

Spatial and Numerical Methodologies on Coastal Erosion and Flooding Risk Assessment

Jarbas Bonetti; Antonio Henrique da Fontoura Klein; Mariela Muler;
Clarissa Brelinger De Luca; Guilherme Vieira da Silva; Elírio E. Toldo
Jr.; e Mauricio González

Programa de pós-graduação em Oceanografia Física, Química e Geológica

Profº: João Luiz Nicolodi

Disciplina: Erosão e Proteção Costeira

Acadêmico: Gabriel Karagiannis de Souza

INTRODUÇÃO

- **Erosão costeira** – Processo natural onde a taxa de remoção de sedimentos é maior que a de deposição;

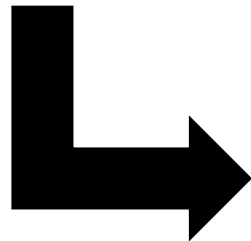


INTRODUÇÃO

- **Erosão costeira**

→ Medida usando a média durante um período longo o suficiente para eliminar os impactos do clima, eventos de tempestades e a dinâmica sedimentar local;

→ É resultado de uma combinação de fatores naturais e antrópicos;



- **Ventos;**
- **Tempestades;**
- **Correntes costeiras;**
- **Aumento do nível do mar;**
- **Estruturas costeiras urbanas;**
- **Zonas costeiras industriais;**
- **Dragagem.**

INTRODUÇÃO

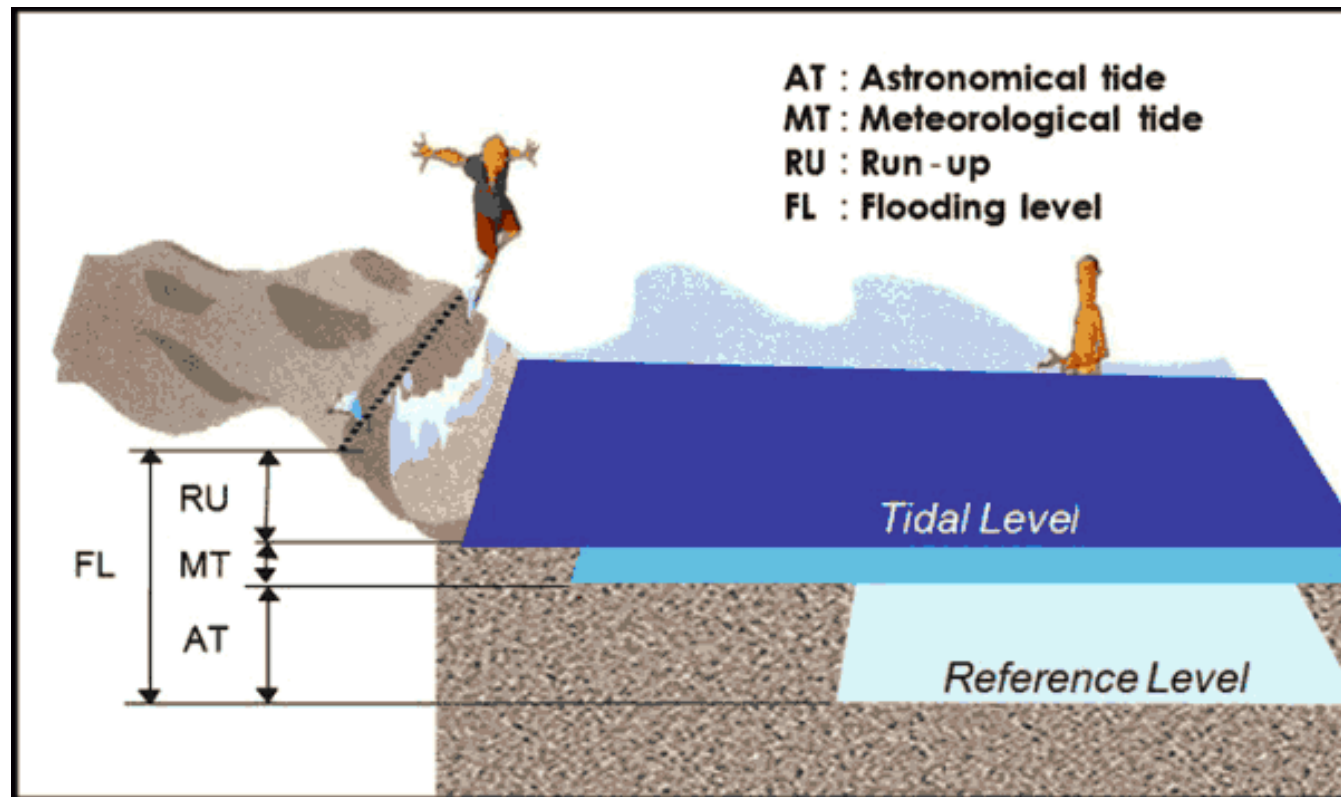
- **Erosão costeira**

—→ Relacionada com 3 tipos diferentes de impacto:

- Perda de terreno de valor econômico;
- Destruição das defesas naturais do mar (campo de dunas);
- Comprometimento das defesas artificiais do mar, levando ao aumento do risco de inundação.

