

Identificação e mapeamento das áreas vulneráveis da zona costeira de PE e os riscos potenciais decorrentes das alterações as mudanças climáticas

Pedro S. Pereira, Karoline A. Martins, Antônio V. N. Neto
Athos F. Menezes, Rodrigo M. Gonçalves, Tereza C. M.
Araújo



**Universidade Federal de Pernambuco
Centro de Tecnologia e Geociências
Departamento de Oceanografia**

INTRODUÇÃO

An aerial photograph of a coastal landscape. In the foreground, a wide, golden-yellow sandy beach stretches from the bottom left towards the center. To the right of the beach is a shallow, calm lagoon with greenish-brown water. A dark, rocky reef line runs diagonally from the top left towards the bottom right, separating the lagoon from the open ocean. The ocean is a vibrant turquoise color with white foam from breaking waves visible along the reef and further out. A solid green horizontal bar is positioned at the top of the image, containing the word 'INTRODUÇÃO' in white, bold, sans-serif capital letters.

LITORAL DE PERNAMBUCO

- Alta diversidade de ambientes



EROSÃO COSTEIRA



Martins (2015)

MUDANÇAS DO CLIMA

- Aquecimento global e aumento do nível do mar



<http://www.konbini.com/>

MUDANÇAS DO CLIMA

- Projeções do aumento do nível do mar (IPCC, 2013)
 - Otimista: entre 0,26 a 0,55 m
 - Pessimista: entre 0,45 a 0,82 m
- Podem causar erosão:
 - Diminuição do aporte de sedimento
 - Aumento do nível do mar
 - Aumento na intensidade e frequência de eventos extremos
 - Alterações no clima de ondas

MUDANÇAS DO CLIMA

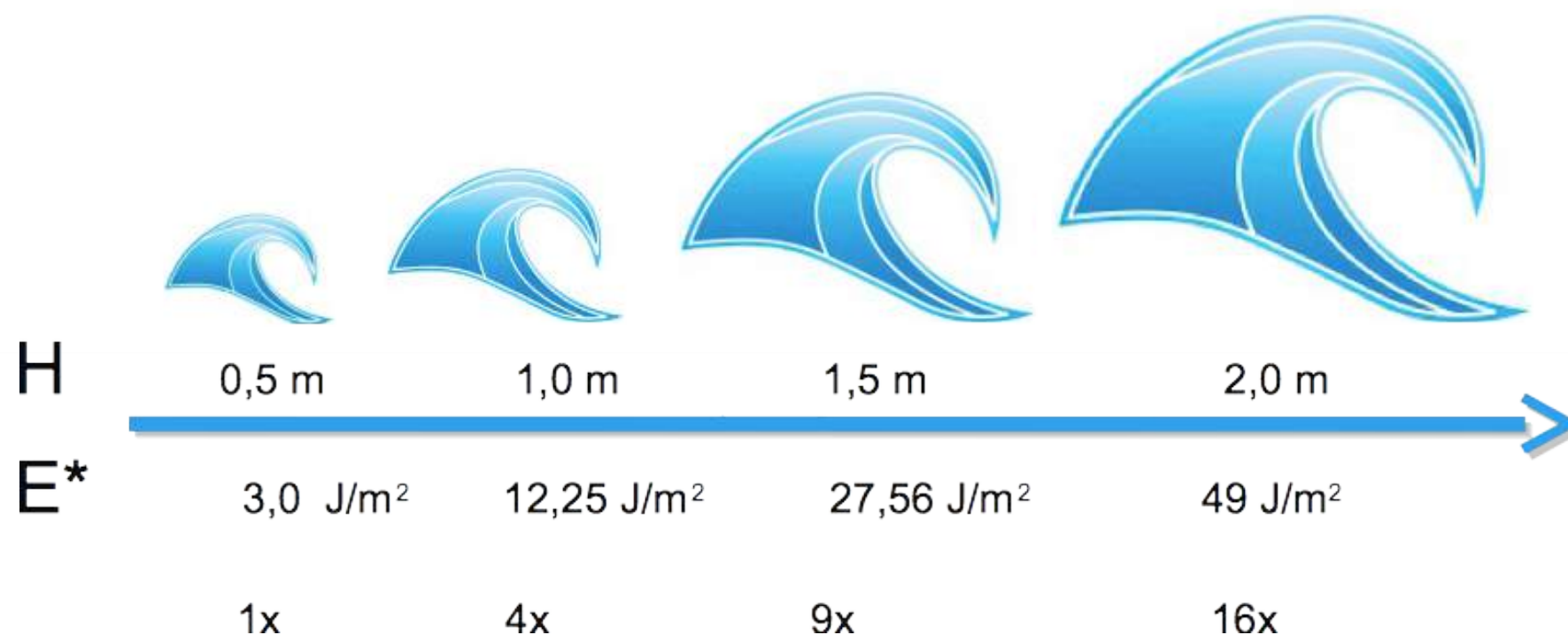
- Efeito sobre as praias: alterações no clima das ondas.



<http://peacechild.org/climate-change-catches-up-on-mankind/>



<http://www.shutterstock.com/>



- Como definir a vulnerabilidade costeira às mudanças climáticas em um ambiente tão heterogeneo?

VULNERABILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS

- O conceito de vulnerabilidade aplicado refere-se à capacidade do ambiente em lidar com determinadas mudanças. Dessa forma, a vulnerabilidade depende da exposição ao perigo, da sensibilidade e da capacidade de adaptação do sistema (IPCC, 2007).
- Teoricamente a vulnerabilidade pode ser dividida em natural e socioeconômica. Sendo a primeira dependente de características físicas e biológicas do ambiente, enquanto a segunda é determinada pela densidade populacional, recursos econômicos, relações de poder, aspectos culturais, entre outros (Cutter et al., 2003; Boruff et al., 2005).



METODOLOGIA



ÍNDICE DE VULNERABILIDADE COSTEIRA

- Coleta de dados em campo,;
- Delimitação da linha de costa de 2014 por meio de GNSS;
- Dados populacionais (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística - IBGE);
- Dados de ondas (PNBoia - Programa Nacional de Boias & BMTArgoss);
- Análise da composição de 42 imagens IKONOS em 2009. As imagens foram disponibilizadas pela Fundação de Desenvolvimento da Região Metropolitana do Recife – FIDEM.



ÍNDICE DE VULNERABILIDADE COSTEIRA

- Utilizou-se uma adaptação do **Índice de Vulnerabilidade Costeira** (ICV -Gornitz, 1991).
- Ao IVC foram integrados parâmetros **DINÂMICOS**, **SOCIAIS**, **MORFOLÓGICOS** e **EVIDÊNCIAS DE EROSÃO** (Gornitz, 1991; Cooper & McLaughlin, 1998; Bush et al., 1999; Sharples, 2006; Rudorff & Bonetti, 2010; Sousa et al., 2012).

$$DINA = N_MAR * p_{N_MAR} + HS_EXP * p_{HS_EXP} + HS_ALT * p_{HS_ALT} \quad (1)$$

$$SOCI = DIS_LC * p_{DIS_LC} + POP_M * p_{POP_M} + T_URB * p_{T_URB} \quad (2)$$

$$MORF = T_SUB * p_{T_SUB} + C_DUN * p_{T_DUN} \quad (3)$$

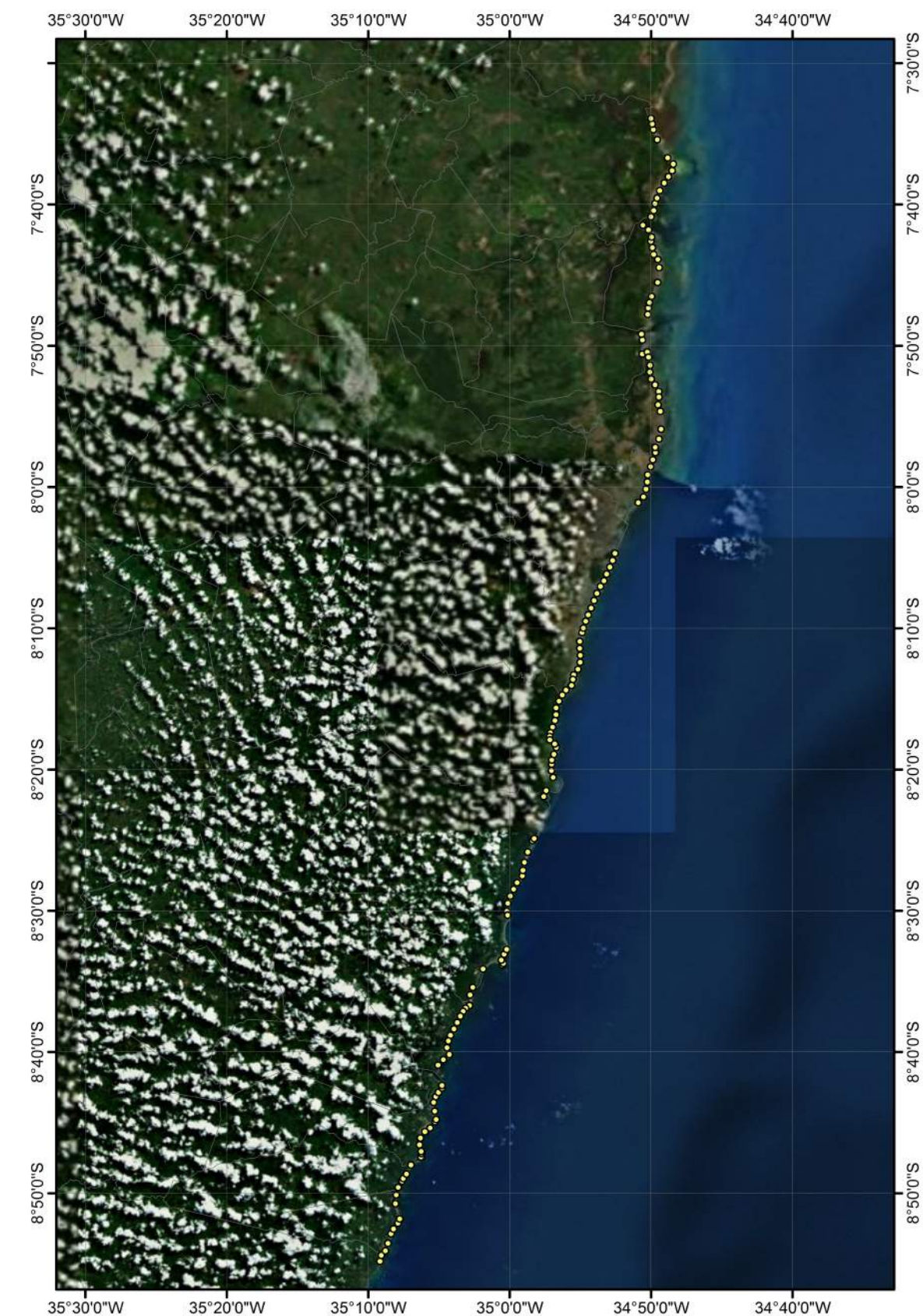
$$EERO = V_LC * p_{V_LC} + I_ERO * p_{I_ERO} \quad (4)$$

