar o Gerenciamento Costeiro, o Departamento de Zoneamento Territorial (DZT) teve que se adequar às necessidades atuais da sociedade brasileira. Ao se tornar o Departamento de Gestão Ambiental Territorial (DGAT), incorporou no seu objetivo principal o gerenciamento territorial além do zoneamento do território. O DGAT trata dos assuntos de gestão territorial e das áreas urbanas, em um cenário onde a maior parte das cidades brasileiras encontra-se em zonas costeiras. Desta forma, o DGAT hoje tem que ser entendido como o nicho institucional do Ministério do Meio Ambiente que atende à gestão ambiental territorial continental-costeiro-marinho. O Procosta é a expressão mais clara desta mudança no MMA, ao entender que a gestão ambiental territorial deve levar em conta as mudanças do clima e ao seu enfrentamento qualificado, buscando a minimização de riscos sociais, econômicos e ambientais.

### **Raimundo Nonato Castelo Cordeiro Filho - Diretor do DGAT**



Passadas três décadas do início formal do Gerenciamento Costeiro no Brasil, ao avaliarmos os instrumentos previstos nos dois marcos legais existentes, a Lei nº 7.661/88 e o Decreto 5.300/04, observamos que esses ou não foram desenvolvidos ou têm baixos índices de utilização pelos usuários potenciais, sejam gestores, pesquisadores ou estudantes. Podemos citar como exemplo os Macrodiagnósticos da Zona Costeira (MMA, 1996 e 2008), que, em formato de Atlas, não inseriram importantes setores usuários da zona costeira, os Zoneamentos Econômicos-Ecológicos Costeiros (ZEEC) estaduais, os Planos Estaduais e Municipais de Gerenciamento Costeiro e os Planos de Gestão Integrada do Projeto Orla (MP/SPU), que foram concluídos por uma pequena parcela dos 17 estados e mais de 400 municípios costeiros.

Na atualidade, dentre os principais perigos e riscos que a zona costeira, e conseqüentemente, sua urbanização, tem enfrentado estão os processos de erosão e inundação do litoral, intimamente ligados a fatores como intensidades e frequência de eventos extremos, aumento relativo do nível do mar e diminuição do aporte sedimentar. Nas últimas décadas, os desastres naturais têm sido uma realidade constante das populações costeiras e ribeirinhas no Brasil. Estudos comprovam que, a partir da década de 2000, os desastres naturais dobraram em relação a década de 1990<sup>1</sup>.

Ao buscar dar ao problema sua devida importância, e reconhecendo o protagonismo exigido da Coordenação-Geral de Gerenciamento Costeiro, se estabeleceram as bases necessárias para surgimento do *Programa Nacional de Conservação da Linha de Costa (Procosta)*. Com a experiência adquirida em iniciativas já em curso no Ministério do Meio Ambiente (MMA), como a capacitação no Sistema de Modelagem Costeira (SMC Brasil), fruto de cooperação técnica com o Instituto Hidráulico da Cantábria/Espanha; a compatibilização das componentes verticais de altimetria e batimetria, tema pertinente ao Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE) e à Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR/CICVTM), e a inserção de objetivos relacionados à Zona Costeira no Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima para a zona costeira, tem-se o cenário favorável à criação do Procosta.

Assim, o Procosta visa, pioneira e fundamentalmente, criar um Programa permanente de planejamento e gestão da zona costeira com caráter territorial. O primeiro passo dentro do Procosta (Projeto ALT-BAT) fornecerá a base metodológica para delimitarmos uma linha de costa geofísica de referência, que por si só seria um sucesso do ponto de vista científico, tecnológico e jurídico.

A projeção da linha de costa com acurácia para cenários temporais de até 100 anos possibilitará uma ferramenta de planejamento espacial/territorial costeiro que nunca antes foi disponibilizada para a gestão costeira no país. A esses cenários, adiciona-se o conceito de perigos na zona costeira como fenômenos potencialmente prejudiciais, tais como tempestades, ciclones, tornados, enchentes, marés meteorológicas e até o recuo acentuado do nível do mar.

<sup>1</sup> CEPED/UFSC. 2012. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais - 1991 a 2012.



É fácil deduzir como este tipo de informação é estratégica do ponto de vista ambiental, mas também para a defesa do território nacional, em especial para a Defesa Civil, e, obviamente, para setores econômicos. A possibilidade de previamente calcularmos os riscos sociais, econômicos e ambientais que a zona costeira, sua população e urbanização estarão sujeitas em cenários de até um século poderá ser estimada em valores financeiros e de vidas humanas.

Também devemos pensar no que fazer com tantas demandas de municípios costeiros com problemas seríssimos de perda de território e de urbanização, muitas vezes de pontos turísticos e econômicos. A elaboração de guias e orientações para estes municípios e para os Órgãos Federais que liberam verbas para obras de reconstrução ou proteção costeira deve ser priorizada.

Por sua vez, o MMA, o Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (ICMBio) e os Órgãos ambientais estaduais e municipais, assim como a sociedade civil, poderão incrementar, com estudos sólidos, uma discussão sobre a necessidade de conservação dos ecossistemas costeiros como dunas, restingas, manguezais, recifes de coral e marismas que naturalmente possuem uma função de adaptação às mudança do clima com seus serviços ambientais de proteção territorial.

O Procosta é fruto do entendimento do MMA da necessidade imediata de fornecer respostas à sociedade para um problema real, cada vez mais frequente e cujos efeitos deletérios são vistos diariamente na mídia brasileira e ao redor do mundo. O Brasil precisa acordar para os efeitos sociais, econômicos e ambientais das mudança do clima, cuja solução é uma grande coalizão entre outros ministérios, estados, municípios, com o suporte indispensável da academia e da sociedade civil. O Procosta é uma estratégia nacional para este enfrentamento.

### **Régis Pinto de Lima - Coordenador Geral da CGERCO**

**Angelita Coelho**  
Analista Ambiental

**Diego Pereira de Oliveira**  
Analista de Infraestrutura

**Salomar Mafaldo Jr.**  
Analista Ambiental



# 1. INTRODUÇÃO

O presente documento tem por objetivo propor a criação do *Programa Nacional para Conservação da Linha de Costa* (doravante Procosta) no âmbito do Ministério do Meio Ambiente (MMA). O Procosta visa estabelecer no Brasil um programa de monitoramento, gestão e conservação da atual linha de costa e da Zona Costeira (ZC), tendo em vista as pressões antrópicas e naturais, incidentes sobre a área e a necessidade de planejamento de longo prazo, que envolverá vários atores de governo, setor econômico e da sociedade, na busca por mitigação e adaptação, minimizando os danos e preservando as características e serviços ambientais prestados por essa região litorânea frente à mudança do clima.

Considera-se que uma das melhores ferramentas para o desenvolvimento de um planejamento estratégico para enfrentamento dos efeitos da mudança do clima é a elaboração de estudos que envolvam análises de risco, vulnerabilidades<sup>2</sup> e impactos associados a cenários atuais e futuros, além de projeções de eventos extremos<sup>3</sup>. Para o Brasil, em um planejamento territorial para a conservação da linha de costa, devem ser investigados alguns possíveis cenários de ocorrência de danos e seus respectivos métodos de enfrentamento, em intervalos temporais crescentes, e.g., 5, 10, 25, 50 e 100 anos, levando em consideração as previsões estabelecidas nos relatórios do Painel Intergovernamental sobre mudança do clima (IPCC) e Painel Brasileiro de mudança do clima (PBMC). Deve ser analisada a vulnerabilidade dos sistemas naturais, considerando os componentes ambiental, social e econômico, e delineada a gestão do risco, considerando as medidas de adaptação e mitigação, de forma que as oportunidades de enfrentamento sejam maximizadas e as potenciais perdas sejam minimizadas.

Entretanto, para ser possível o estabelecimento de cenários futuros, é necessária a utilização de metodologias de modelagem numérica costeira que, por sua vez, requerem, para validação, uma variada gama de dados físicos referentes à costa brasileira e ao comportamento dos oceanos. Somente com esses dados e modelos estruturados será factível a construção de uma nova visão de conservação ecossistêmica da ZC, área que abriga 18, das 42 Regiões Metropolitanas brasileiras, e onde estão concentrados inúmeros empreendimentos econômicos (responsáveis por 30% do PIB nacional).

Atualmente, a maioria das medidas adotadas para preservar as infraestruturas e atividades humanas diante de perigos naturais<sup>4</sup> são, na verdade, respostas visando à resistência a eventos

2 Vulnerabilidade: o estado das comunidades costeiras (incluindo sua estrutura social, ativos físicos, economia e suporte ambiental) que fazem com que as mesmas sejam mais ou menos afetadas por perigos costeiros, ou seja, a predisposição de uma área a ser afetada ou sofrer danos oriundos de um evento externo (Definição estabelecida por *Intergovernmental Oceanographic Commission. 2009. Hazard Awareness and Risk Mitigation in Integrated Coastal Management*).