INTRODUÇÃO

- **Inundação costeira** – fenômeno aleatório, resultante da combinação de diversos fatores;



INTRODUÇÃO

- **Inundação costeira – AVALIAÇÃO DE IMPACTOS COSTEIROS E PROCESSOS EROSIVOS**

Baseada na definição de risco em relação as
→ consequências esperadas, em um determinado período de tempo;

→ Análise de impacto específico;

→ Probabilidade de ocorrência;

→ Exposição dos elementos analisados (áreas urbanas);

→ Capacidade adaptativa (resiliência);

INTRODUÇÃO

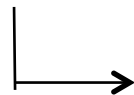
- **Avaliação de risco:**

- **Modelagem numérica** (ondas, nível do mar, erosão, etc.) para compreender a probabilidade, frequência, intensidade, duração de um evento hipotético, e áreas potencialmente afetadas;



AVALIAÇÃO DE VULNERABILIDADE

- Abordagem integrada que relaciona as dimensões costeiras e as variações espaciais (SIG);



Características físicas, ambientais, sociais, econômicas e de infraestrutura

Identificação das áreas “críticas” e formulação de um conjunto de medidas de redução de riscos

ANÁLISES ESPACIAIS

- **Vulnerabilidade:**
 - Função de uma condição pré-existente de perigo de exposição (**sensibilidade**) e a **capacidade de adaptação da comunidade** - combinação de riscos naturais e a exposição humana aos mesmos;

ANÁLISES ESPACIAIS

- **Metodologias para avaliação de vulnerabilidade**

➔ **DINAS-COAST** - Dynamic and Interactive Assessment of National, Regional and Global Vulnerability of Coastal Zones to Climate Change and Sea-level Rise

↳ Ferramenta de Avaliação de vulnerabilidade dinâmica e interativa (**DIVA**);

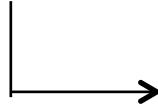
↳ Banco global de dados, um modelo integrado e uma interface de usuário;

↳ Eficiente para análise em **pequena escala** – menos detalhes

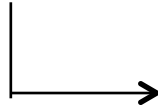
ANÁLISES ESPACIAIS

- **Metodologias para avaliação de vulnerabilidade**

- **Community Vulnerability Assessment Tool (CVAT)**

-  Objetivo de auxiliar na gestão e planejamento costeiro através de mapas de risco e sistema de pontuação;
-  Abordagem específica dos fatores socioeconômicos;

- **Geomorphic Stability Mapping – GSM (SHARPLES, 2006)**

-  Mapeamento indicativo e descritivo de vulnerabilidade geomorfológica a riscos costeiros;
-  Considera as características geológicas e geomorfológicas da costa (segmentação da litoral);

ANÁLISES ESPACIAIS

- **Metodologias para avaliação de vulnerabilidade**

➔ Coastal Vulnerability Index (CVI), proposto por (GORNITZ, 1991) e United States Geological Survey (USGS).

└→ Classificação relativa com base em índices, onde cada fator recebe um valor para a classificação de vulnerabilidade;

└→ Relevo, tipos de rochas, mudança no nível do mar, altura máxima de onda, etc.

Uma avaliação de vulnerabilidade eficaz deve considerar as perdas humanas, caso contrário, pode ser considerada uma medida de sensibilidade.

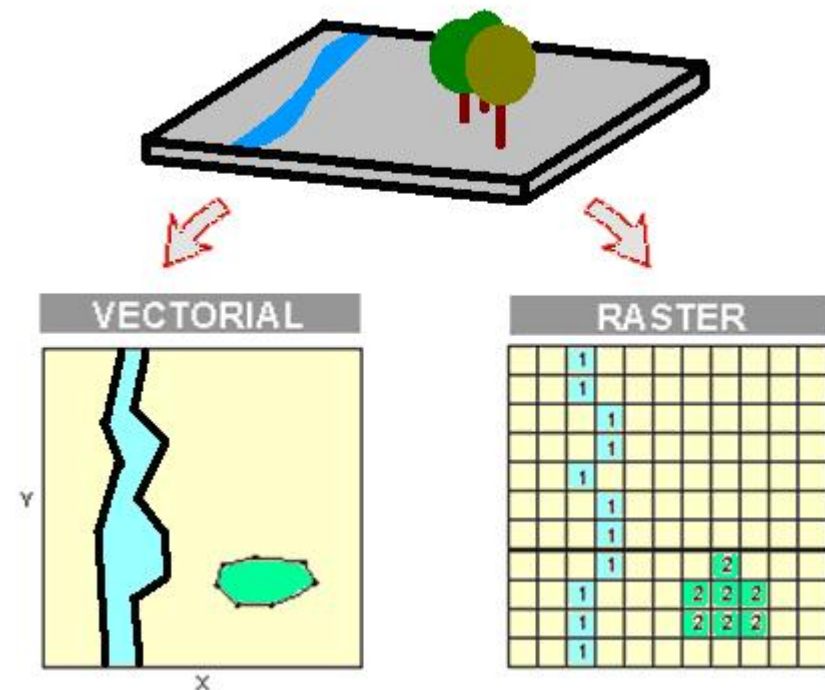
ANÁLISES ESPACIAIS

- **Metodologias para avaliação de vulnerabilidade**

→ Obtido os dados, estes são inseridos no SIG, usando dois modelos básicos – **RASTER E VETOR**

Escolha depende de como são classificados em classes de vulnerabilidade;

Modelos geodatabase são importantes para um melhor fluxo nas atividades. Utilizado para estabelecer as relações e as interações entre os dados;