$$IVC = DINA * p_{DINA} + SOCI * p_{SOCI} + MORF * p_{MORF} + EERO * p_{EERO} \quad (5)$$

INDICADORES

INDICADOR	Intensidade de vulnerabilidade		
	Baixa	Moderada	Alta
Exposição relativa às ondas	Abrigado	Semi-abrigado	Exposto
Nível do mar	< 0,5 m	0,5 – 0,9 m	> 0,9 m
Altura das ondas incidentes	< 0,5 m	0,5 – 1,25 m	> 1,25 m
Distância da urbanização à linha de costa	> 30 m	15 – 30 m	< 15 m
Densidade populacional	Baixa	Média	Alta
Tipo de urbanização	Quiosques	Casas	Prédios
Tipo de substrato	Consolidado	-	Inconsolidado
Conservação das dunas	Duna vegetada	Duna não vegetada	Ausência de dunas
Variação da linha de costa	Acreção ou estável	Erosão média	Erosão alta
Indicadores visuais de erosão	Baixo	Moderado	Alto

INDICADORES



- Quadriciclo;
- Amostragem a cada 1km ao longo dos 183km da linha de costa;
- GNSS para determinação da linha de costa;
- Tabulação de dados;
- Registro fotográfico.

INDICADORES



INDICADORES



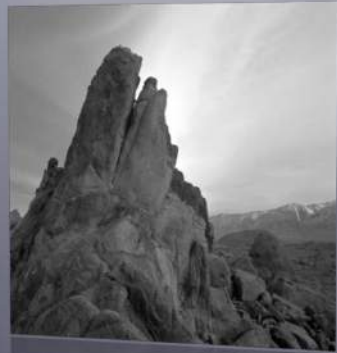
- Cenários de mudanças climáticas envolvendo o Aumento Relativo do Nível Médio do Mar (ARNMM) e aumento na altura significativa (Hs):

Cenários

Parâmetros	Atual	1	2	3	4	5	6	7	8	9
Hs(m)	1,50	1,65	1,65	1,65	1,80	1,80	1,80	2,25	2,25	2,25
ARNMM (m)	0,00	0,25	0,50	1,00	0,25	0,50	1,00	0,25	0,50	1,00

MODELAGEM

- Modelagem como o WAPO no modo REF/DIF;
- Batimetria disponibilizada pelo SMCBrasil (DHN)+ Projeto MAI + Projeto Recifes Costeiros + digitalizações dos recifes costeiros.



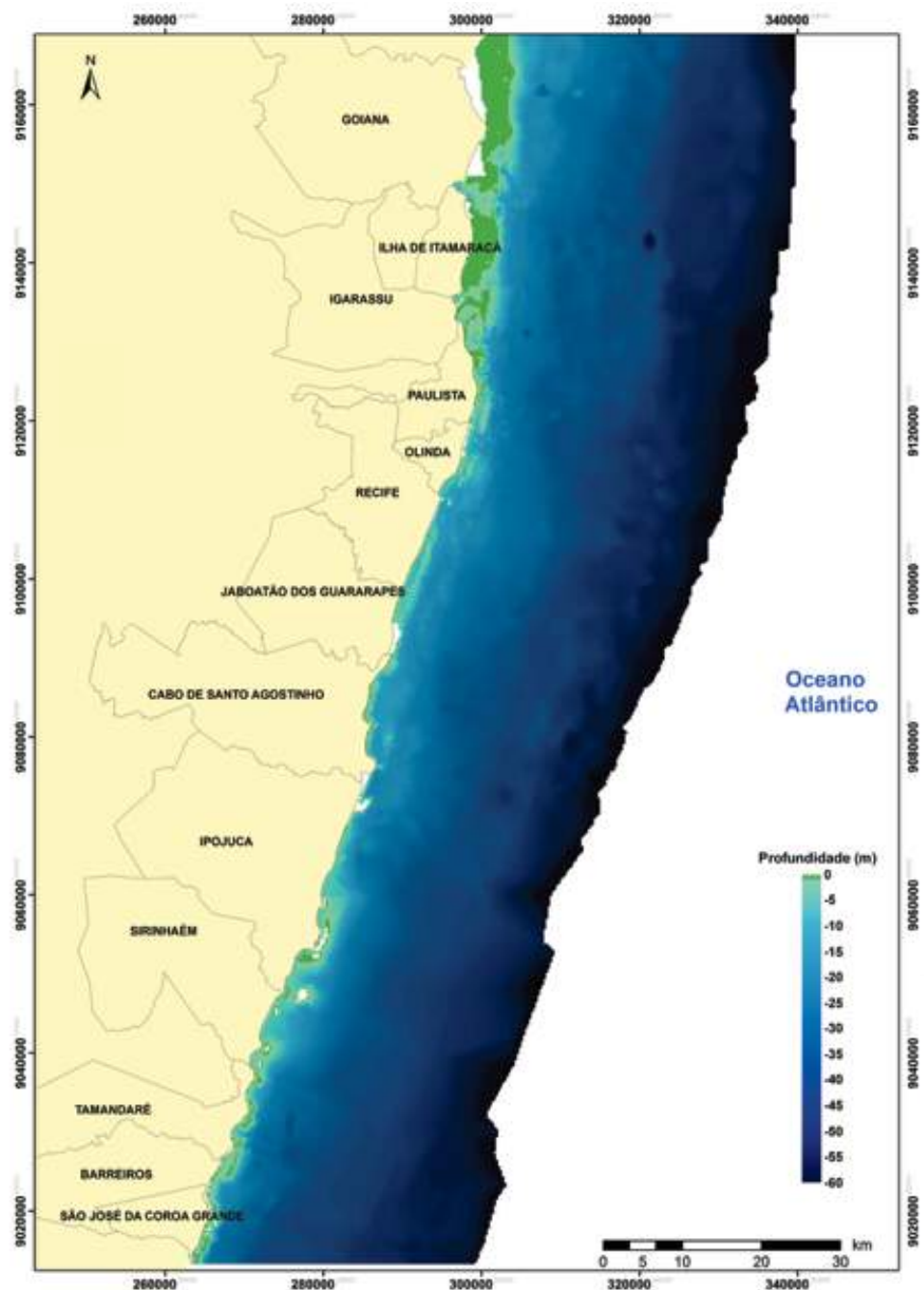
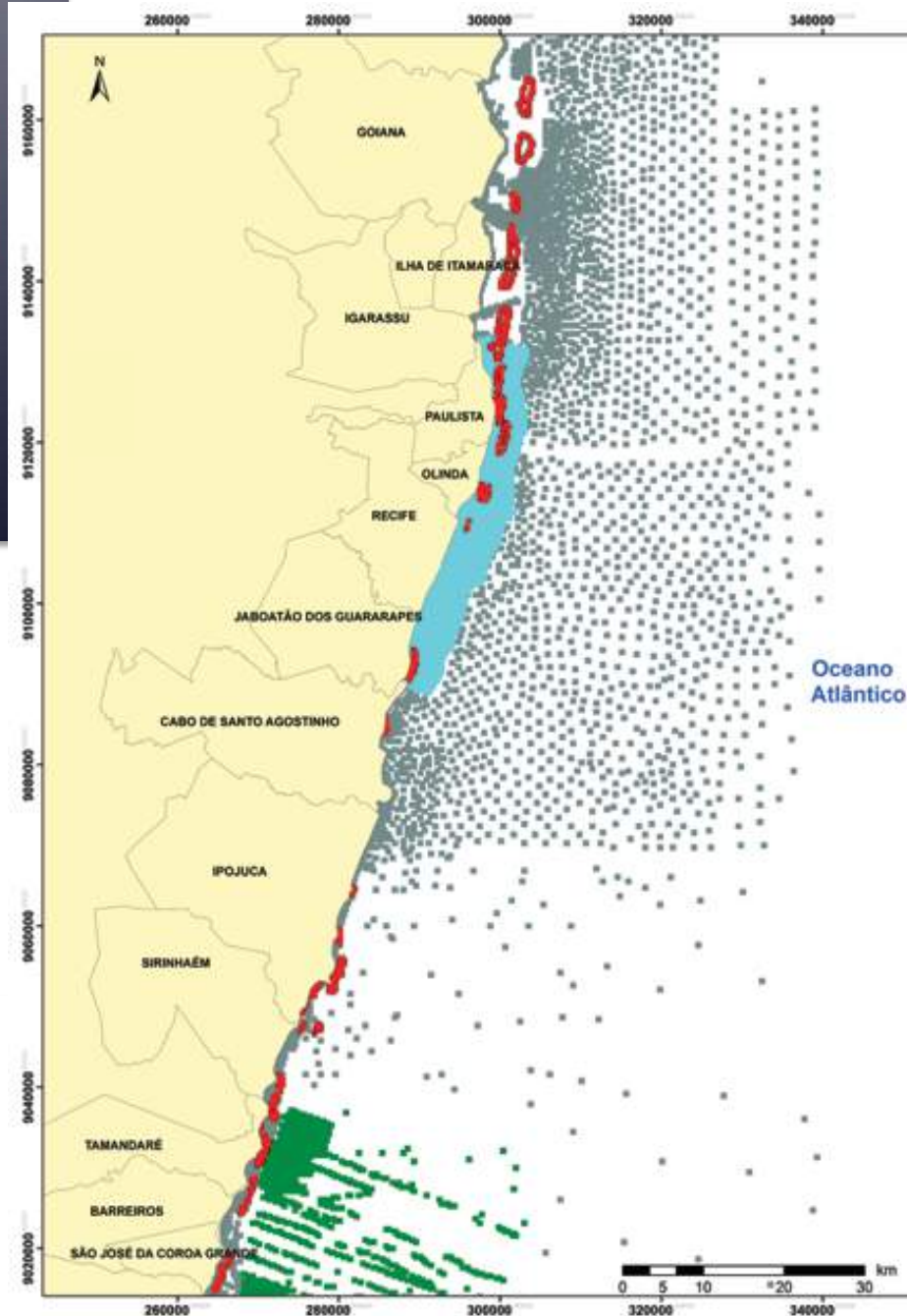
WAPO AND COCO MODELS