3 PBMC. 2016. Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudança do clima: Relatório Especial do Painel Brasileiro de mudança do clima.

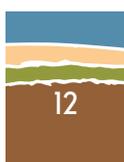
4 Perigo: fenômeno ou processo potencialmente prejudicial. Já perigos naturais são fenômenos naturais os quais podem resultar em danos materiais e humanos, paralisação das atividades sociais e econômicas e degradação ambiental (definição retirada de Antonio H. F. Klein (ed.). 2016. Metodologia para quantificação de perigos costeiros e projeção de linhas de costa futuras como subsídio para estudo de adaptação das zonas costeiras.: Litoral norte da Ilha de Santa Catarina e entorno.)



extremos. Estas medidas conservadoras e de proteção em curto prazo são prejudiciais ao meio ambiente e à sociedade, pois envolvem um custo econômico elevado, além de apresentarem alto risco de falhas futuras. Para elevar a efetividade das ações de adaptação deve-se pensar em longo prazo, buscando a mudança de atividades para a adequação ao ambiente em transformação, projetos de construções inovadoras, realocação de infraestrutura e/ou pessoas e novos usos do espaço físico<sup>5</sup>.

---

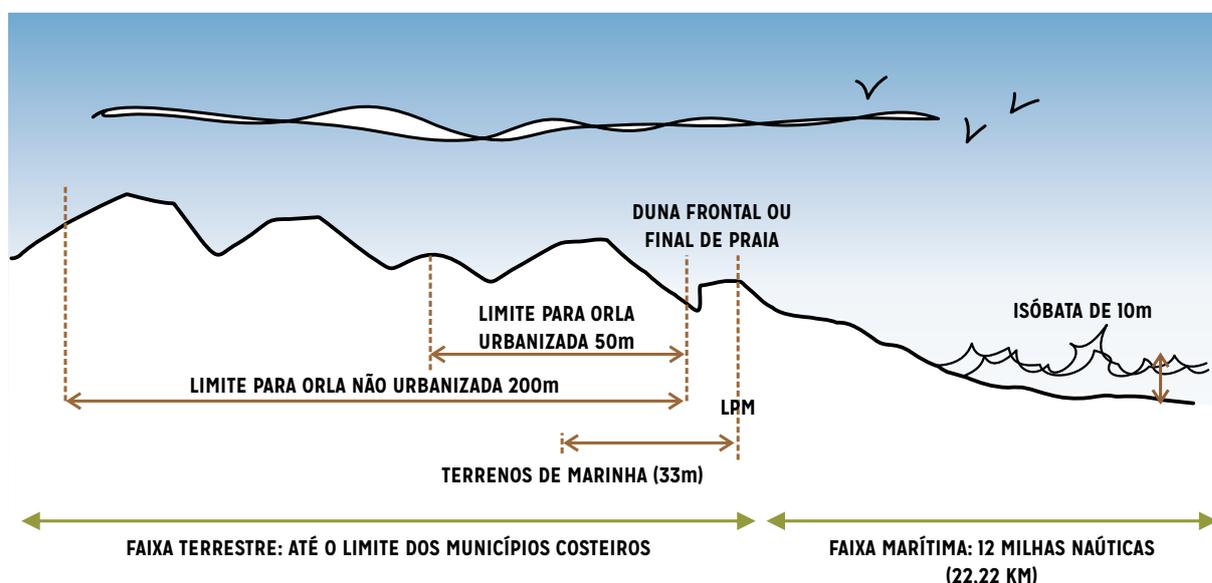
5 Antonio H. F. Klein. Op. Cit.



## 2. O PROBLEMA

O Brasil possui uma das mais extensas ZC do mundo, com mais de 8.500 km de costa. Nessa área vivem cerca de 26,6% da população brasileira<sup>6</sup>. Assim, o uso e ocupação ordenada da ZC representa um dos maiores desafios para a gestão ambiental do País, pois somada à grande extensão do litoral e das formações fisicobióticas extremamente diversificadas, convergem também para esse espaço os principais vetores de pressão e fluxos econômicos de toda ordem, compondo um amplo e complexo mosaico de tipologias e padrões de ocupação humana, de uso do solo, dos recursos naturais e de exploração econômica.

A ZC é o espaço geográfico de interação do ar, mar e terra, incluindo seus recursos renováveis e não renováveis. Compõe-se de uma faixa marítima, que abrange 12 milhas náuticas do mar territorial (cerca de 22 km), e uma faixa terrestre, composta pelos municípios costeiros, ou seja, os municípios que sofrem influência direta dos fenômenos ocorrentes na ZC<sup>7</sup> (Fig.1). No Brasil, a ZC compreende 17 estados da federação e abriga 13, das 27, capitais brasileiras (Fig. 2).



**Figura 1.** Delimitação da Zona Costeira brasileira (setas verdes), de acordo como Decreto nº 5.300/2004, e da orla marítima (setas marrons), de acordo com o Projeto Orla (Adaptado de MMA/SPU. 2002. Projeto Orla: fundamentos para gestão integrada).

6 IBGE. 2011. Atlas geográfico das zonas costeiras e oceânicas do Brasil.

7 A delimitação dos municípios costeiros foi feita através do Decreto nº 5.300/04.



**Figura 2.** Estados e capitais localizados na Zona Costeira Brasileira.

A ZC é composta por uma variedade de ecossistemas particularmente sensíveis e frágeis, que abrigam enorme biodiversidade. Sofre influência tanto da área continental, com o transporte de sedimentos pelas bacias hidrográficas, quanto da área marítima, com a influência das ondas, marés e ventos. Por outro lado, a ZC fornece um conjunto de serviços ambientais<sup>8</sup>, fundamentais para a manutenção da qualidade de vida humana, que estão diretamente relacionados ao equilíbrio ambiental dos ecossistemas e que devem ser preservados (Tab.1).

**Tabela 1.** Tipos de serviços ambientais e os benefícios associados.

Tipo de serviço	Benefícios proporcionados
Serviços de provisão	São aqueles relacionados com a capacidade dos ecossistemas em prover bens, sejam eles alimentos (frutos, raízes, pescado, caça, mel etc); matéria-prima para a geração de energia (lenha, carvão, resíduos, óleos); fibras (madeiras, cordas, têxteis); fitofármacos; recursos genéticos e bioquímicos; plantas ornamentais e água.

8 Serviços ambientais ou ecossistêmicos: benefícios que as pessoas obtêm da natureza, direta ou indiretamente, e que são indispensáveis à sua sobrevivência, estando associados à qualidade de vida e bem-estar da sociedade.

Tipo de serviço	Benefícios proporcionados
Serviços reguladores	São os benefícios obtidos a partir de processos naturais que regulam as condições ambientais que sustentam a vida humana, como a purificação do ar, regulação do clima, purificação e regulação dos ciclos das águas, controle de enchentes e de erosão, tratamento de resíduos, desintoxicação e controle de pragas e doenças.
Serviços culturais	Estão relacionados com a importância dos ecossistemas em oferecer benefícios recreacionais, educacionais, estéticos, espirituais.
Serviços de suporte	São os processos naturais necessários para que os outros serviços existam, como a ciclagem de nutrientes, a produção primária, a formação de solos, a polinização e a dispersão de sementes.

Fonte: Fátima Becker Guedes & Susan Edda Seehusen. 2011. Pagamentos por Serviços Ambientais na Mata Atlântica: lições aprendidas e desafios.

Graças às múltiplas influências, a ZC está sujeita a vetores de pressão provocados pelo processo de desenvolvimento econômico. Somada às pressões desenvolvimentistas, observa-se a mudança do clima global, que impõe mais pressão a um sistema já fragilizado (Tab. 2, Fig. 3). Para a costa brasileira, os modelos de simulação preveem a elevação da temperatura entre 1º C e 6º C (melhor e pior cenário, respectivamente) até 2100 e alterações no regime de chuva, com significativa diminuição da ocorrência de chuvas em grande parte das regiões central, Norte e Nordeste do país, com o agravamento das estiagens<sup>9</sup>. Nas regiões Sul e Sudeste, por outro lado, haverá um aumento do número de precipitações, com a probabilidade de ocorrência de eventos extremos, como ondas gigantes, inundações e ciclones.