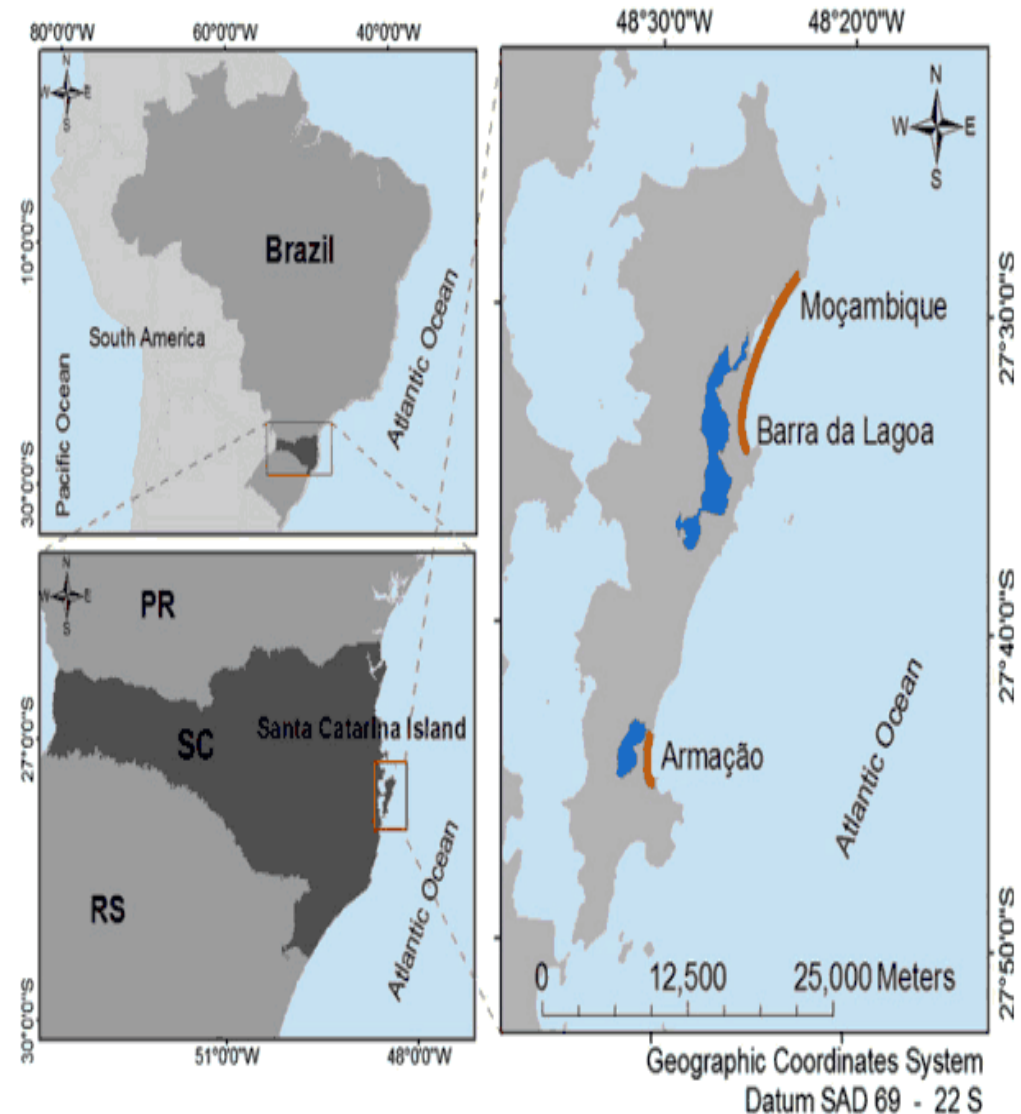


ESTUDO DE CASO

- Análise espacial para avaliação da vulnerabilidade à tempestades;
- Soma ponderada dos dados e criação de índice de vulnerabilidade (CVI);
- Adaptação à escala local;

OBJETIVO:

Identificar os melhores descritores para análise de vulnerabilidade para um contexto local.



ESTUDO DE CASO

→ Índice proposto com 5 variáveis para avaliação de vulnerabilidade;

↳ **Relevo do pós-praia** (uso da terra, vegetação, características das dunas, etc. a partir da classificação visual de imagens de satélites de alta resolução);

↳ **Altitude do pós-praia** (áreas planas mais suscetíveis a inundações, através de gráficos planialtimétricos detalhados com escala de 1:2000);

↳ **Deslocamento da costa** (comparação com outras décadas a partir de fotografias aéreas)

ESTUDO DE CASO

→ Índice proposto com 5 variáveis para avaliação de vulnerabilidade;

↳ **Exposição da linha de costa à incidência de ondas** (associação da linha de costa média com a direção de incidência de ondas e frequência de eventos extremos);

↳ Banco de dados de ondas (1948 – 2008)

↳ **População e as construções em risco**, determinada considerando a posição prevista nos próximos 50 anos a partir de 52 anos de fotografias aéreas;

ESTUDO DE CASO

- Cálculo do Índice de Vulnerabilidade:

$$CVI = \sqrt[n]{a \times b \times c \times d \times e}$$

Onde:

- a
 - b
 - c
 - d
 - e
- Variáveis descritas após categorização
(atribuição dos intervalos de vulnerabilidade)
- n - número de parâmetros considerados