QUICK GUIDE

ENGINEERING INSTITUTE, NATIONAL UNIVERSITY OF MEXICO



Rubí Esmeralda Martínez Martínez
Itxaso Odériz Martínez
Edgar Gerardo Mendoza Baldwin
Rodolfo Silva Casarín

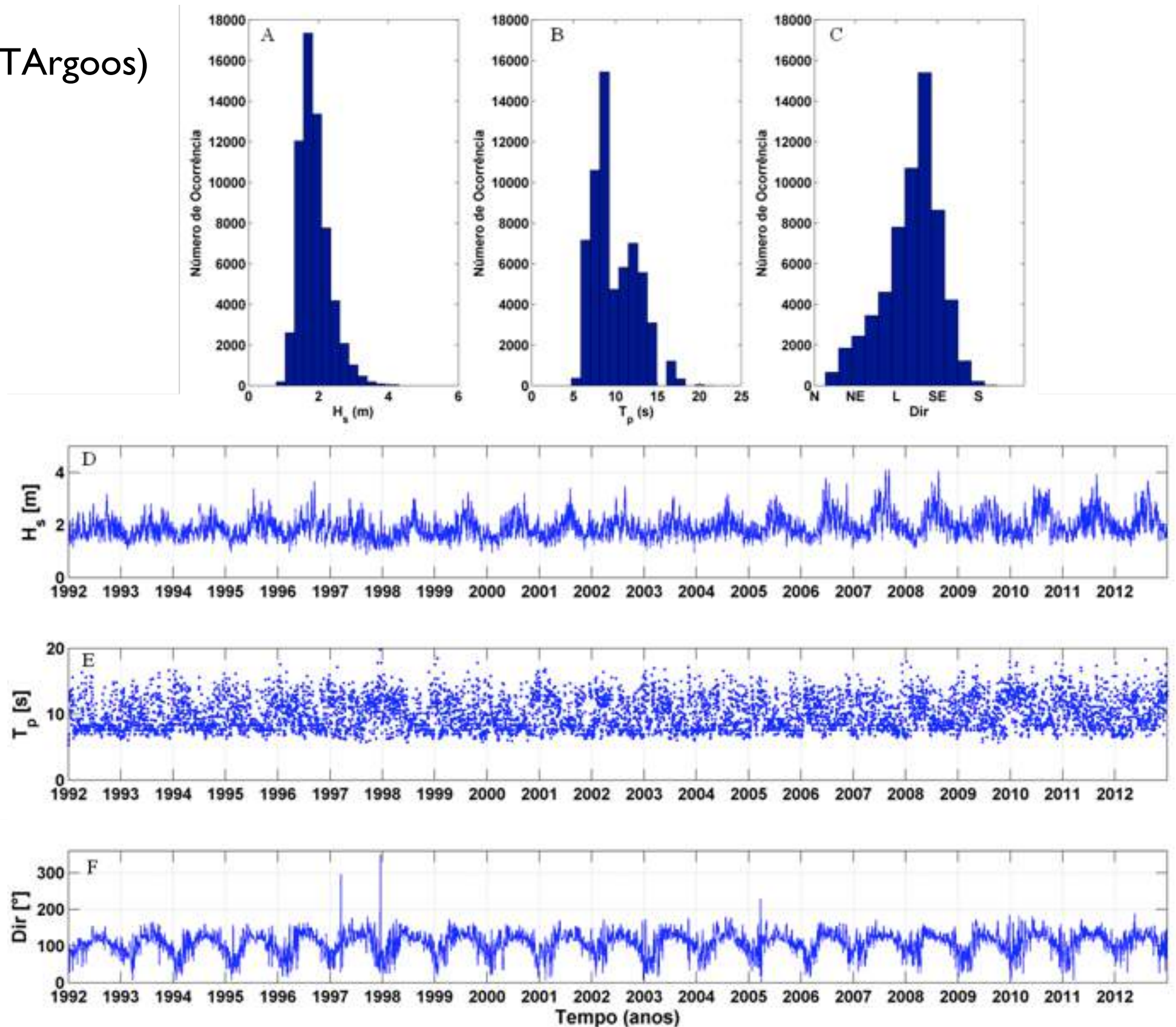


RESULTADOS E DISCUSSÃO



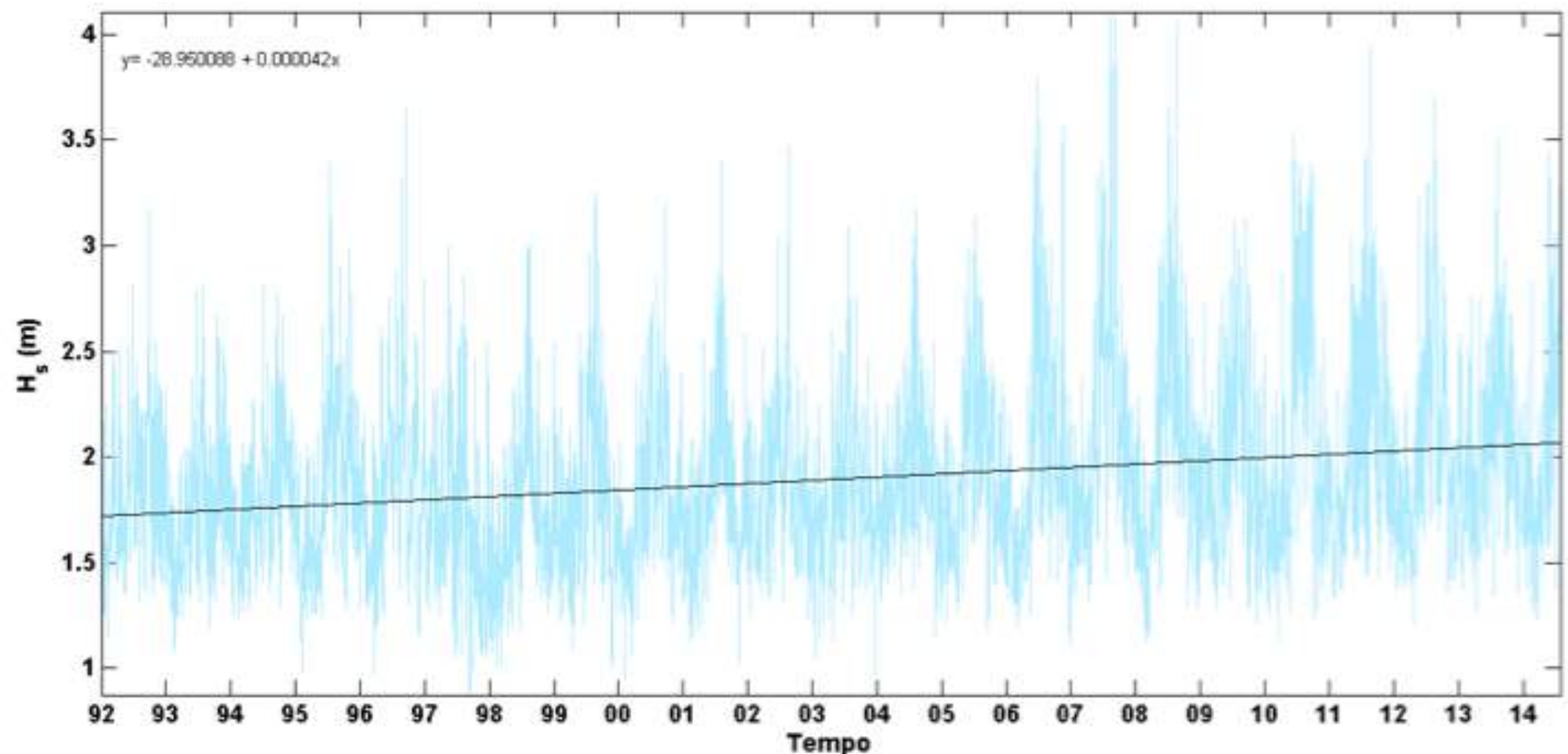
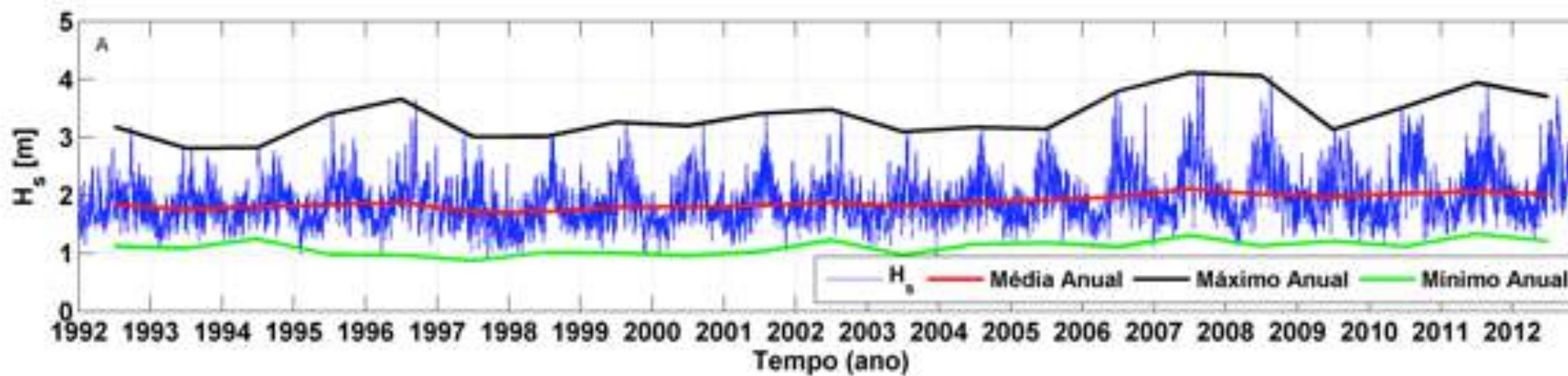
CLIMA DE ONDAS

- Dados do WWIII (BMTArgoos) para 20 anos.
- Altura média 1,5m;
- Direção principal LSE
- Período de pico 8s.