**Tabela 2.** Pressões e impactos incidentes na Zona Costeira.

Pressões	Impactos potenciais e observados
Aquecimento dos oceanos e elevação do nível do mar	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Comprometimento dos recursos naturais e biodiversidade</li> <li>• Perda de habitats por inundações e erosão costeira</li> <li>• Intrusão salina</li> <li>• <i>Coastal squeeze</i><sup>1</sup></li> </ul>

Pressões	Impactos potenciais e observados
Aumento da frequência de eventos climáticos extremos (estiagens, chuvas e ciclones)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alcance de extremos de temperatura</li> <li>• Seca</li> <li>• Inundação</li> <li>• Intrusão salina</li> <li>• Deslizamentos de terra</li> <li>• Perda da qualidade e o acesso à água</li> <li>• Maior incidência de doenças (relacionada ao item acima ou a extremos de temperatura)</li> <li>• Perda de propriedades e bens</li> <li>• Prejuízo nas atividades socioeconômicas</li> <li>• Mortes</li> </ul>
Mudança no clima e regime de ondas	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Alteração da linha de costa, seja através da erosão ou da progradação<sup>2</sup></li> </ul>
Ocupação e expansão urbana desordenada	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poluição e contaminação, devido ao tratamento inadequado dos efluentes e resíduos sólidos, nas cidades e indústrias, e uso incorreto de agrotóxicos e fertilizantes, na agricultura</li> <li>• Perda e desequilíbrio de habitats naturais por ocupação</li> <li>• Perda de propriedades e bens públicos e privados ao longo da linha de costa e a destruição de estruturas artificiais paralelas e transversais à linha de costa</li> </ul>
Atividades econômicas (indústrias, exploração de petróleo e gás, navegação, turismo, agricultura e aquicultura)	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Poluição costeira e marinha</li> <li>• Comprometimento dos recursos naturais e biodiversidade (alteração dos estoques pesqueiros, distribuição de espécies)</li> <li>• Perda de habitats por exploração não sustentável</li> <li>• Perda de serviços ambientais</li> <li>• Sedimentação na ZC, ocasionada pelo carreamento de sedimentos resultantes do desmatamento de matas ciliares</li> <li>• Falta de sedimentação na ZC, provocada pelo barramento excessivo dos rios ou mineração</li> </ul>
Elevação da concentração de CO <sup>2</sup> e acidificação dos oceanos	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Redução da calcificação recifes de coral e bancos de rodolitos<sup>3</sup></li> <li>• Comprometimento dos recursos naturais e biodiversidade, afetando, dentre outros, a produção pesqueira</li> </ul>

<sup>1</sup>. Processo onde a elevação do nível do mar ou outros fatores, como eventos extremos de tempestade, provocam a migração dos habitats costeiros em direção à terra em locais onde alguma barreira estática foi artificialmente inserida. Nessa situação, a migração dos habitats fica impedida e os habitats ficam espremidos em uma zona de estreitamento (do inglês: squeeze = espremer, contrair, apertar).

<sup>2</sup>. Progradação: processo natural de ampliação das praias, provocados depósito de sedimentos pelo mar.

<sup>3</sup>. Bancos de rodolitos: algas calcárias, espécies bioconstrutoras, que formam estruturas que fornecem abrigo e substrato para diversas e abundantes comunidades bentônicas no leito marinho. Formam oásis de alta biodiversidade em ambientes marinhos de fundo arenoso.

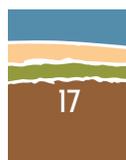
Simulações indicam, ainda, que o aumento da temperatura no planeta ocasionará a elevação do nível do mar que, em âmbito global, pode alcançar até 82 cm<sup>10</sup>. Em escala local, mesmo a elevação de poucos centímetros no nível do mar é capaz de provocar sérios danos socioambientais como inundações, erosão e perda de habitats, com os consequentes prejuízos ambientais e financeiros. A elevação do nível médio do mar em apenas 0,2 m, em 2050, pode ocasionar perdas econômicas de até 1,2 bilhão de dólares para as 22 maiores cidades costeiras latino-americanas<sup>11</sup>. No Brasil, não há, ainda, mensuração dos custos econômicos provocados pela mudança do clima, mas acredita-se que os impactos socioeconômicos seriam mais restritos às vizinhanças das 10-15 maiores cidades costeiras, que ocupam uma extensão de 1.300 km da linha costeira, ou seja, 17% da linha costeira do Brasil.<sup>12</sup>

---

10 IPCC. 2013. Quinto relatório de avaliação.

11 World Bank. 2014. Turn Down the Heat: Confronting the New Climate Normal. (citado em PBMC. 2016. Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudança do clima: Relatório Especial do Painel Brasileiro de mudança do clima).

12 PBMC. 2016. Op. Cit.





**Figura 3.** Impactos recentes na Zona Costeira brasileira. Sentido esquerda-direita começando da porção superior: Erosão na praia de Ponta Negra (RN) e em São João da Barra (RJ); lixo em Salvador (BA) e em Niterói (RJ); desmatamento de mangue em Fortaleza (CE); onda gigante em Bombinhas (SC); ressaca em Santos (SP); inundação em Itajaí (SC), ciclone. (Fonte: G1; G1; Correio 24 Horas; O Globo; Ideia web; O Blumenauense; Folha de SP; Último Segundo).

A título de exemplificação dos possíveis impactos já vivenciados na costa brasileira podemos citar a erosão costeira. Estima-se que 40% da costa brasileira enfrente graves problemas de erosão e a principal causa desse fenômeno é a intervenção antrópica nos processos costeiros, principalmente através de interferências no balanço sedimentar, seguido da urbanização da orla, que ocupa a faixa de resposta dinâmica da praia às tempestades, ou seja, tenta fixar uma área que não é fixável<sup>13</sup>. A erosão, por si só, é responsável por causar sérios problemas socioambientais, como<sup>14</sup>: a) redução na largura da praia e até o desaparecimento da zona de pós-praia; b) perda e desequilíbrio de habitats naturais, como praias, dunas, marismas, manguezais e florestas de restinga, com alto potencial de perda de espécies que habitam esses ambientes; c) aumento na frequência e magnitude de inundações costeiras, causadas por ressacas ou eventos de marés meteorológicas<sup>15</sup> muito elevados; d) aumento da intrusão salina no aquífero costeiro e nas drenagens superficiais da planície costeira; e) perda de propriedades e bens públicos e privados ao longo da linha de costa e a destruição de estruturas artificiais paralelas e transversais à linha de costa; f) perda do valor imobiliário de habitações costeiras; g) perda do valor paisagístico da praia e/ou da região costeira, com o comprometimento do potencial turístico; h) prejuízos nas atividades sócio-econômicas; i) gastos astronômicos com a recuperação de praias e reconstrução da orla marítima (incluindo propriedades públicas e privadas, equipamentos urbanos diversos e estruturas de apoio náutico, de lazer e de saneamento).

Assim, está montado um cenário preocupante e de urgência, onde um sistema complexo e de alto valor ambiental e econômico está submetido a pressões provenientes de frentes diversas. Esse problema, que requer um gerenciamento de nível elevado, com a coordenação de uma multiplicidade de atores e parceiros está, dentro do MMA, sob a responsabilidade da Coordenação-Geral de Gerenciamento Costeiro (CGERCO), no Departamento de Gestão Ambiental Territorial (DGAT), da Secretaria de Recursos Hídricos e Qualidade Ambiental (SRHQ).

---

13 Dieter Muehe. 2006. Erosão e progradação do litoral brasileiro.

14 Celia Regina de Gouveia Souza. 2009. A erosão costeira e os desafios da gestão costeira no Brasil. Revista da Gestão Costeira Integrada 9(1):17-37.

15 Maré meteorológica: diferença entre a maré observada e aquela prevista pela Tábua de Marés, ou seja, uma maré mais elevada que o previsto para uma determinada região e horário. Se for acompanhada por grandes ondas a possibilidade de inundação costeira e destruição de propriedades é grande.

### 3. A PROPOSTA

Do ponto de vista estratégico federal, a possibilidade das instituições e gestores contarem com informações precisas para o planejamento de ações e intervenções na ZC, seja para o momento atual ou em cenários de até 100 anos, proporciona uma maior segurança na destinação de recursos para investimentos e crescimento econômico e social, em uma região já instável por suas condições de transição entre terra, mar e atmosfera, sujeita agora a processos em escala global de mudança do clima.

Neste sentido, o conhecimento do que pode acontecer com a atual linha de costa brasileira em cenários de 5, 10, 25, 50 e 100 anos permitirá que uma estratégia nacional de adaptação esteja baseada realmente em informações fidedignas que orientarão as ações de planejamento e gestão deste vasto território, sujeito a mudanças em seus ambientes naturais e antrópicos como nenhum outro no Brasil.