ESTUDO DE CASO

- **Classificação final de vulnerabilidade:**

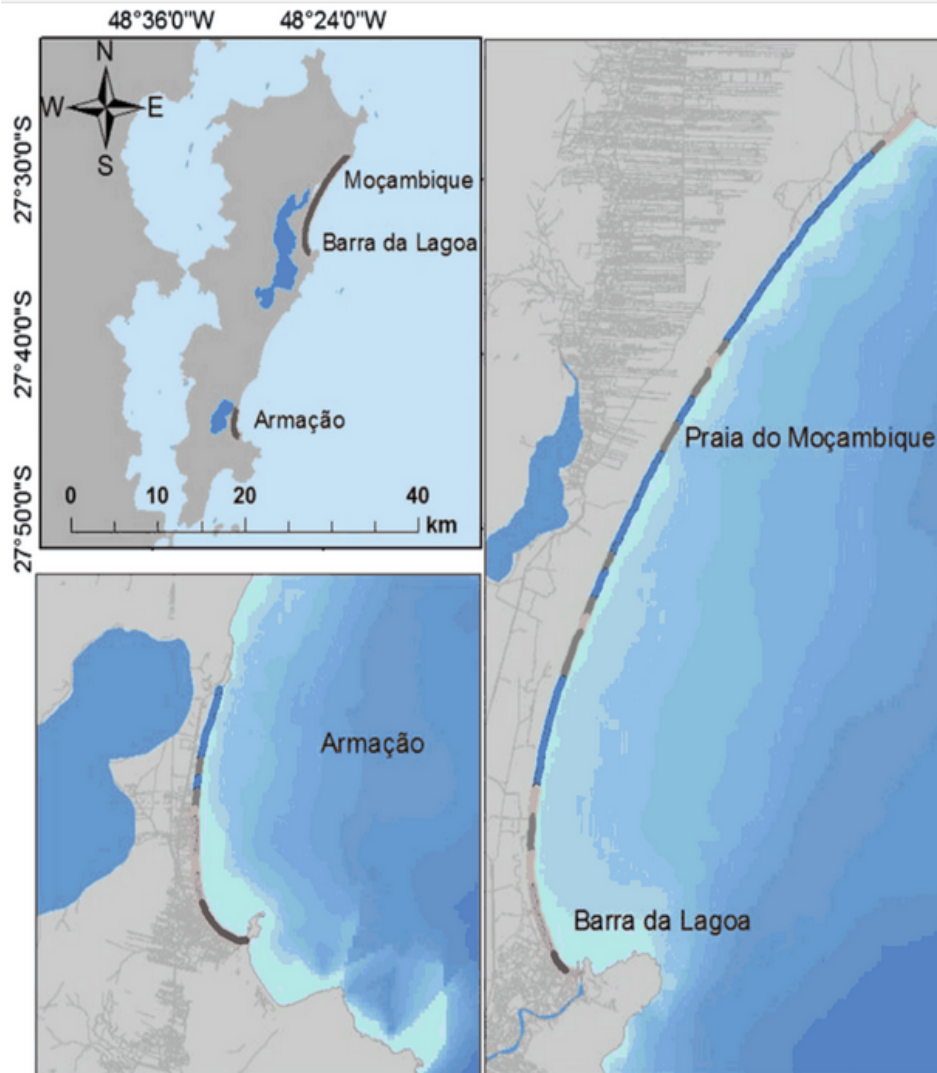
- 1 – muito baixa
- 2 - baixa
- 3 - moderada
- 4 - alta
- 5 – muito alta



Baseado em percentuais através do CVI e estimativas utilizando ARCGis, combinando os segmentos da linha de costa.

ESTUDO DE CASO

- **Resultados:**



- **Vulnerabilidade baixa e muito baixa:**

- Setor norte e central da praia da Armação;
- Setor norte da Barra da Lagoa/Moçambique;

- **Vulnerabilidade moderada:**

- Setor central da praia da Armação;

- **Vulnerabilidade alta e muito alta:**

- Setor sul da praia da Armação e Barra da Lagoa/Moçambique;

ESTUDO DE CASO

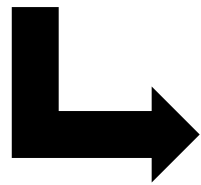


Fig. 16.4 Morphological impacts of an extreme storm event (April 2010) along the beaches of Barra da Lagoa and Moçambique (Photos by J. Bonetti)

MODELAGEM NUMÉRICA

- **Escolha do modelo:**

➔ De acordo com a finalidade e a escala (espacial/temporal) da pesquisa;



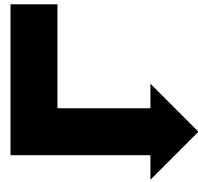
- Modelo de operação;
- Tipo de dinâmica a ser analisada;
- Dimensão espacial.

➔ Acompanhado de uma boa base teórica e análise crítica dos resultados;

MODELAGEM NUMÉRICA

- **Variáveis avaliadas:**

- Níveis de inundação e os intervalos de recorrência;
- Erosão da praia.



- Base de dados confiáveis;
- Dados com alta resolução espacial e temporal;

ESTUDO DE CASO

- **Avaliação dos NÍVEIS DE INUNDAÇÃO e EROÇÃO PRAIAL:**

➡ Clima de ondas estabelecido perto da área de estudo;

└→ Banco de dados de 60 anos, transferido de águas profundas para águas rasas, usando SWAN;

└→ Calibração por dados de satélite;

➡ Dados de maré astronômica (1948 – 2008);

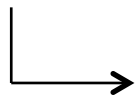
└→ Gerados por um modelo TPXO (TOPEX/Poseidon Global Inverse Solution) (Egbert et al. 1994; Egbert & Erofeeva 2002), usando 8 constantes harmônicas;