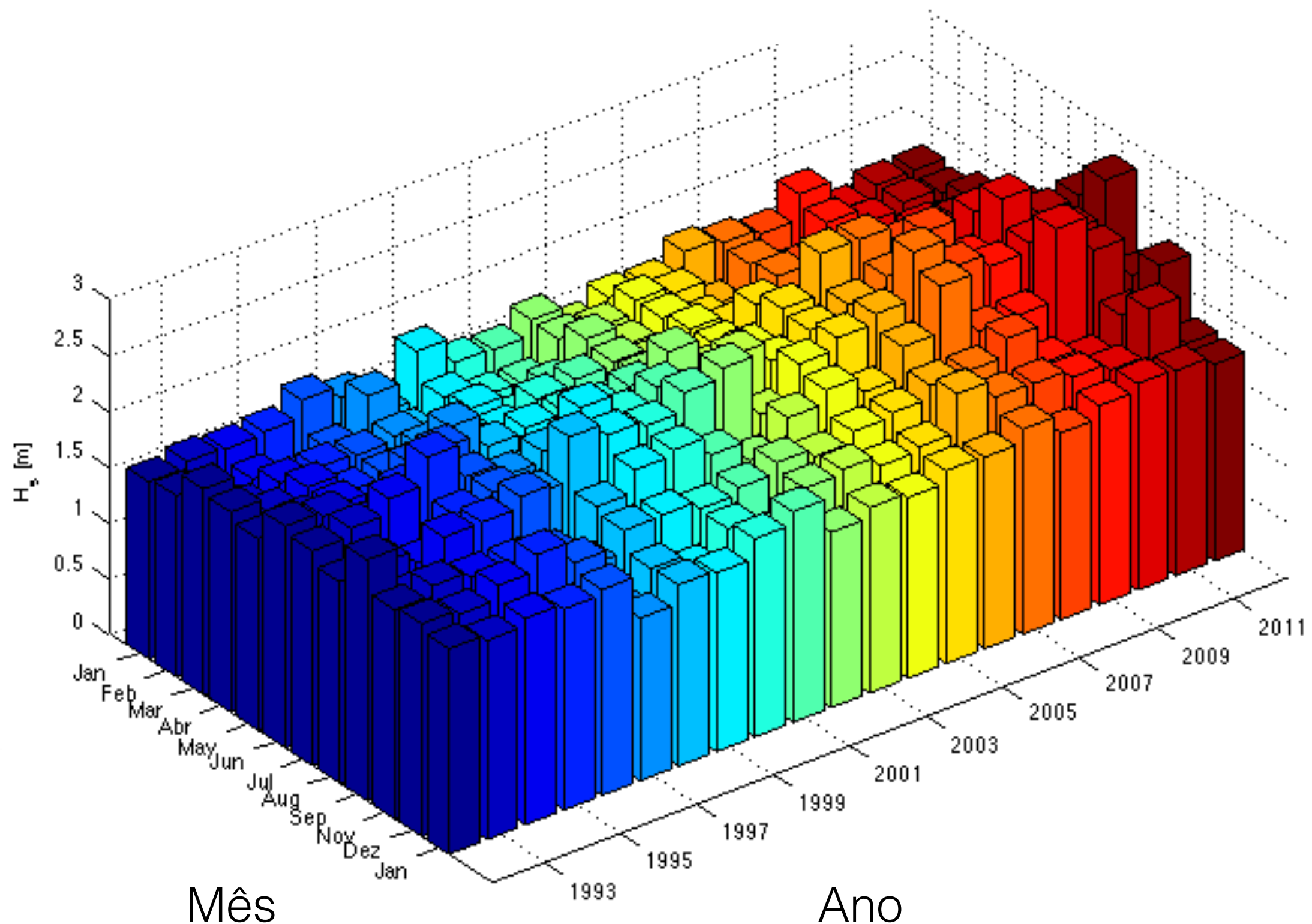
MUDANÇAS NO CLIMA DE ONDAS

- Tendência de aumento na altura das ondas (15mm/ano)

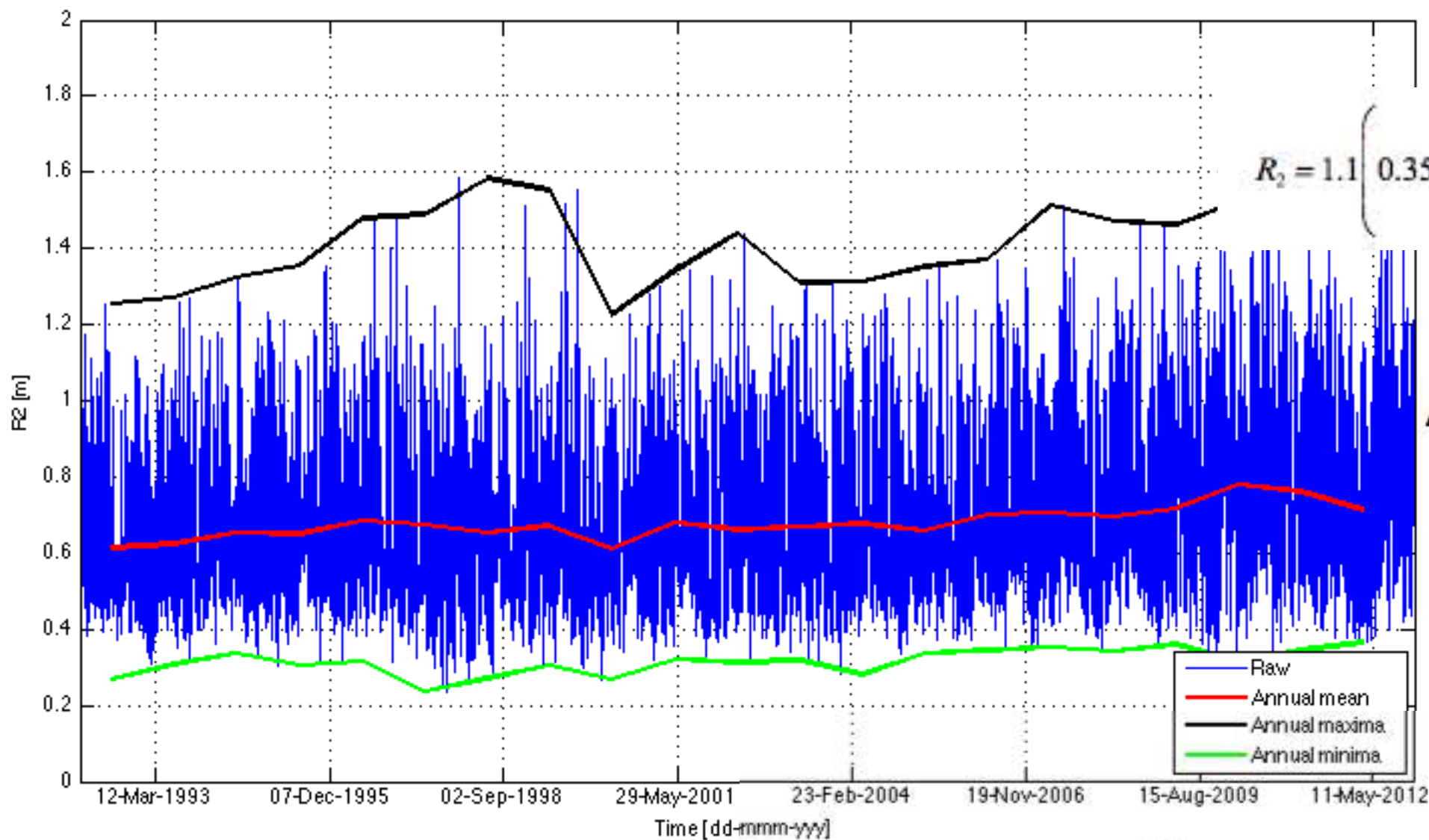


MUDANÇAS NO CLIMA DE ONDAS

- Tendência de aumento na altura das ondas no inverno.



MUDANÇAS NO CLIMA DE ONDAS

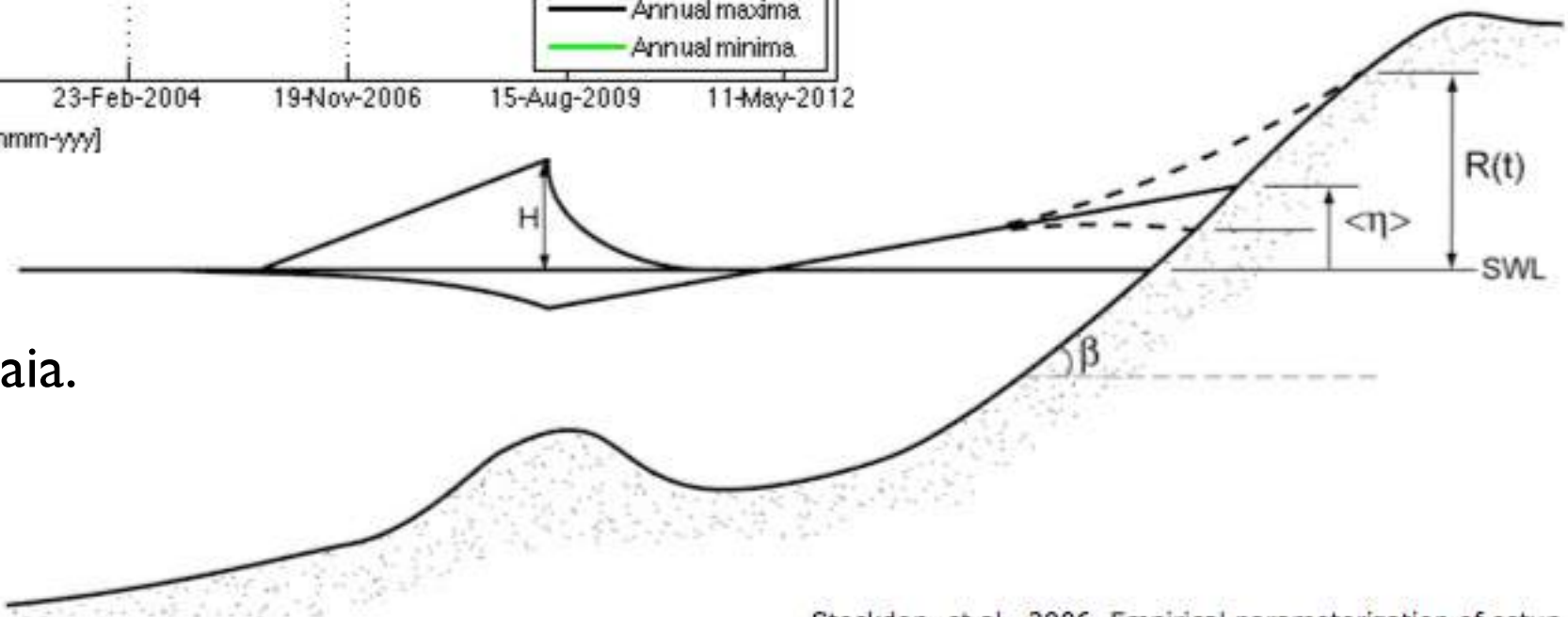


$$R_2 = 1.1 \left(0.35\beta(H_0L_0)^{1/2} + \frac{[H_0L_0(0.563\beta^2 + 0.004)]^{1/2}}{2} \right)$$