Para que o país tenha essa informação estratégica e possa estar preparado para enfrentar os impactos e danos atuais, e se prevenir frente aos processos globais de mudança do clima em andamento, é necessário que seja criada uma cultura de redução de vulnerabilidades e riscos. Para tanto, ações efetivas devem ser planejadas numa escala nacional, com adequadas ferramentas tecnológicas e metodológicas que garantam a precisão dos diagnósticos e a eficácia das previsões futuras. O conhecimento científico e a instrumentalização tecnológica para estes diagnósticos e previsões no país precisam ser identificados e orientados para um objetivo comum - o enfrentamento estratégico nacional perante a processos naturais graduais e extremos em escala global. Nesse sentido, a CGERCO vem propor, para a minimização desses impactos e danos socioeconômicos e ambientais de hoje e do futuro, que seja estruturado um Programa, em escala nacional, composto por quatro Projetos.

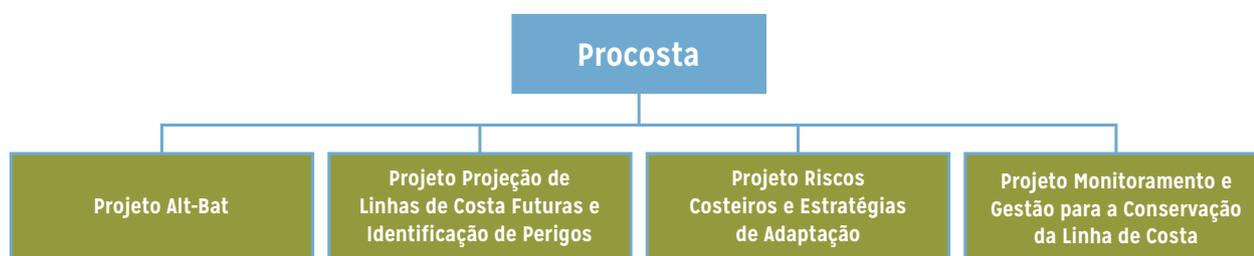
Primeiramente, é fundamental que seja resolvido um problema científico, metodológico, tecnológico e operacional ainda existente na maioria dos países que possuem regiões costeiras: a integração dos níveis de referência terrestre e marítimo utilizados, respectivamente, para a altimetria (altitudes) e a batimetria (profundidades). O assunto já vem sendo tratado pela Comissão Nacional de Cartografia (CONCAR), no âmbito do Comitê de Integração das Componentes Verticais Terrestres e Marítimas (CICVTM), com participação ativa da CGERCO, que atua como Vice-Coordenador do Projeto.

A partir da resolução deste problema, resultado de inéditos levantamentos altimétricos, batimétricos e gravimétricos da interface continente-mar e de uma rede operacional de monitoramento de dados meteo-oceanográficos, será possível a utilização de sistemas de modelagem costeira para produção dos cenários futuros da linha de costa em toda sua extensão. Estas serão as informações que efetivamente poderão produzir os cenários do avanço, recuo ou estabilização da linha costeira (componente espacial) e a relação de perigos (vulnerabilidades) a que cada região estará submetida (componente temporal).

Na sequência, a partir da definição de cenários para a linha de costa, poderão ser inseridos os dados relacionados a densidade de ocupação humana, industrialização, áreas protegidas, ambientes naturais e, conseqüentemente, os riscos poderão ser valorados, tanto no aspecto social, quanto nos aspectos econômicos e ambientais. Em um determinado cenário temporal escolhido, será possível estabelecer os riscos e identificar as oportunidades de investimentos em segurança das populações que vivem em áreas urbanas e das estruturas produtivas, auxiliando no planejamento e definição de planos setoriais mais efetivos.

## 4. ESTRUTURA DO PROGRAMA

Frente ao exposto nos itens acima, propõe-se a estrutura do Procosta, com quatro Projetos lógicos e interdependentes (Fig. 4).



**Figura 4.** Organograma proposto para o Programa Nacional de Conservação da Linha de Costa (Procosta).

### 4.1. PROJETO ALT-BAT (PROJETO 1)

O objetivo desse Projeto é a compatibilização dos níveis de referência para descrição e representação do relevo terrestre (altimetria) e submarino (batimetria) em toda a costa brasileira. Tal compatibilização assegurará que não haja descontinuidades, ou “saltos”, na transição entre os modelos de altitudes e os de profundidades.

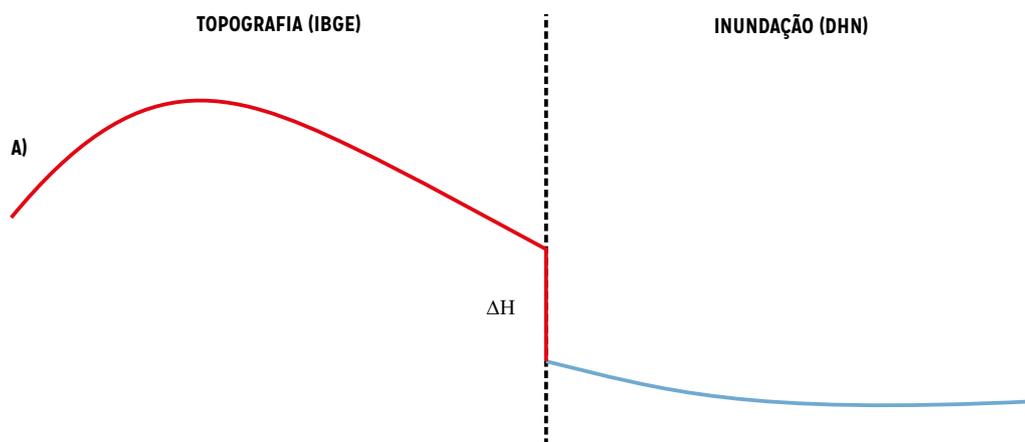
No Brasil, e em vários outros países, o estabelecimento da referência vertical, isto é, a origem (ou “zero”) para a determinação do relevo da parte terrestre (altimetria) é tradicionalmente realizada de maneira independente do trabalho referente ao relevo das áreas marinhas imersas (batimetria ou profundidade). Aqui, altimetria foi determinada pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), tendo como referência o nível médio do mar calculado a partir de medições maregráficas realizadas entre os anos de 1949 e 1957 no Porto de Imbituba/SC, e materializado em todo o Território Nacional por meio dos marcos (estações) da Rede Altimétrica de Alta Precisão (RAAP) do Sistema Geodésico Brasileiro (SGB). Já a referência para a batimetria é determinada pela Diretoria de Hidrografia e Navegação da Marinha do Brasil (DHN) em cada estação maregráfica disponível, tomando por base um nível mínimo específico – o nível médio das mais baixas marés de sizígia<sup>16</sup>.

Assim, na atual linha de costa brasileira<sup>17</sup>, onde essas duas variáveis se encontram, existe uma incompatibilidade de informações referentes ao posicionamento vertical, ou seja, o ponto zero altimétrico não corresponde ao ponto zero batimétrico (Fig. 5). Como consequência, não é possível, por exemplo, saber com precisão quantos metros de praia serão tomados devido a uma elevação do oceano ou durante a ocorrência de eventos extremos. Essa ausência de informação é uma das maiores deficiências para modelagem da vulnerabilidade relacionada à mudança do clima nesta região.

<sup>16</sup> Maré de sizígia: marés com maiores amplitudes observadas, ou seja, as maiores marés altas e as menores marés baixas. Ocorrem durante as luas nova e cheia, quando Sol e Lua estão alinhados.

<sup>17</sup> Definida pelo Decreto Federal nº 8.400, de 4 de fevereiro de 2015.

A existência de informações altimétricas e batimétricas integradas é um requisito essencial à modelagem dos processos envolvidos na morfodinâmica costeira, à correta avaliação dos riscos de inundações costeiras e ao desenvolvimento das respectivas estratégias de adaptação e mitigação, em decorrência dos eventos meteorológicos extremos e da elevação global do nível médio do mar, associados às mudanças do clima. A obtenção de um modelo digital topo-batimétrico unificado, e de alta resolução, exige a integração de dados topográficos e batimétricos, eliminando as discontinuidades devidas às diferenças entre as respectivas superfícies de referência. A solução de tal problema envolve: a) a restauração e densificação das redes fundamentais de altitude e gravidade do SGB ao longo de todo o litoral; b) a complementação destas redes com outros tipos de medições (marégrafos, aerogravimetria, altimetria oceânica etc.); c) o refinamento de modelos hidrodinâmicos, gravimétricos e topográficos com aquelas redes e observações complementares. Somente após serem atingidas estas três metas, será possível a transformação rigorosa entre os diversos níveis de referência demandados na zona costeira (nível médio, nível de redução etc.) e a determinação da cota de inundação como interseção entre o nível d'água máximo projetado e a superfície topográfica. O Projeto Alt-Bat terá como resultado, portanto, dois produtos sequenciais: a) a definição da metodologia operacional que será utilizada em toda a costa brasileira para compatibilizar a altimetria e batimetria; b) a implantação de um sistema de medições e coletas de dados, a partir da metodologia definida na etapa anterior, que, por fim, terá como resultado a definição exata da linha de costa atual do país e uma base de dados nacional que possa ser usada em sistemas de modelagem costeira em apoio a Órgãos do Governo Federal, Estados e Municípios costeiros.