ESTUDO DE CASO

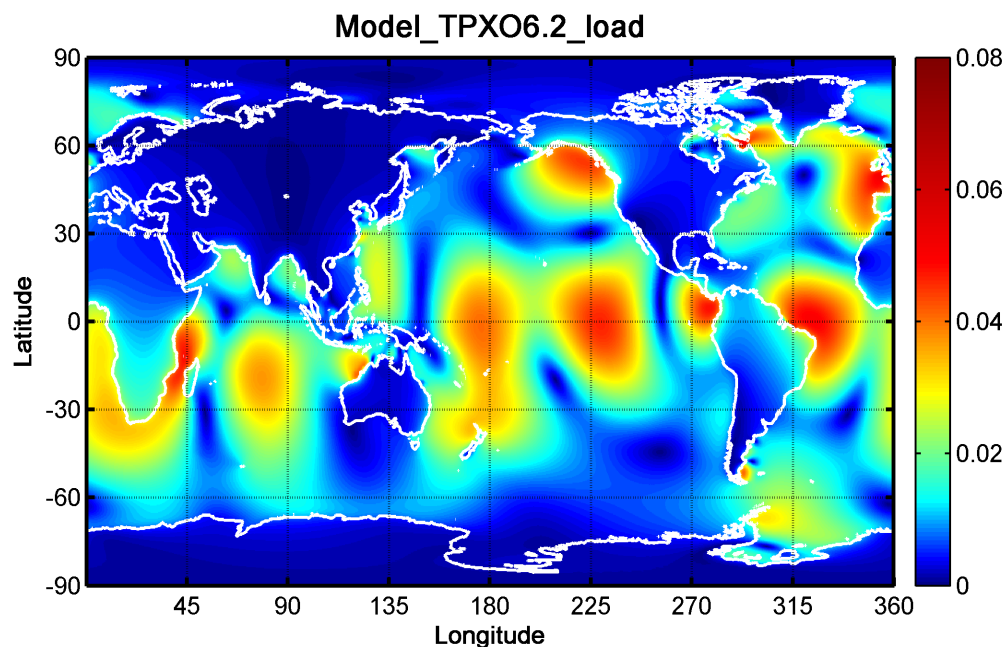
- Avaliação dos NÍVEIS DE INUNDAÇÃO e EROÇÃO PRAIAL:



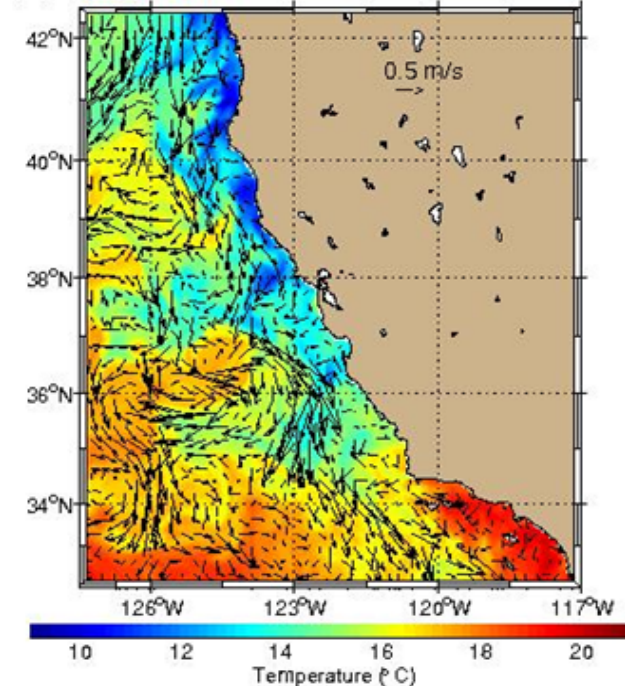
Dados meteorológicos:



Modelo numérico ROMS (Regional Ocean Modeling System)