Runup - 20 mm/ano

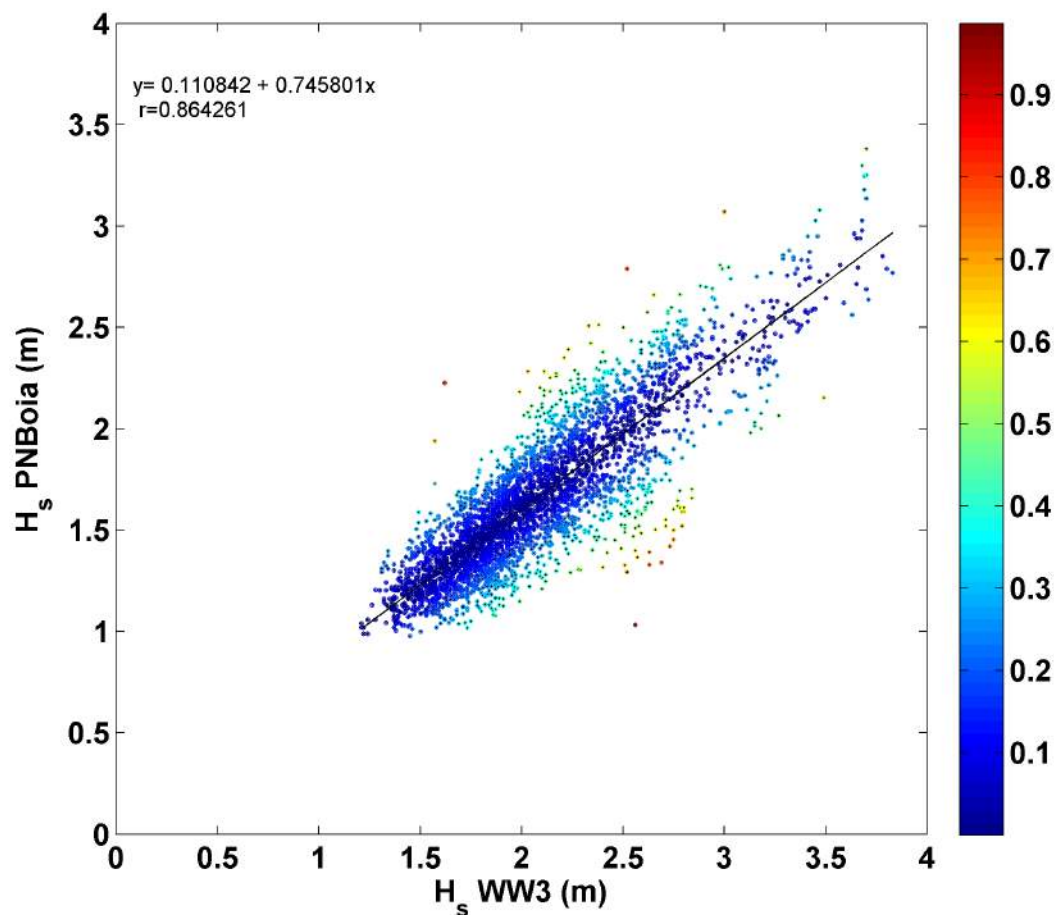
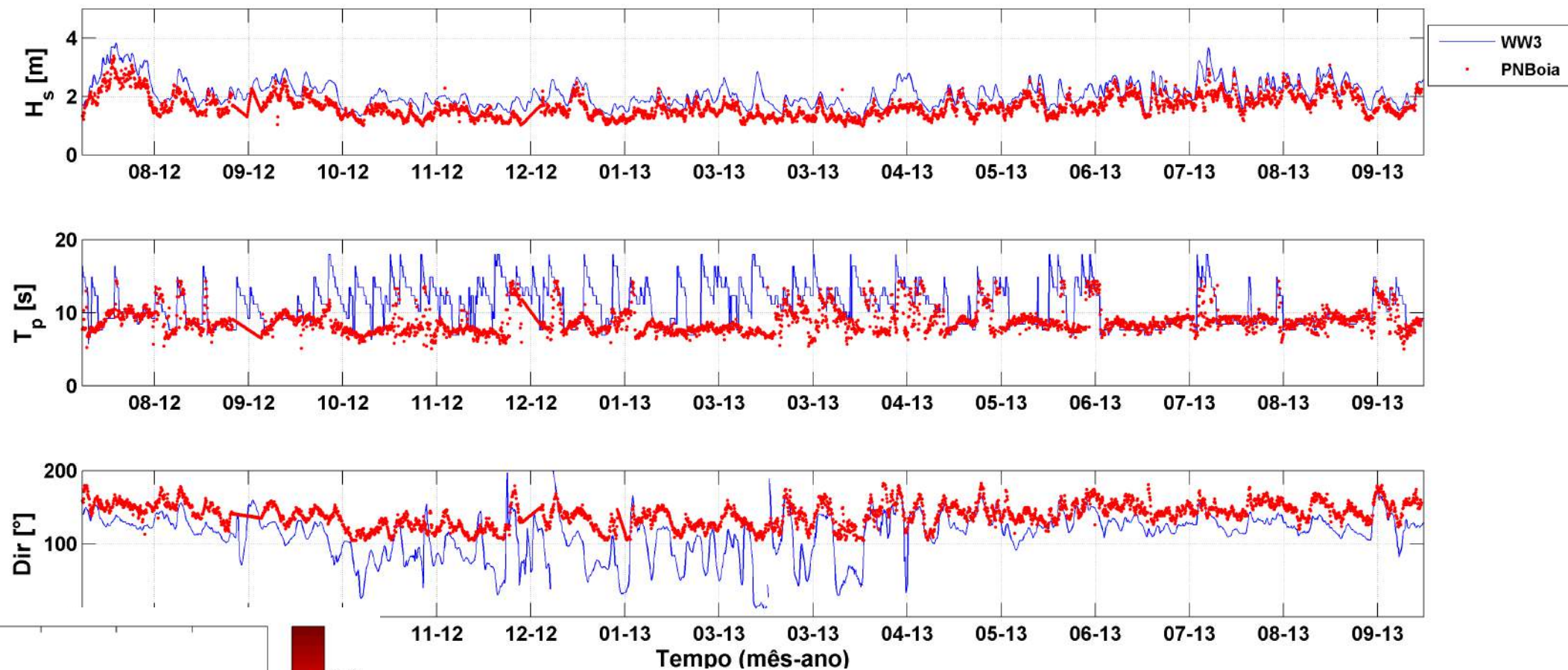
ANRM - 3.26 mm/ano

- Magnificação do efeito sobre a praia.