**Figura 5.** Perfil esquemático do encontro entre a altimetria (topografia, linha vermelha) e batimetria (inundação, linha azul) em um dado ponto hipotético (linha tracejada). A diferença no ponto de referência para coleta dos dados (nível médio do mar para altimetria e nível médio das mais baixas marés de sizígia para batimetria) gera uma diferença entre os “zeros” das duas bases (H). (Fonte: Klein, A.H.F. (ed.). 2016. Metodologia para quantificação de perigos costeiros e projeção de linhas de costa futuras como subsídio para estudo de adaptação das zonas costeiras: Litoral norte da Ilha de Santa Catarina e entorno).

Para a execução deste Projeto são necessários: a) a integração entre as diferentes instituições para trabalharem em um único sistema de monitoramento da linha de costa; b) a validação da metodologia nacional para resolução do problema das diferenças entre as componentes verticais de referência terrestre e marítima; c) a instalação instrumental e operacional deste sistema de monito-

ramento ao longo de toda costa; d) o estabelecimento de um sistema de capacitação para aplicação da metodologia e interpretação dos resultados.

Este Projeto já está em execução, como resultado de uma parceria entre a Diretoria de Geociências do IBGE, através de sua Coordenação de Geodésia (CGED) e a CGERCO, que submeteram conjuntamente o problema à CONCAR. Em resposta à iniciativa conjunta, a CONCAR criou o CICVTM para estudar o problema e propor uma metodologia de solução. Além da CGED e CGERCO, o CICVTM conta, ainda, com a participação da Marinha do Brasil, do Ministério de Minas e Energia (MME), através do Serviço Geológico Brasileiro (CPRM), Exército Brasileiro, várias universidades brasileiras, como a Universidade Federal de Santa Catarina (UFSC), Universidade Federal do Paraná (UFPR), Universidade Federal de Pernambuco (UFPE), Universidade Federal do Rio de Janeiro (UFRJ), entre outras, além de órgãos estaduais de meio ambiente e/ou gerenciamento costeiro.

A primeira etapa do projeto, como já mencionado, é a definição da metodologia de compatibilização a ser usada. Com essa metodologia em mãos, o grupo de trabalho propõe a sua aplicação em três áreas piloto: Santa Catarina, Rio de Janeiro e na região de divisa entre os Estados de Pernambuco e Alagoas. Após a análise dos resultados nas áreas pilotos e da realização dos ajustes necessários, aplica-se a metodologia para toda a ZC brasileira.

A partir de estudos iniciais já realizados<sup>18,19,20</sup>, foi possível identificar aspectos essenciais da metodologia preliminar: a) a utilização das observações de levantamentos aerogravimétricos para o preenchimento do vazio costeiro e a vinculação entre as bases de dados gravimétricos terrestres e marinhos; b) o refinamento dos modelos geoidais costeiros com informações de desvio da vertical oriundas dos satélites altimétricos, corrigidas com resultados de modelos hidrodinâmicos costeiros; c) a utilização dos modelos geoidais preliminares para o aprimoramento da referência vertical dos modelos hidrodinâmicos costeiros em um processo interativo que beneficia a todos os grupos envolvidos.

Pode considerar-se que este é o Projeto do Procosta que requer maior quantidade de investimentos, uma vez que necessitará de levantamentos variados conforme a diversidade física, do regime de marés dos ambientes de integração do continente e costa do litoral brasileiro, ou seja, os métodos aplicáveis deverão atender às características regionais da ZC. A título de exemplificação, podemos citar a necessidade de levantamento aero-topográfico com tecnologia de escaneamento a laser (LIDAR)<sup>21</sup> para determinação de um Modelo Digital de Terreno Terrestre (MDT). Para determinação de um MDT Marinho, são necessários levantamentos aero-gravimétricos para modelagem do geóide, levantamentos de batimetria de águas rasas (0-20 metros) e por tecnologia de Radar (Satélite SAR). Em águas límpidas, sem material em suspensão, também pode-se utilizar o LIDAR para escaneamen-

18 Wolfgang Bosch. 2016. *European Experiences on Refinement, Connection, and Unification of Vertical Reference Surfaces in Coastal Zones*.

19 Wolfgang Bosch. 2016. *Analytical Report for Integrating Hydrodynamic and Elevation Models*.

20 Wolfgang Bosch. 2016. *Evaluating Technical Issues for Reconciling Continental Altimetry and Ocean Bathymetry*.

21 LIDAR: do inglês "Light Detection And Ranging" (Detecção de luz e distância). Esse equipamento faz o escaneamento de um terreno ao emitir pulsos de raios laser e estimar a diferença de tempo entre a emissão e a detecção do sinal refletido pelo terreno.

to do terreno marinho. São, ainda, necessárias a instalação de uma rede de marégrafos digitais e boias meteo-oceanográficas, bem como definição da superfície livre do mar através de altimetria por satélite e boias GPS para validação de um Modelo Hidrodinâmico (MH).

O Projeto Alt-Bat consta no Plano Plurianual (PPA) do governo brasileiro desde 2015, dentro do Programa nº 2046 – Oceanos, Zona Costeira e Antártica; Objetivo 0563 – Promover o uso compartilhado do ambiente marinho e realizar o gerenciamento da zona costeira de forma sustentável; Iniciativa 063L – Identificação da abordagem metodológica e realização de projeto-piloto para a compatibilização de altimetria continental e da batimetria marinha. Entretanto, são necessárias, ainda, a inclusão da iniciativa para realização da compatibilização após definição de metodologia, bem como a vinculação de recursos orçamentários para sua execução.

## 4.2. PROJETO PROJEÇÃO DE LINHAS DE COSTA FUTURAS E IDENTIFICAÇÃO DE PERIGOS (PROJETO 2)

O Projeto Projeção de Linhas de Costa Futuras e Identificação de Perigos é o segundo projeto do Procosta. Irá utilizar os dados obtidos no Projeto Alt-Bat e, por sua vez, gerará resultados a serem usados no Projeto Riscos Costeiros e Estratégias de Adaptação. Este Projeto tem por objetivo aplicar diferentes metodologias, com auxílio de *softwares* de modelagem costeira, para fazer projeções sobre as alterações previstas para a linha de costa brasileira (perda de habitats por erosão ou inundação, por exemplo), considerando cenários futuros para os intervalos temporais de 05, 10, 25, 50 e 100 anos (Fig. 6). Essa modelagem só terá a acurácia necessária a partir da definição da linha de costa hoje, bem como com uma excelente base de dados de reanálise e previsões validadas, que serão estabelecidas pelo Projeto Alt-Bat.

Após a definição de futuros prováveis para alterações na linha de costa, será possível a quantificação dos perigos aos quais a ZC estará sujeita. Lembrando que, neste contexto, os perigos são fenômenos naturais que podem resultar em danos materiais e humanos. Assim, possíveis perigos a serem identificados são: a elevação do nível médio do mar, grandes tempestades, ondas gigantes, marés meteorológicas, processo de erosão e progradação costeira.

Grande parte das áreas costeiras estão em risco devido aos perigos naturais e/ou induzidos (provenientes de ações antrópicas). Na presença dessa ameaça, o mapeamento dos perigos e das áreas mais vulneráveis, aliados a medidas de planejamento urbano e gestão costeira, são as melhores ferramentas para a redução de danos socioambientais e econômicos<sup>22</sup>. Entretanto, o Brasil ainda não possui nenhum estudo integrado da vulnerabilidade da ZC e, em especial, das cidades costeiras relacionados aos impactos da mudança do clima<sup>23</sup>. Os dados já disponíveis são insuficientes para a simulação de cenários futuros em escala nacional e os estudos regionais existentes apresentam metodologia distintas, impedindo uma análise integrada. No momento, avaliando as mudanças no nível do mar já observadas, em conjunto com os níveis de marés, ressacas e eventos extremos para diferentes séries de dados históricas ao longo do país, pode-se afirmar que o nível médio do mar está se elevando e que está aumentando a frequência das ressacas na região. Exemplo recente foi a

22 Antonio H. F. Klein. Op. Cit.

23 PBMC. 2016. Op. Cit.

forte agitação marítima que ocorreu na costa do Sul e do Sudeste do Brasil em agosto de 2017, com ondas de até 6 metros e rajadas de vento de até 80 km/h que recuaram a água da orla da praia em direção ao alto mar por até 50 metros.