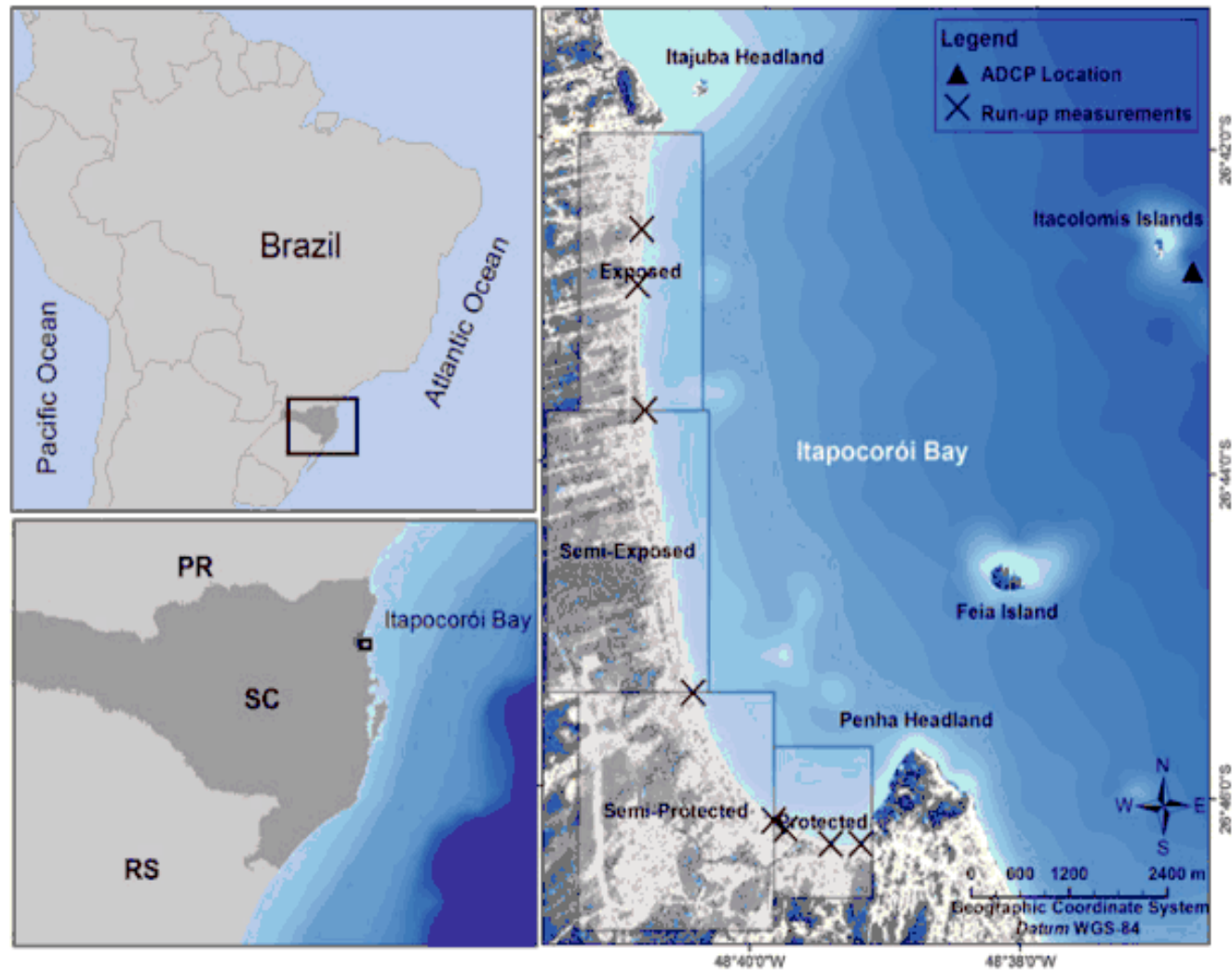


Temp (°C, color) and Current (m/s, arrows) at 0m for 10/22/2013 at 03GMT



ESTUDO DE CASO

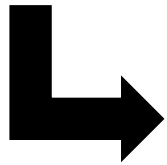
- Área de estudo:



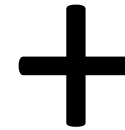
ESTUDO DE CASO

- Níveis de inundação:

 **Modelo numérico**



- Clima de ondas;
- Maré astronômica (por hora);
- Maré meteorológica;
- Run-up de onda;
- Período de retorno.



**NÍVEL DE INUNDAÇÃO HORÁRIA
(1948 – 2008)**

ESTUDO DE CASO

- Níveis de inundação:

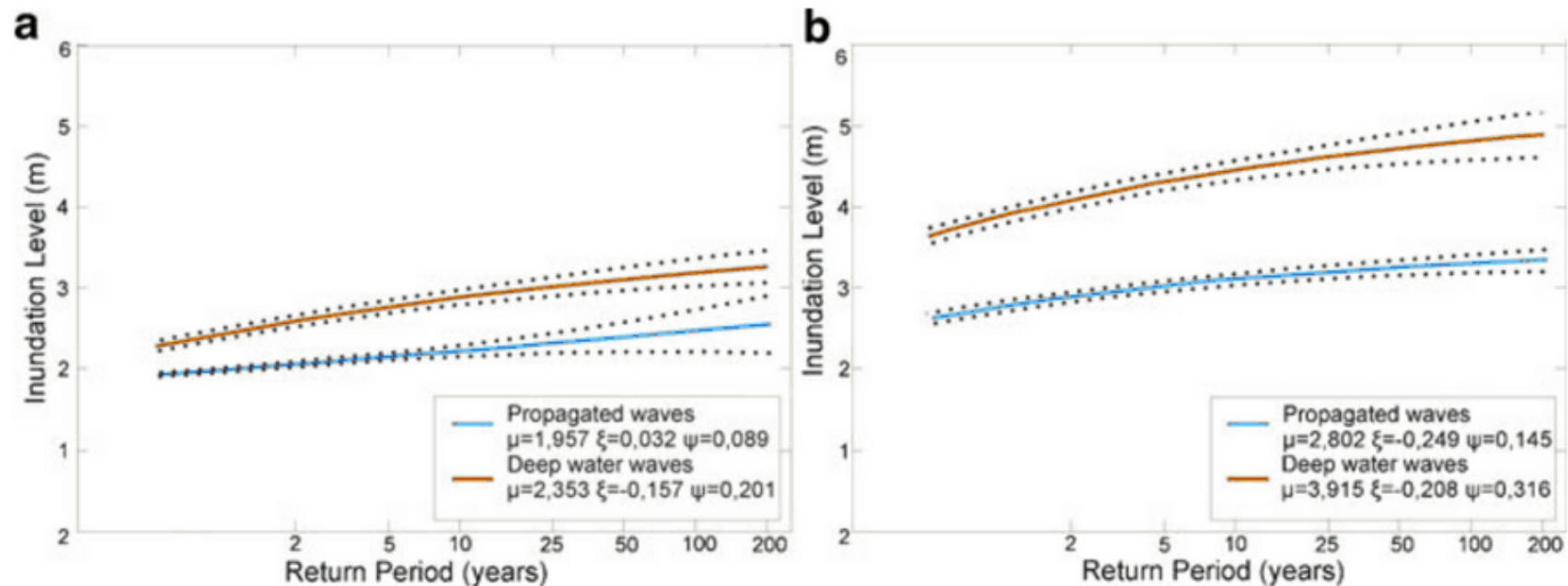
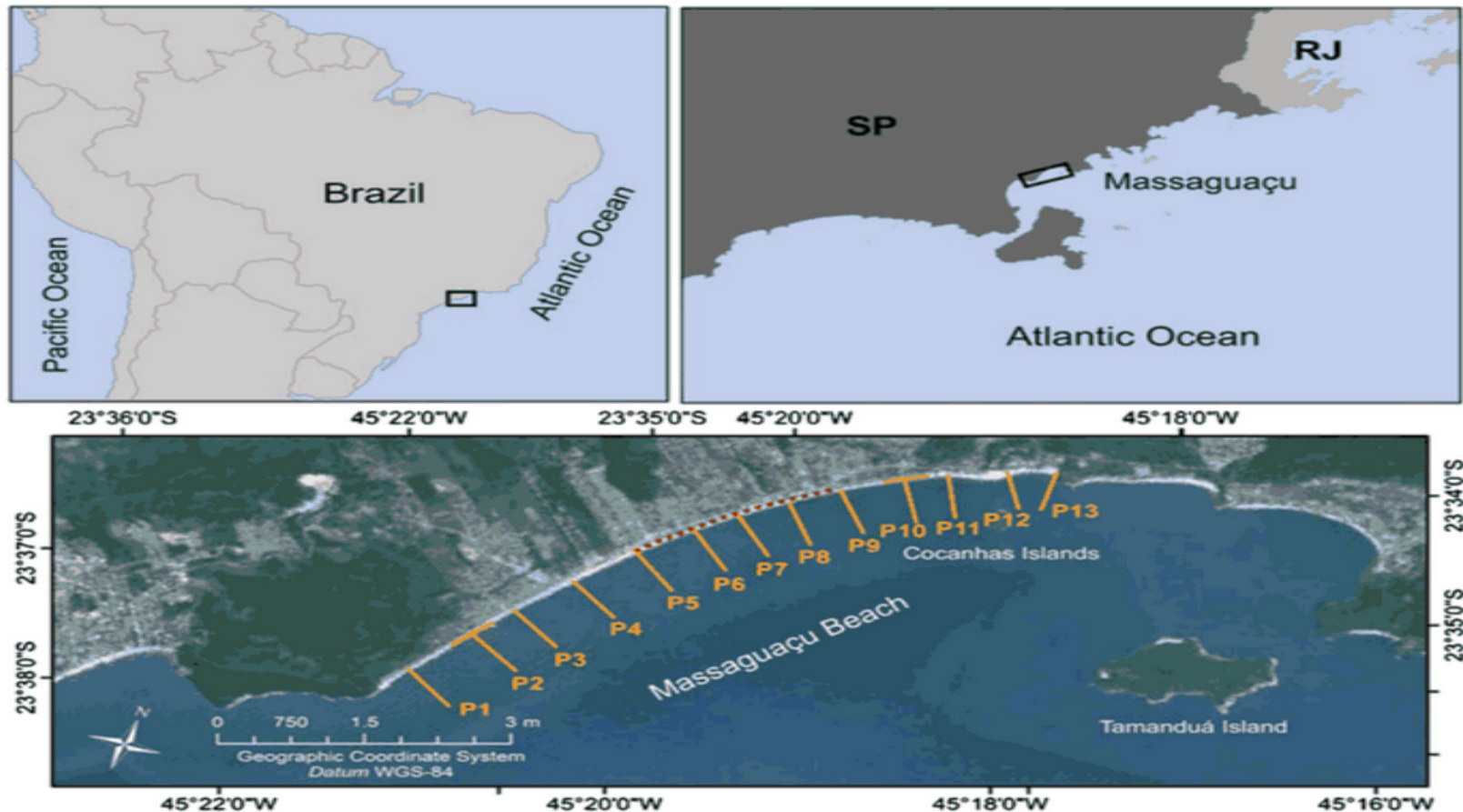