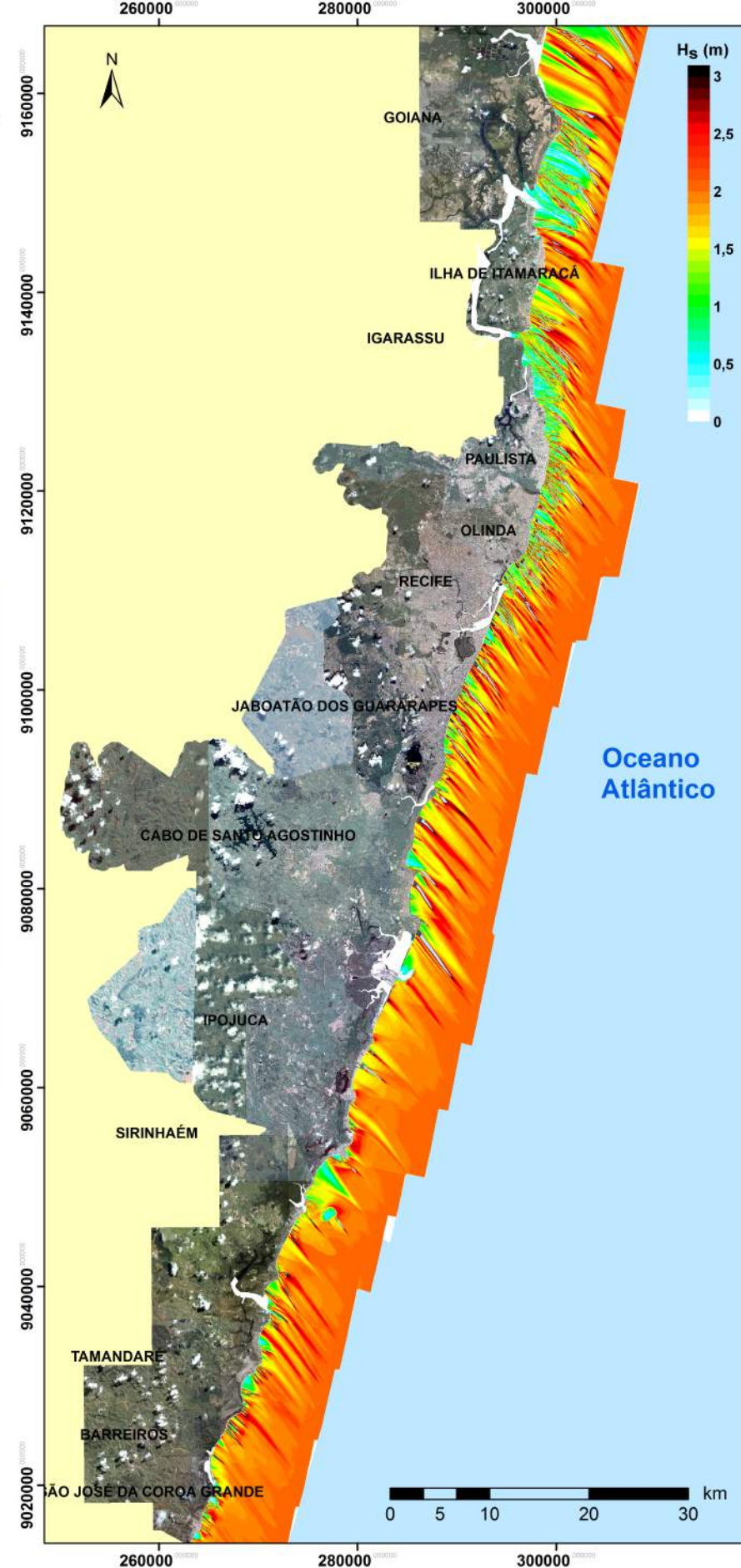
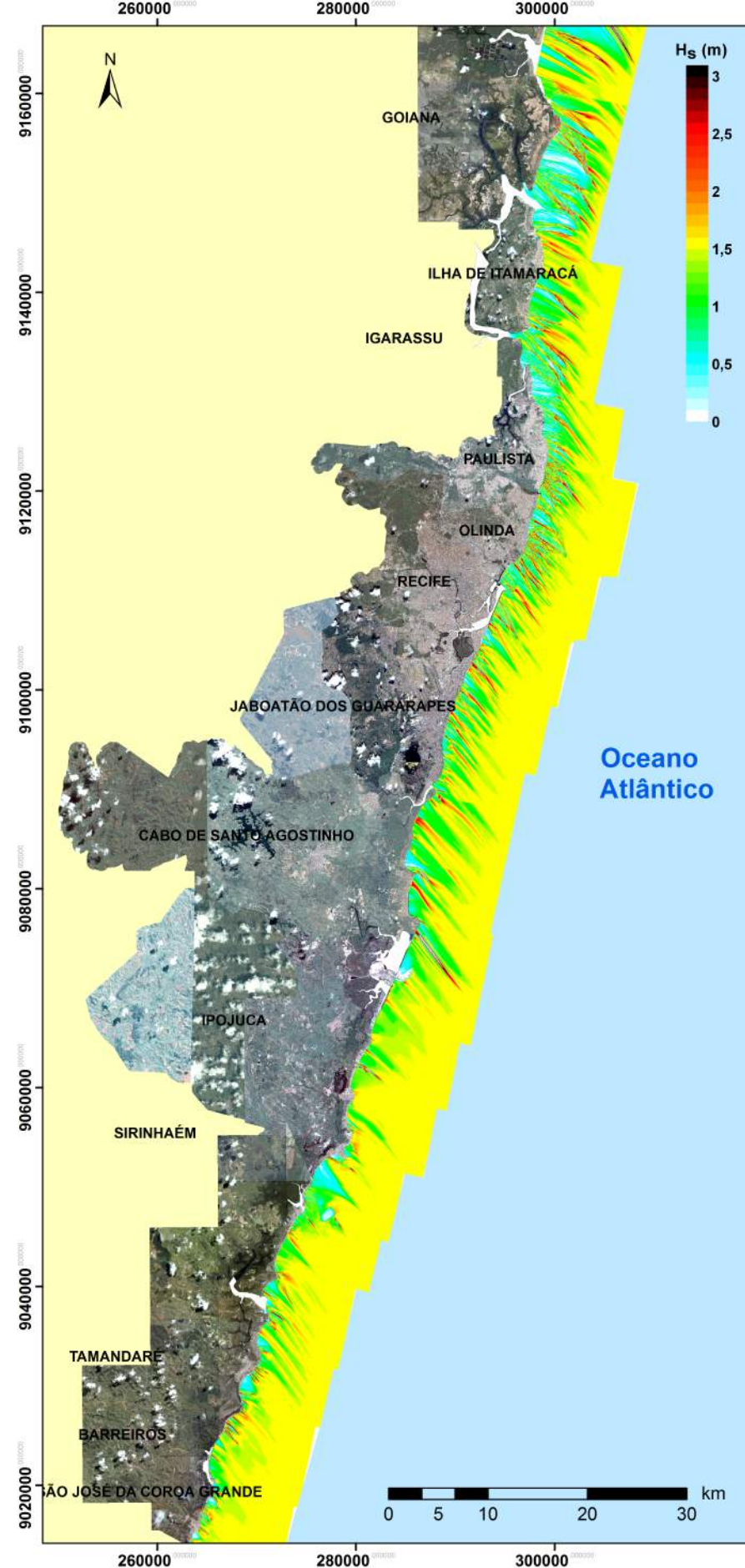


Stockdon, et al., 2006. Empirical parameterization of setup, swash, and runup, *Coastal Engineering*, 53(7), pp. 573-588.