O Projeto Projeção de Linhas de Costa Futuras e Identificação de Perigos terá como resultado dois produtos sequenciais: a) mapas com as projeções para a linha de costa brasileira nos intervalos temporais de 05, 10, 25, 50 e 100 anos; b) mapa com a identificação e quantificação dos perigos que ameaçam a ZC, considerando os aspectos ambientais, sociais e econômicos.

Para a execução deste Projeto são necessários: a) a definição da variação da linha de costa, possivelmente através da contratação de especialista; b) a definição do sistema de modelagem costeira que será utilizado; c) a execução da modelagem, possivelmente através da contratação de especialista; d) o mapeamento dos perigos costeiros, possivelmente através da contratação de especialista.



**Figura 6.** Exemplo de projeções da linha de costa para 05 (rosa), 10 (azul), 25 (amarela) e 50 anos (vermelha) e a linha de costa atual (preta) para a praia de Canasvieiras, Ilha de Florianópolis/SC (Autor: Antonio H. F. Klein).

### 4.3. PROJETO RISCOS COSTEIROS E ESTRATÉGIAS DE ADAPTAÇÃO (PROJETO 3)

O Projeto Riscos Costeiros e Estratégias de Adaptação é o terceiro projeto do Procosta. Este Projeto pretende, a partir da linha de costa atual, da projeção dos cenários futuros e do mapeamento dos perigos, realizar a avaliação dos riscos potenciais para a ZC, considerando, novamente, os aspectos socioambiental e econômico. Neste contexto, os riscos são compreendidos como a combinação de vulnerabilidade de uma área (estrutura ou ecossistema) com os perigos aos quais está submetida<sup>24</sup>,

24 Juan Carlos Villagran de Leon. 2006. Vulnerability—a conceptual and methodological review. UNU EHS, nº 4/2006.

ou seja, indicam os possíveis impactos negativos que um evento climático pode causar a um bem, sociedade ou ecossistema.

Assim, frente aos perigos potenciais identificados no projeto anterior, deverão ser mapeadas as estruturas ambientais (formações vegetais, geológicas etc.) e humanas (cidades, estruturas industriais, portuárias etc.) que estarão ameaçadas caso os perigos se tornem reais. O Projeto tem, ainda, como objetivo a proposição de estratégias para adaptação aos riscos, como a redução do número de pessoas em áreas de risco, o planejamento de alocação de estruturas econômicas e a identificação de áreas naturais para a proteção dos ecossistemas.

Como já mencionado, os estudos apontam que 40% da costa brasileira já enfrenta graves problemas de erosão, prejudicando as cidades e as estruturas de exploração econômica. A região nordeste, por exemplo, registra 52,46% das ocorrências de erosão marinha, seguida pela região sudeste, com 39,34% dos registros, e a região sul com 8% das ocorrências (Fig. 7). A elevação do nível médio do mar, por sua vez, coloca em risco a maior parte das cidades costeiras, principalmente as moradias de pessoas de baixa renda que não possuem alternativas de migração. Compromete, ainda, a drenagem e o sistema de esgotamento, quando existente, pois a vazão desse material é calculada para ser realizada com níveis do mar mais baixos que os projetados pelas mudanças do clima. Com a elevação pode ocorrer o refluxo desse material para a cidade, agravando o problema de poluição das praias e aumentando o risco de ocorrência de doenças na população<sup>25</sup>. Por outro lado, aumentos na temperatura podem afetar o sistema de transporte, ocasionando, por exemplo, rachaduras em estradas, empenamento de ferrovias e enchentes em aeroportos e aumentando a frequência e intensidade de tempestades que, por sua vez, afetam terminais, conglomerados de frete, áreas de armazenagem e carga, além de prejudicar as cadeias de suprimentos e o transporte<sup>26</sup>.

Outro ponto importante a ser considerado é o aumento expressivo de fenômenos oceânicos extremos, como já mencionado acima. Entre 1997 e 2010, só no litoral de Santa Catarina, foram registradas 66 marés meteorológicas associadas a ondas de tempestades, que causaram danos significativos nos municípios da costa<sup>27</sup>. Somente entre os anos 2000 e 2003, as marés de tempestade deixaram nove municípios da região em situação de emergência, um em estado de calamidade pública, 84 desabrigados, 219 desalojados, 1.900 afetados e um prejuízo de R\$ 11.983.832,00. Em 2016, vários fenômenos meteorológicos provocaram danos no sudeste do país, como forte ressaca no litoral santista<sup>28</sup> e a queda da ciclovia no Rio de Janeiro<sup>29</sup>, que além dos prejuízos financeiros ocasionou perda de vidas humanas. O recuo do mar observado em agosto de 2017 (citado acima na sessão 3.2) provocou o encalhamento de várias embarcações e, somente em Itajaí/SC, os prejuízos somavam

25 PBMC. 2016. Op. Cit.

26 PBMC. 2016. Op. Cit.

27 Dados citados por Antonio H. F. Klein. Op. Cit.

28 <http://g1.globo.com/rio-de-janeiro/noticia/2016/04/parte-da-ciclovia-desaba-em-sao-conrado-zona-sul-do-rio.html> (consultado em 13/09/2017).

29 <http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2016/08/ressaca-inunda-avenida-da-praia-em-santos-e-causa-bloqueios-no-canal-6.html> (consultado em 13/09/2017).

cerca de R\$ 700 mil<sup>30</sup> (Fig. 8). Estudos recentes evidenciam que, em geral, a altura média das ondas está se alterando na costa do Brasil, bem como o nível extremo de marés meteorológicas<sup>31</sup>.

Entretanto, mesmo frente a todas estas evidências de riscos atuais e futuros, são ainda, incipientes as políticas e metodologias de planejamento, tanto de novas construções, como as obras de contenção/proteção costeira. Ainda que diversos municípios brasileiros tenham iniciativas, legais e de planejamento, vinculadas à da mudança do clima, os governos locais têm atuado de forma ainda tímida nas ações de adaptação e mitigação<sup>32</sup>. O resultado são inúmeras áreas onde ocorre o desperdício de recursos públicos com obras de engenharia costeira que, além de não solucionar definitivamente o problema, acabam por acelerar a erosão e aumentar as situações de risco e a vulnerabilidade de pessoas e bens ao processo<sup>33</sup>.



**Figura 7.** Mapa das ocorrências de desastres causados por erosão marinha nas décadas de 1990-2000 (Fonte: CEPED/UFSC. 2012. Atlas Brasileiro de Desastres Naturais - 1991 a 2012).

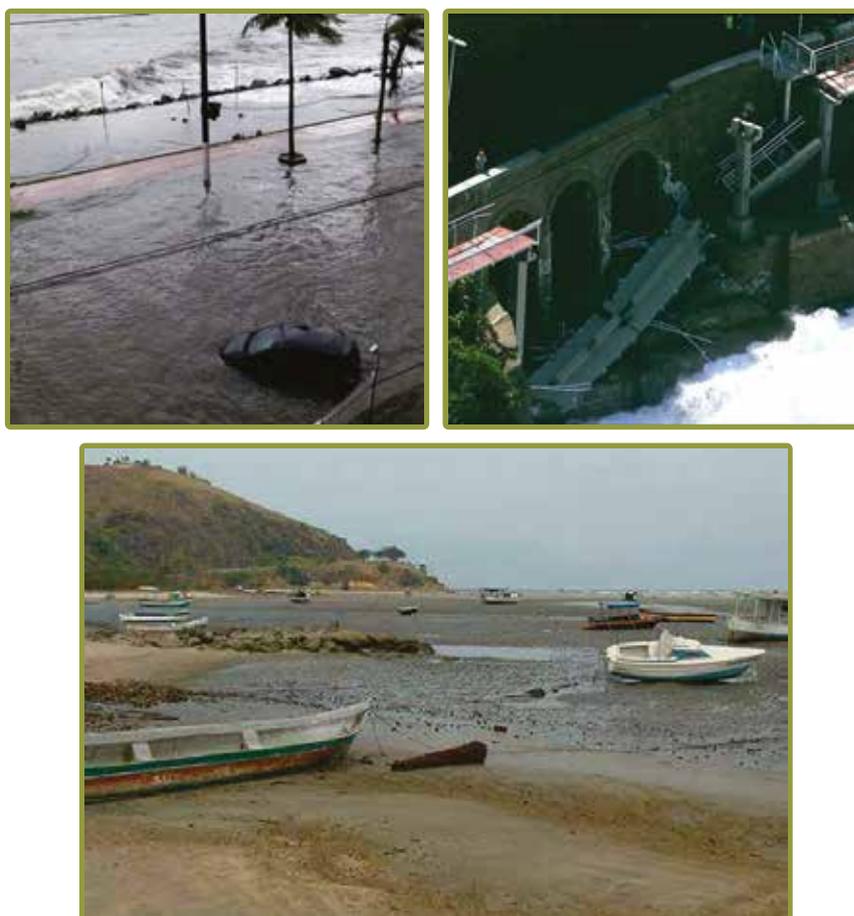
Assim, o Projeto Riscos Costeiros e Estratégias de Adaptação tem como objetivo a geração de dois produtos sequenciais: a) mapas com a identificação dos riscos na ZC, considerando os aspectos socioambiental e econômico; b) plano de ação com as estratégias para adaptação aos riscos.