Fig. 16.6 Return period calculated for protected (a) and exposed beaches (b)

ESTUDO DE CASO

- Erosão praial:
 - Área de estudo:



ESTUDO DE CASO

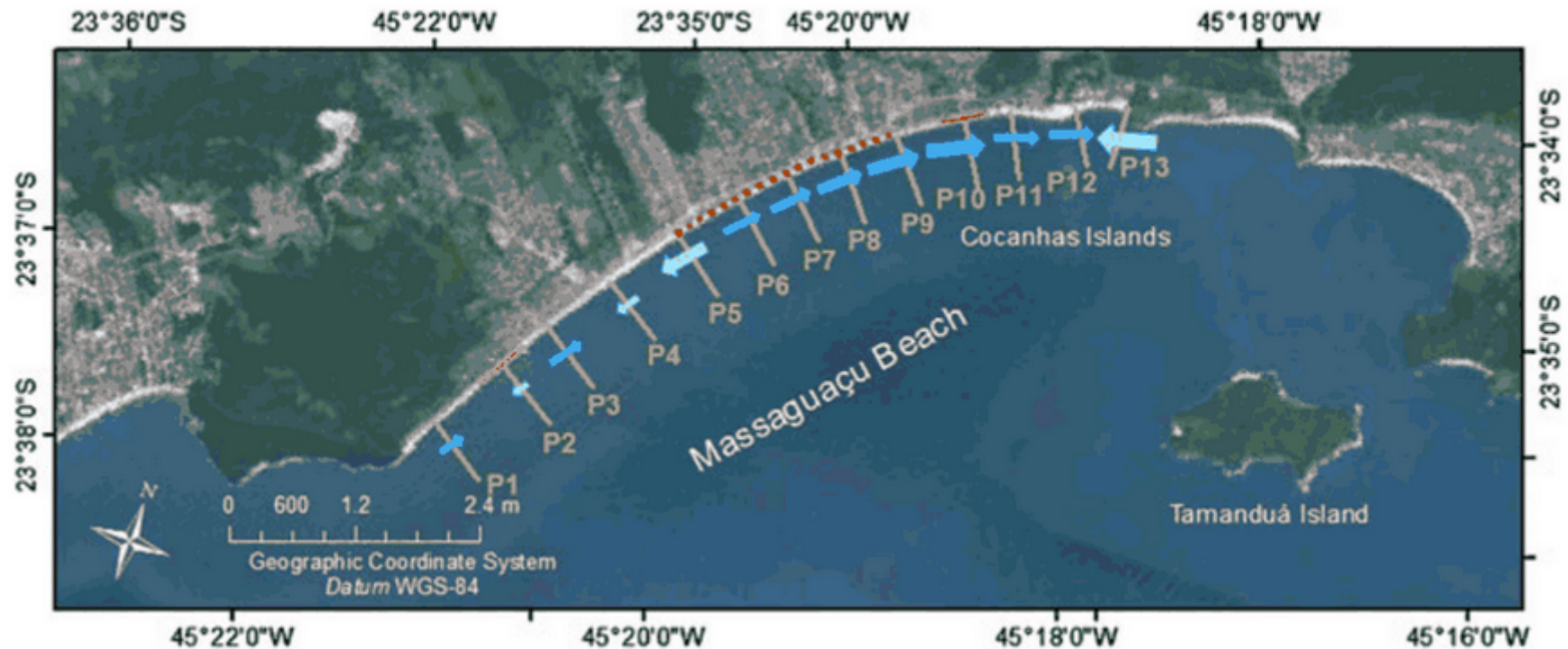
- **Erosão praial:**

➡ Objetivo:

- └→ **Obter o clima de ondas em pontos específicos na zona de arrebentação, relevante para o cálculo do transporte de sedimentos.**
- └→ **clima de ondas transferido para zonas costeiras;**
- └→ **Aplicação de modelo numérico.**
- └→ **Utilização da fórmula CERC para o transporte de sedimento**

ESTUDO DE CASO

- Resultados:



Dependendo da causa do ponto quente de erosão, a redistribuição do material erodido pode criar ou conservar uma ou mais áreas de acumulação ao longo da praia.

ESTUDO DE CASO

- **Resultados:**

- ➡ Erosão representada numa escala local, pelo transporte de sedimentos na zona de arrebentação;

- └→ Clima de ondas transferido de água profunda para zonas costeiras

- ➡ Transporte irregular entre os perfis 1 e 4;

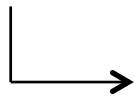
- └→ Saliência rochosa que provoca correntes irregulares na parte SW da praia;

ESTUDO DE CASO

- **Resultados:**



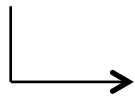
Entre os perfis 5 e 10 identifica-se um processo de erosão devido as direções divergentes do transporte de sedimentos e a ocorrência de ondas oblíquas resultante da instabilidade costeira local – transporte de SW para NE;



EROSION HOT SPOT



Entre os perfis 11 e 13 houve uma acumulação de sedimentos – diminuição nas taxas do transporte de sedimento ➡ Progradação da linha de costa (15m);



COLD SPOT AREA

ESTUDO DE CASO

- Resultados:

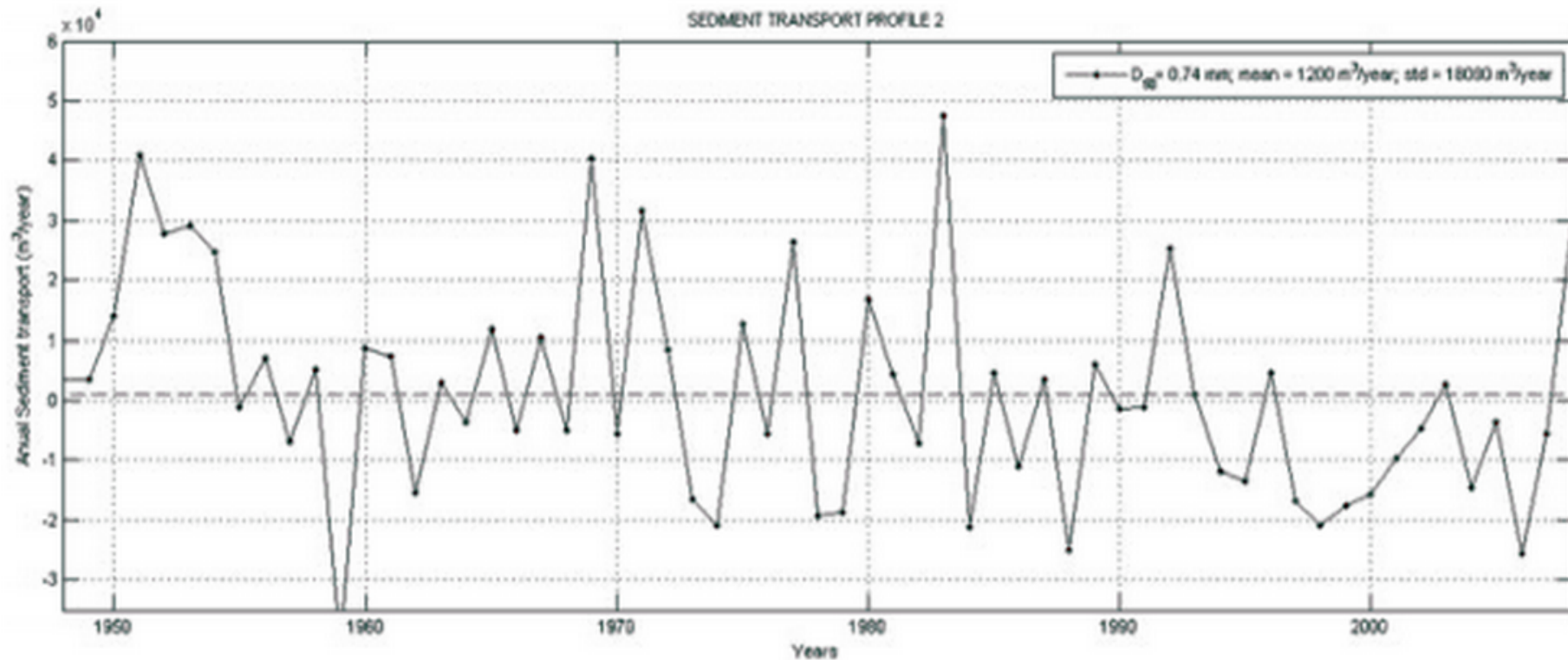


Fig. 16.9 Annual average of net long shore sediment transport in profile 2