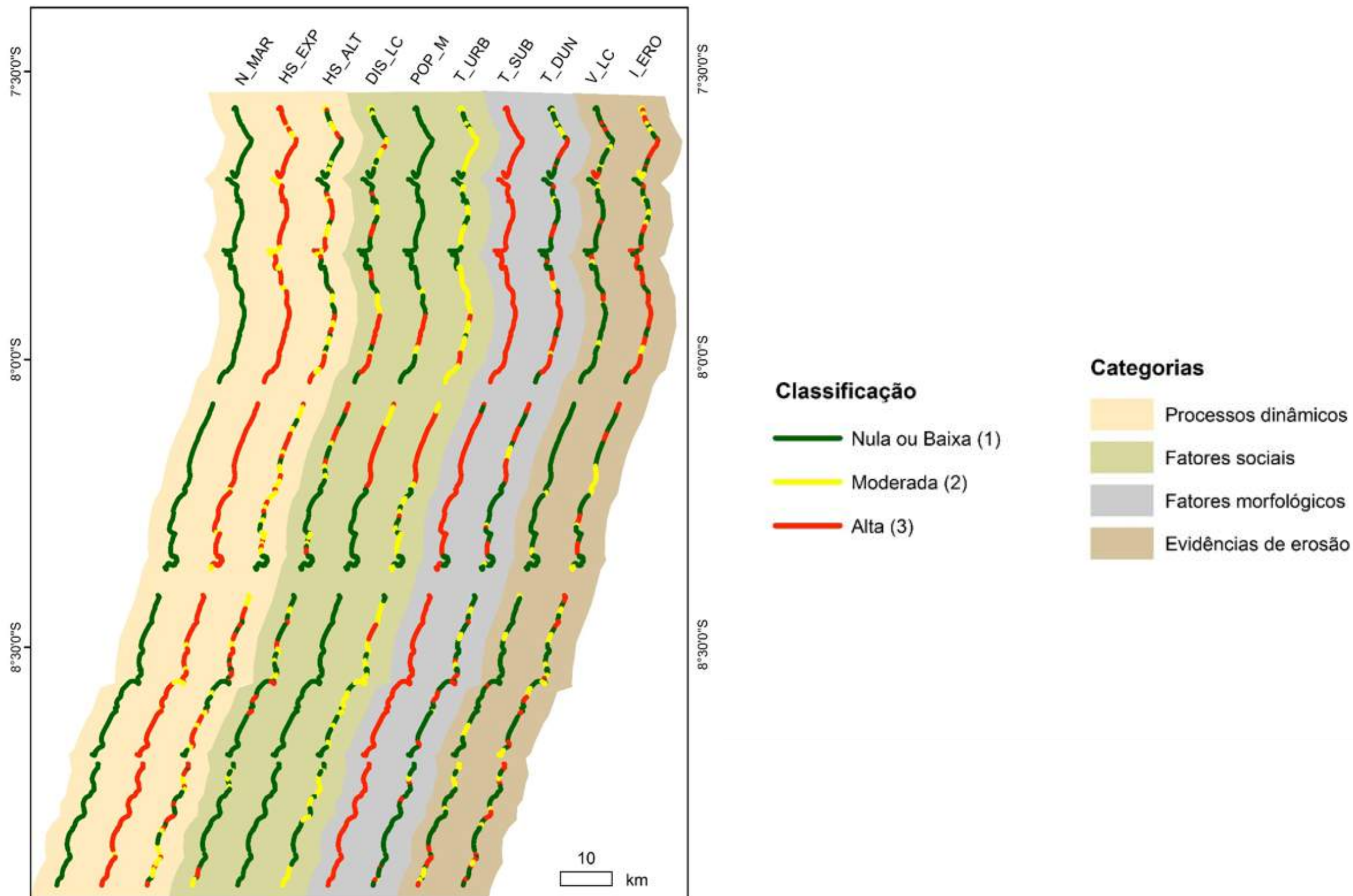
MODELADO X MEDIDO



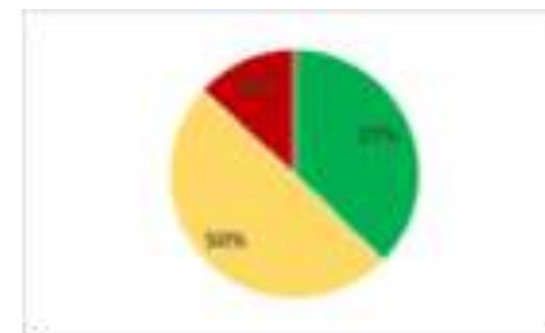
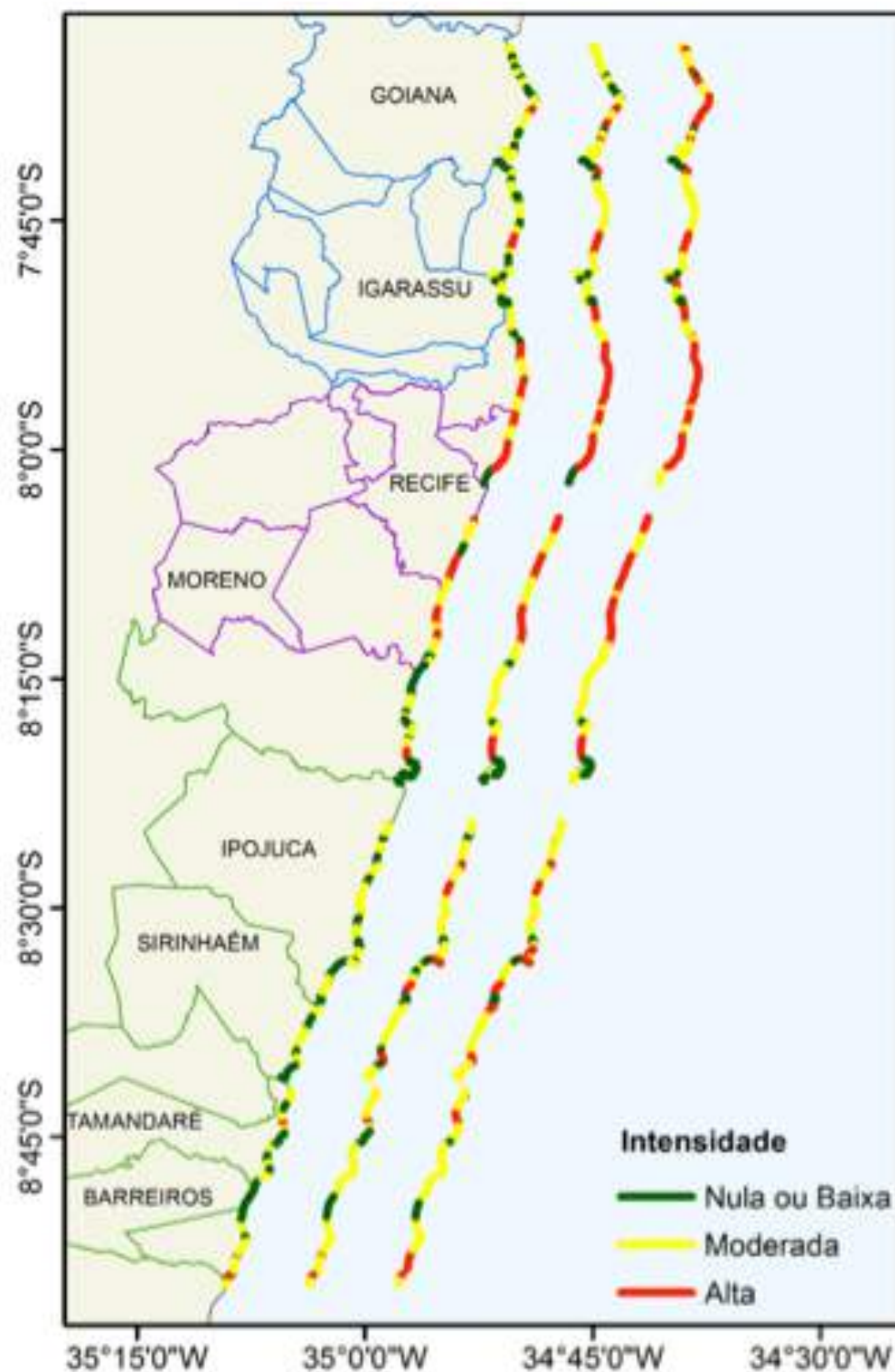
- Correlação significativa;
- O modelo superestima algumas alturas e períodos;
- O modelo aponta uma ondulação de NE aparentemente inexistente.



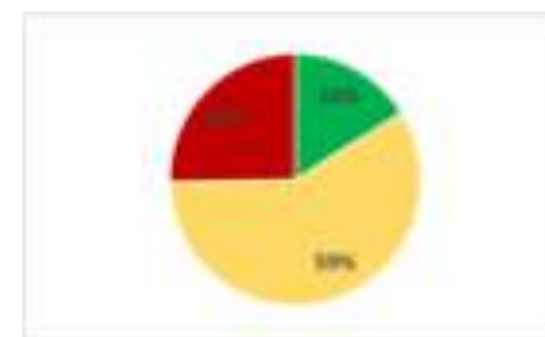
INDICADORES



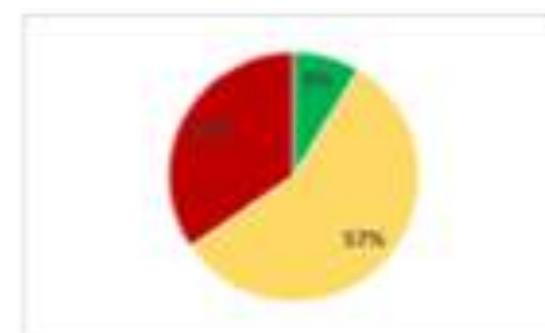
VULNERABILIDADE



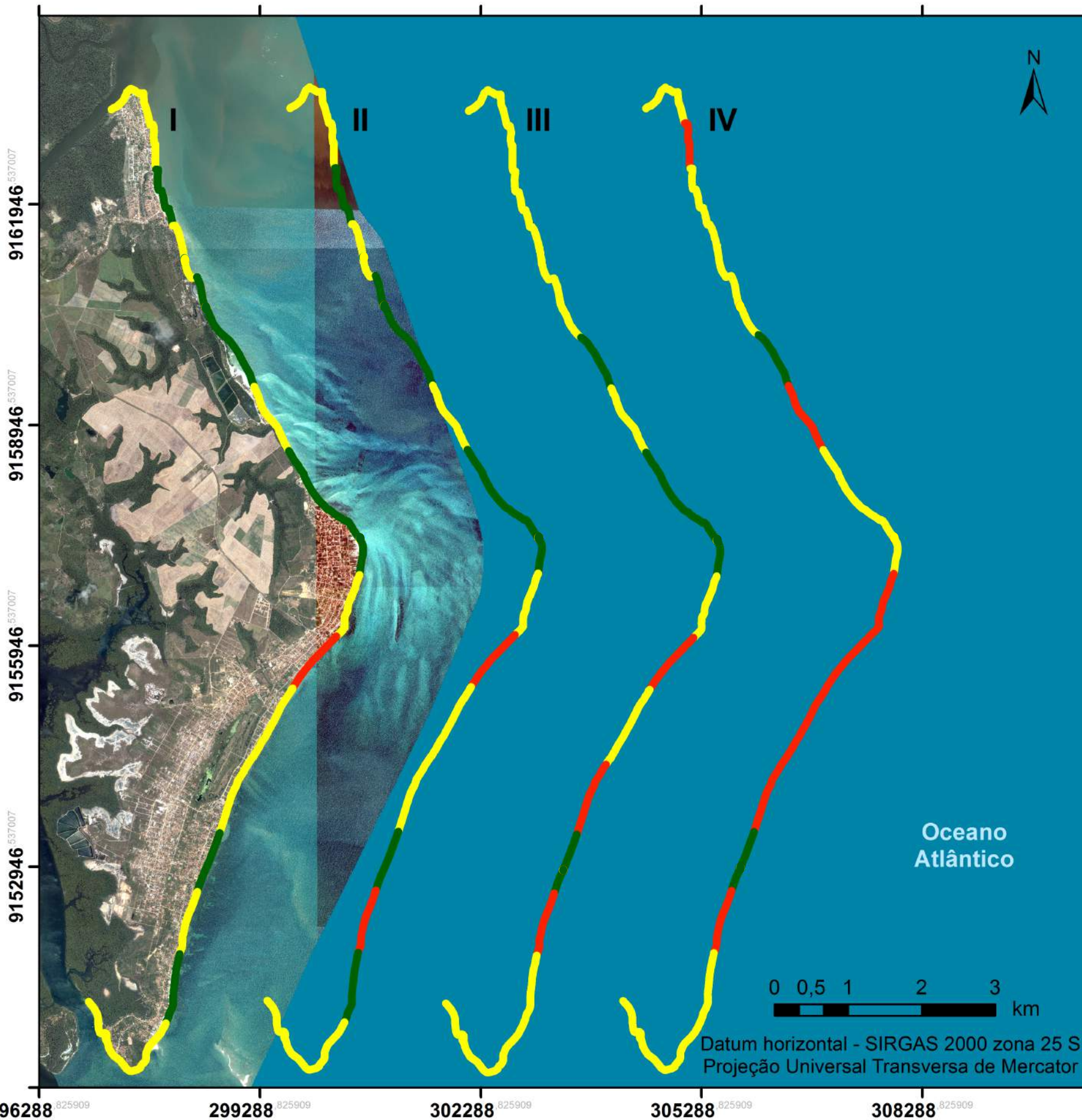
Hs= 1,5m
ARNMM=0,0m



Hs= 1,8m
ARNMM=0,5m



Hs= 2,25 m
ARNMM=1,0m



VULNERABILIDADE COSTEIRA ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS - GOIANA -

Legenda

Grau de vulnerabilidade

— Nula ou Baixa

— Moderada

— Alta

Projeções:

I* - $H_s = 1,50$ m ARNMM = 0,00 m

II - $H_s = 1,65$ m ARNMM = 0,25 m

III - $H_s = 1,80$ m ARNMM = 0,50 m

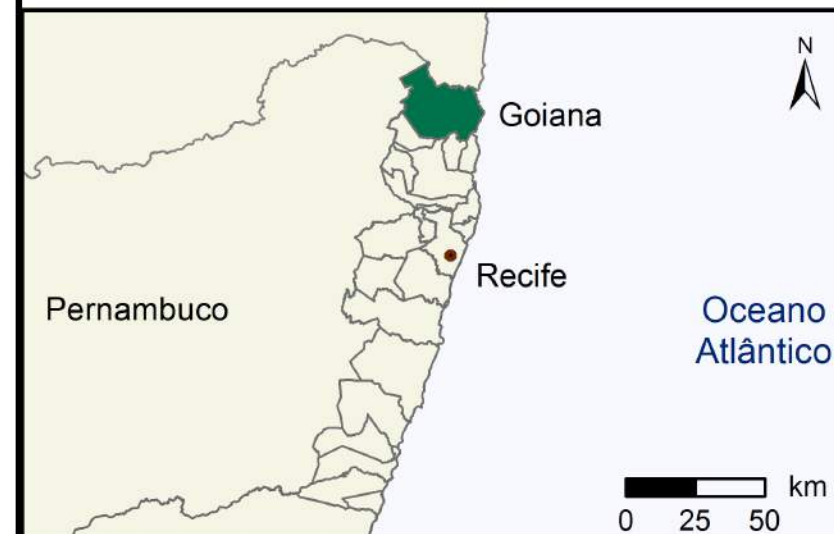
IV - $H_s = 2,25$ m ARNMM = 1,00 m

*Situação atual

Imagem Quick Bird - Agência CONDEPE/FIDEM

Dados vetoriais: IBGE

Autor: Karoline A. Martins (2015)