30 <http://g1.globo.com/jornal-nacional/noticia/2017/08/mare-seca-atinge-litoral-de-sao-paulo-ate-o-rio-grande-do-sul.html> (consultado em 13/09/2017).

31 CEPAL. 2012. Estudio de los Efectos del Cambio Climático en la costa de América Latina y el Caribe.

32 PBMC. 2016. Op. Cit.

33 Celia Regina de Gouveia Souza. Op. Cit.



**Figura 8.** Ação de condições ambientais extremas em linha de costa ativa e urbanizada retratando os riscos econômicos e sociais associados. Acima a esquerda: ressaca em Santos (SP), abril/2016; a direita: queda da ciclovia no Rio de Janeiro (RJ), abril/2016; abaixo: recuo do mar em Caraguatatuba (SP), agosto/2016. Fonte: GI Santos; GI Rio; Climatempo).

Para a execução deste Projeto são necessários: a) o mapeamento dos riscos costeiros, possivelmente através da contratação de especialista; b) a elaboração do plano de ação com as estratégias para adaptação, possivelmente através da contratação de especialista, mas contando com a colaboração de pesquisadores e representantes dos setores ambiental, social e econômico.

Este Projeto também já conta com ações em execução na CGERCO. Cumprindo a determinação legal prevista no Decreto 5.300/04, a CGERCO está trabalhando na atualização do Macrodiagnóstico da Zona Costeira. A 3ª edição do MDZC, será totalmente digital, com o desenvolvimento de uma plataforma que abrigará mapas temáticos interativos e textos analíticos sobre as características fisiconaturais e socioeconômicas da costa, com descrição dos usos atuais. Para sua execução, a CGERCO conta com o apoio técnico de docentes do Instituto de Oceanografia da Universidade Federal de Rio Grande (FURG). Como resultado do projeto, serão elaborados: a) um catálogo de dados geoespaciais da ZC; b) uma plataforma WebGIS, para manipulação e visualização de dados; c) um atlas eletrônico com mapas e textos.

## 4.4. PROJETO MONITORAMENTO E GESTÃO PARA A CONSERVAÇÃO DA LINHA DE COSTA (PROJETO 4)

O Projeto Monitoramento e Gestão para a Conservação da Linha de Costa, quarto projeto do Procosta, consistirá em um acompanhamento contínuo da Linha de Costa, ou seja, terá um início definido, mas não terá data de término. O Projeto, além de trabalhar com os dados e informações atuais da linha de costa, também utilizará todos os dados obtidos nos três projetos anteriores e, assim, buscará estabelecer um programa de diagnóstico, monitoramento e gestão contínuos do litoral brasileiro, através de informações fidedignas, com o objetivo de fomentar o estabelecimento de uma cultura de análise de risco, ainda inexistente no país.

Um importante resultado previsto neste Projeto, através dos dados gerados no decorrer do Procosta, é o conhecimento sobre as condições futuras dos ecossistemas costeiros, seja de retração, progradação ou estabilidade. Neste sentido, as regiões costeiras com previsibilidade de equilíbrio terão a possibilidade de transformar seus ambientes costeiros que cumprem a função de proteção natural (dunas, restingas, manguezais, recifes de coral) em ativos econômicos, sociais e ambientais dentro de algum tipo de mecanismo de valoração e pagamento a ser trabalhado entre os três níveis de governo (federal, estadual e municipal) (Fig. 9). As oportunidades no âmbito federal de conservação dos ecossistemas costeiros numa escala de tempo de 5 a 100 anos deverão ser acompanhadas de mecanismos de incentivo aos estados e municípios com estes ativos ambientais. Ações como o estabelecimento e o manejo efetivo de áreas protegidas, manejo comunitário de áreas silvestres, acordos e incentivos para conservação, através de pagamentos por serviços ambientais e a restauração ecológica são a base para uma estratégia de adaptação à mudança do clima baseada em ecossistemas. Entretanto, para serem de fato adaptativas, tais iniciativas precisam reduzir a vulnerabilidade de sociedades, o que muitas vezes envolve mecanismos de geração de renda ou redução de pobreza, e, naturalmente, é necessário que os ecossistemas naturais estejam preservados ou sejam passíveis de recuperação<sup>34</sup>.



**Figura 9.** Ecossistemas costeiros cumprem importante papel na proteção natural do continente em relação à mudança do clima. Esquerda: Estuário do rio Amapá (AP); direita: manguezal (Fonte: MMA. 2010. Panorama da conservação dos ecossistemas costeiros e marinhos no Brasil).

Atualmente, a sociedade brasileira já sofre os impactos de eventos naturais na zona costeira, especialmente em áreas urbanas. Como já mencionado, eventos climáticos extremos já são frequentes e a erosão causa danos em quase metade da ZC. No período de 1991 a 2010, foram registrados, no Brasil, quase 32 mil desastres naturais, afetando mais de 102 milhões de pessoas<sup>35</sup>. Somente com o monitoramento contínuo dos perigos naturais e das alterações ambientais e antrópicas será possível a previsão e diminuição de prejuízos. O Projeto Monitoramento e Gestão para a Conservação da Linha de Costa prevê o desenvolvimento de dois produtos: a) um programa contínuo de monitoramento da linha de costa, considerando os perigos e alterações na ZC atuais e futuras, e buscando a minimização de danos; b) um sistema de valoração e pagamento por serviços ambientais fornecidos por ecossistemas costeiros preservados.

Para sua execução é necessária a articulação e engajamento de vários atores dos três níveis de governo, da sociedade e dos setores econômicos. O engajamento das prefeituras litorâneas na estratégia nacional para adaptação é fundamental e mecanismos de incentivo à conservação dos ambientes costeiros devem ser desenvolvidos. A criação de UCs costeiras municipais também pode ampliar em muito as medidas imediatas para conservação da linha de costa e proteção natural do continente, onde encontra-se a urbanização, a agricultura e os recursos hídricos. Campos de dunas, restingas, manguezais, recifes costeiros e ilhas ganham importância estratégica para o município quando aplicada a lente climática.

Outra ação que pode contribuir com este Projeto, e com todo o Procosta de maneira geral, é a meta da CGERCO, no Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA)<sup>36</sup>, para a criação de quatro Centros de Referência ao longo da costa brasileira (mais detalhe no item 5). Formatar estes Centros de Referência em cada um dos quatro compartimentos geomorfológicos e oceanográficos do Brasil pode ser uma ação estratégica para enfrentamento dos fenômenos naturais extremos de hoje e desenvolver a “lente climática” para o planejamento futuro desta imensa região.

A CGERCO também já executa ações relacionadas a esse projeto. Através do Grupo de Trabalho de Gestão de Riscos e Obras de Proteção Costeira (GT-GROPC), vinculado ao Grupo de Integração do Gerenciamento Costeiro (GI-GERCO/CIRM), está sendo discutida a questão da prevenção de danos oriundos de processos de erosão costeira em obras e infraestruturas construídas na costa. O GT-GROPC é coordenado pelo Ministério da Integração, com participação da CGERCO, do Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis (IBAMA), Secretaria do Patrimônio da União (SPU), Ministério Público Federal (MPF), CPRM e Estados costeiros. O GT tem por objetivo: a) o desenvolvimento de um guia que reunirá critérios e diretrizes gerais para a implantação de obras de proteção costeira; b) a discussão de metodologias para o mapeamento e monitoramento de riscos em áreas costeiras; c) a criação de um Fórum pra debate de novas tecnologias relacionadas ao tema de obras e gerenciamento costeiro; d) o acompanhamento dos principais casos de ameaças às obras costeiras custeadas com recursos públicos; e) o levantamento das ações do Governo Federal com enfoque na área costeira.

35 CEPED/UFSC. 2012. Op. Cit.

36 PNA: publicado em 10 de maio de 2016, tem como objetivo promover a redução da vulnerabilidade nacional à mudança do clima e realizar uma gestão do risco associada a esse fenômeno.

## 4.5. SÍNTESE

O Procosta, de modo geral, buscará solucionar um importante problema de falta de dados confiáveis em escala nacional e, a partir desses dados, compreender a atual situação da ZC e fazer previsões de possíveis alterações futuras e alternativas de mitigação e adaptação. As ações e resultados previstos para o Procosta estão em completa consonância com o proposto pelo PBMC como medidas de adaptação à mudança do clima (Tab. 3). Assim, o Procosta visa dar o primeiro passo na construção de um planejamento nacional de longo prazo para aprimorar o gerenciamento costeiro no Brasil e adequar os usos da ZC brasileira à mudança do clima prevista. Pode ser observado que o Projeto 1, que já está em execução, apresenta metodologia mais definida. Os outros três projetos deveram ser construídos ao longo do tempo, a partir do monitoramento das ações implantadas e do avanço do conhecimento e tecnologias referentes ao tema.

**Tabela 3.** Relação entre medidas de adaptação à mudança do clima propostas no Painel Brasileiro de mudança do clima e o Procosta.

Medida proposta	Correlação com Procosta
Prevenção de extremos de tempo, clima e ressacas que podem deflagrar desastres naturais e enchentes	Para estabelecimento de programa de prevenção é necessário a previsão de ocorrência desses eventos, que só será possível, em nível nacional, após a resolução do problema de Alt-Bat (Projeto 1, do Procosta)
Mudança ou reforço institucional e comportamental	Objetivo final do Procosta
Gestão integrada dos recursos naturais, como bacias hidrográficas e zonas costeiras	Objetivo da Coordenação-Geral de Gerenciamento Costeiro do MMA e do Procosta, além da CTCOST/ CNRH.
Maior acesso da população à informação sobre os possíveis riscos locais da elevação do nível do mar, das enchentes, enxurradas e deslizamentos de terra e desenvolvimento de sistemas de informação	Objetivo da Gerência Costeira do MMA e do Procosta, através da meta do Plano Nacional de Adaptação (PNA) para criação de quatro Centros de Referência ao longo da costa brasileira
Identificação de áreas de risco e vulneráveis a enchentes e deslizamentos de terra, consequência de chuvas intensas	Projetos 2 e 3 do Procosta
Proteção das barreiras naturais (como dunas, mangues e recifes de coral) à elevação do nível médio do mar	Projeto 4 do Procosta
Criação de planos de investimento para reduzir a vulnerabilidade das áreas mais afetadas (com a construção de diques e outras barreiras artificiais, por exemplo)	Projeto 4 do Procosta

Medida proposta	Correlação com Procosta
Uso mais rigoroso das terras costeiras (com a definição de áreas não aptas para edificação, por exemplo)	Projeto 4 do Procosta
Aumento de subsídios científicos para projetos de infraestrutura urbana	Todos os 4 projetos do Procosta

Fonte: PBMC. 2016. Impacto, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudança do clima: Relatório Especial do Painel Brasileiro de mudança do clima.

## 5. PROPONENTE

A Constituição Federal, de 1988, no § 4º do seu artigo 225, define a ZC como “patrimônio nacional”, destacando-a como uma porção de território brasileiro que deve merecer uma atenção especial do poder público quanto à sua ocupação e ao uso de seus recursos naturais, assegurando-se a preservação do meio ambiente. Este compromisso foi expresso na Lei nº 7.661, de 16 de maio de 1988 (regulamentada pelo Decreto nº 5.300/04), que instituiu o Plano Nacional de Gerenciamento Costeiro (PNGC) como parte integrante da Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA) e da Política Nacional para os Recursos do Mar (PNRM).

Como responsável pelo tema no MMA, é atribuição da CGERCO a coordenação da implantação do PNGC. Este Plano tem por objetivo “planejar e gerenciar, de forma integrada, descentralizada e participativa, as atividades socioeconômicas na Zona Costeira, garantindo a utilização sustentável, por meio de medidas de controle, proteção, preservação e recuperação dos recursos naturais e dos ecossistemas”<sup>37</sup>. Busca lançar as bases para a formulação de políticas, planos e programas estaduais e municipais, de maneira a contribuir para elevar a qualidade de vida de sua população e a proteção do seu patrimônio natural, histórico, étnico e cultural.

A CGERCO tem como atribuições no PNGC, segundo item 7.1.1: *a) acompanhar e avaliar permanentemente a implementação do PNGC, observando a compatibilização dos Planos Estaduais e Municipais com o PNGC e as demais normas federais, sem prejuízo da competência dos outros órgãos; b) promover a articulação intersetorial e interinstitucional; c) promover o fortalecimento institucional, mediante o apoio técnico, financeiro e metodológico; d) propor normas gerais, referentes ao controle e manutenção de qualidade do ambiente costeiro; e) promover a consolidação do Sistema de Informações do Gerenciamento Costeiro (SIGERCO); f) estabelecer procedimentos para ampla divulgação do PNGC; e g) estruturar, implementar e acompanhar os Programas de Monitoramento, Controle e Ordenamento nas áreas de sua competência.*

Mais recentemente, foi instituído o PNA, por meio da Portaria MMA nº 150/16, decorrente da Política Nacional de Mudança do Clima (PNMC), Lei nº 12.187/09. Na elaboração do PNA, foram considerados 11 setores, representados pelos órgãos governamentais competentes: agricultura, recursos hídricos, segurança alimentar e nutricional, biodiversidade, cidades, gestão de risco aos desastres, indústria e mineração, infraestrutura, povos e populações vulneráveis, saúde e zonas costeiras. A CGERCO é a responsável pelas três metas para a ZC, que são: a) estabelecimento de 4 Núcleos de Referência para o Gerenciamento Costeiro, com o objetivo de formar e organizar informações e ferramentas para modelagem dos riscos climáticos e geração de repostas qualificadas na Zona Costeira; b) definição de estratégia para compatibilizar a altimetria continental com batimetria marinha (AltBat), com recursos definidos para sua execução (Projeto 1, do Procosta); c) atualização do MDZC (ação vinculada ao Projeto 3, do Procosta).

37 Flávia Cabral Pereira, Márcia Regina Lima de Oliveira. 2015. Plano nacional de gerenciamento costeiro: 25 anos do gerenciamento costeiro no Brasil.

Vinculado às ações de adaptação à mudança do clima, a CGERCO coordena, ainda, o Projeto Sistema de Modelagem Costeira (SMC-Brasil), fruto de um Acordo de Cooperação Técnica, Científica e Tecnológica com o Governo da Espanha, através do Instituto Hidráulico de Cantábria, em parceria com a UFSC. O projeto tem por objetivo, dentre outros, apresentar metodologias para o entendimento e proposição de soluções para problemas de erosão que ocorrem na 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. O projeto envolveu a Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL) e proporcionou a realização de vários cursos de capacitação em modelagem costeira para gestores estaduais e municipais. Atualmente, a CGERCO apoia a criação de um curso de mestrado nesse tema, vinculado à UFSC.

A CGERCO faz parte do Grupo de Trabalho Uso Compartilhado do Ambiente Marinho (GT-UCAM), vinculado à Comissão Interministerial para os Recursos do Mar (CIRM), que tem por meta a realização do levantamento, análise e proposição de diretrizes, ferramentas e metodologias de planejamento espacial marinho para implementação, em nível nacional, do uso compartilhado do ambiente marinho. Assim, o desenvolvimento de um processo nacional de para a implantação do Planejamento Espacial Marinho foi assumido como um Compromisso Voluntário do Brasil para a implantação do Objetivos de Desenvolvimento Sustentável 14<sup>38</sup>, na Conferência dos Oceanos, realizada em junho de 2017, em Nova Iorque, pela Organização das Nações Unidas (ONU) (Compromisso nº 19.704).

A CGERCO ainda coordena a Câmara Temática CTCOST do Conselho Nacional de Recursos Hídricos que tem como meta implantar o Programa 9 do Plano Nacional de Recursos Hídricos - Integração entre a gestão de bacias hidrográficas e a gestão costeira. Ações de combate ao lixo no mar também foram incluídas como um Compromisso Voluntário do Brasil na Conferência dos Oceanos, sob a responsabilidade da CGERCO (Compromisso nº 19.694). E, por fim, o Procosta também foi declarado Compromisso Voluntário do Governo brasileiro perante a ONU na Conferência dos Oceanos, tornando-se um comprometimento internacional do país (Compromisso nº 19.679).

Em síntese, a CGERCO, como representante do MMA para o gerenciamento costeiro, é a responsável pela coordenação e articulação da gestão costeira no Brasil, tendo como atribuição um conjunto de ações estabelecidas em diversos instrumentos legais. Dessa forma, possui competência legal para conduzir o Procosta, além de já desenvolver diversas ações que coadunam com os objetivos do programa.

---

38 Objetivo 14. Conservação e uso sustentável dos oceanos, dos mares e dos recursos marinhos para o desenvolvimento sustentável