FUNDO CLIMA

Ministério da
Educação

Ministério do
Meio Ambiente

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

Secretaria de
Meio Ambiente e
Sustentabilidade

PERNAMBUCO
GOVERNO DO ESTADO

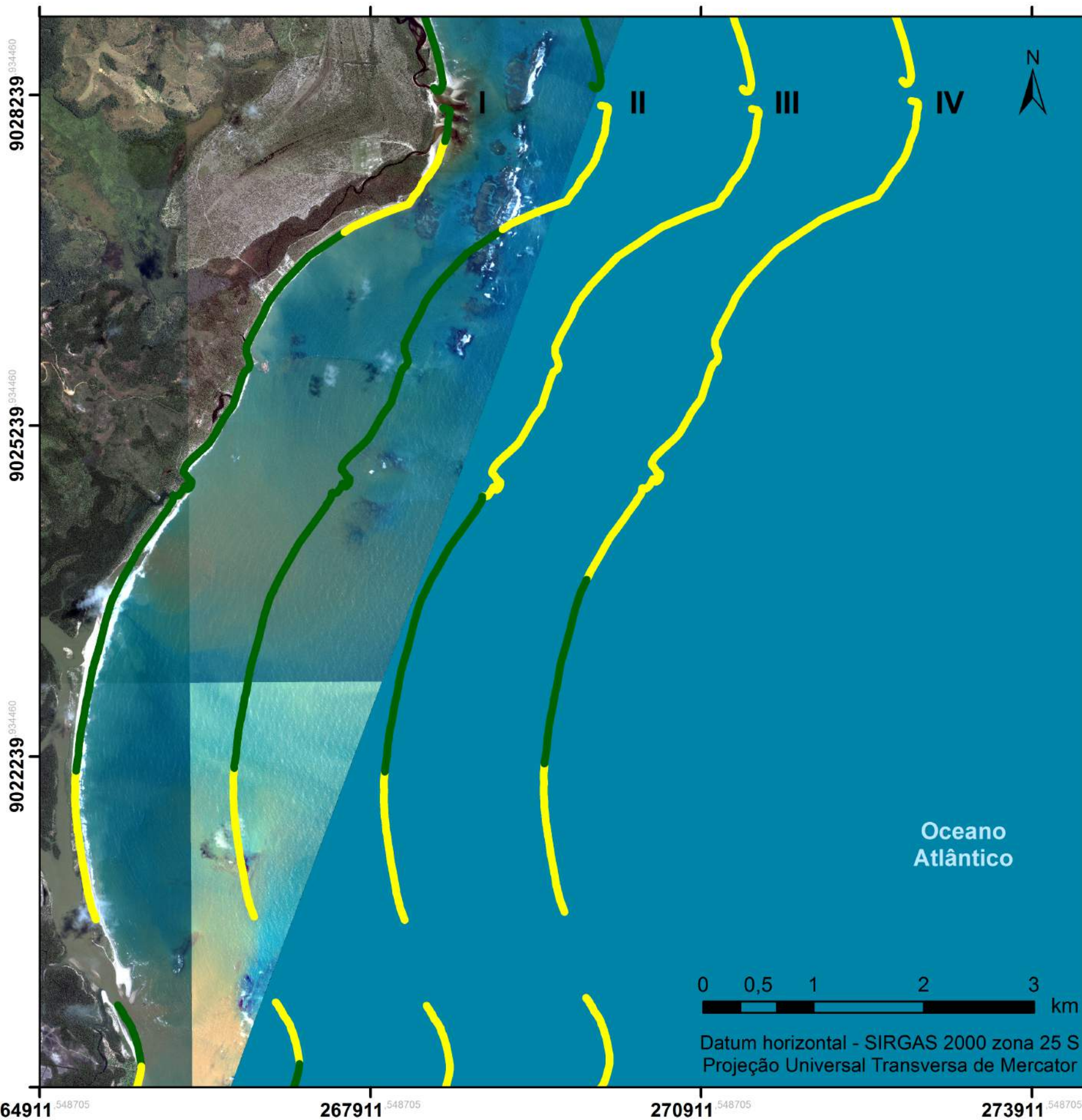


UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO



Laboge

LACOST
Laboratório de
Cartografia Costeira
www.ufpe.br/lacost



VULNERABILIDADE COSTEIRA ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS - BARREIROS -

Legenda

Grau de vulnerabilidade

— Nula ou Baixa

— Moderada

— Alta

Projeções:

I* - $H_s = 1,50$ m ARNMM = 0,00 m

II - $H_s = 1,65$ m ARNMM = 0,25 m

III - $H_s = 1,80$ m ARNMM = 0,50 m

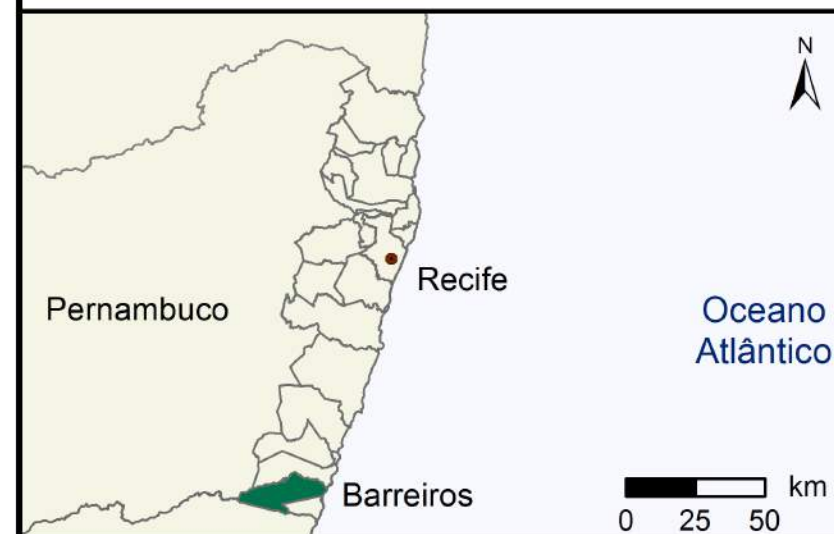
IV - $H_s = 2,25$ m ARNMM = 1,00 m

*Situação atual

Imagem Quick Bird - Agência CONDEPE/FIDEM

Dados vetoriais: IBGE

Autor: Karoline A. Martins (2015)



FUNDO CLIMA

Ministério da
Educação

Ministério do
Meio Ambiente

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

Secretaria de
Meio Ambiente e
Sustentabilidade

PERNAMBUCO
GOVERNO DO ESTADO

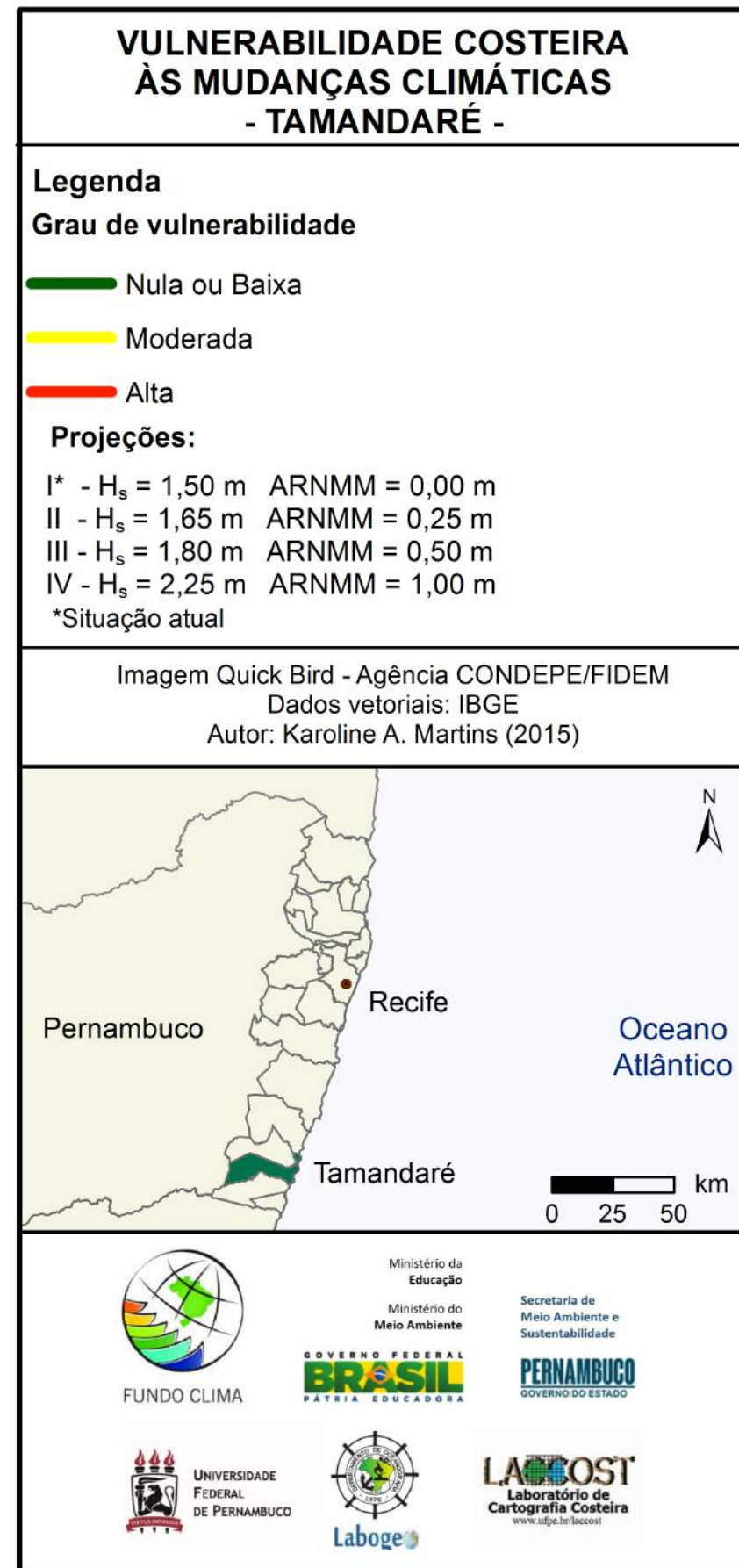
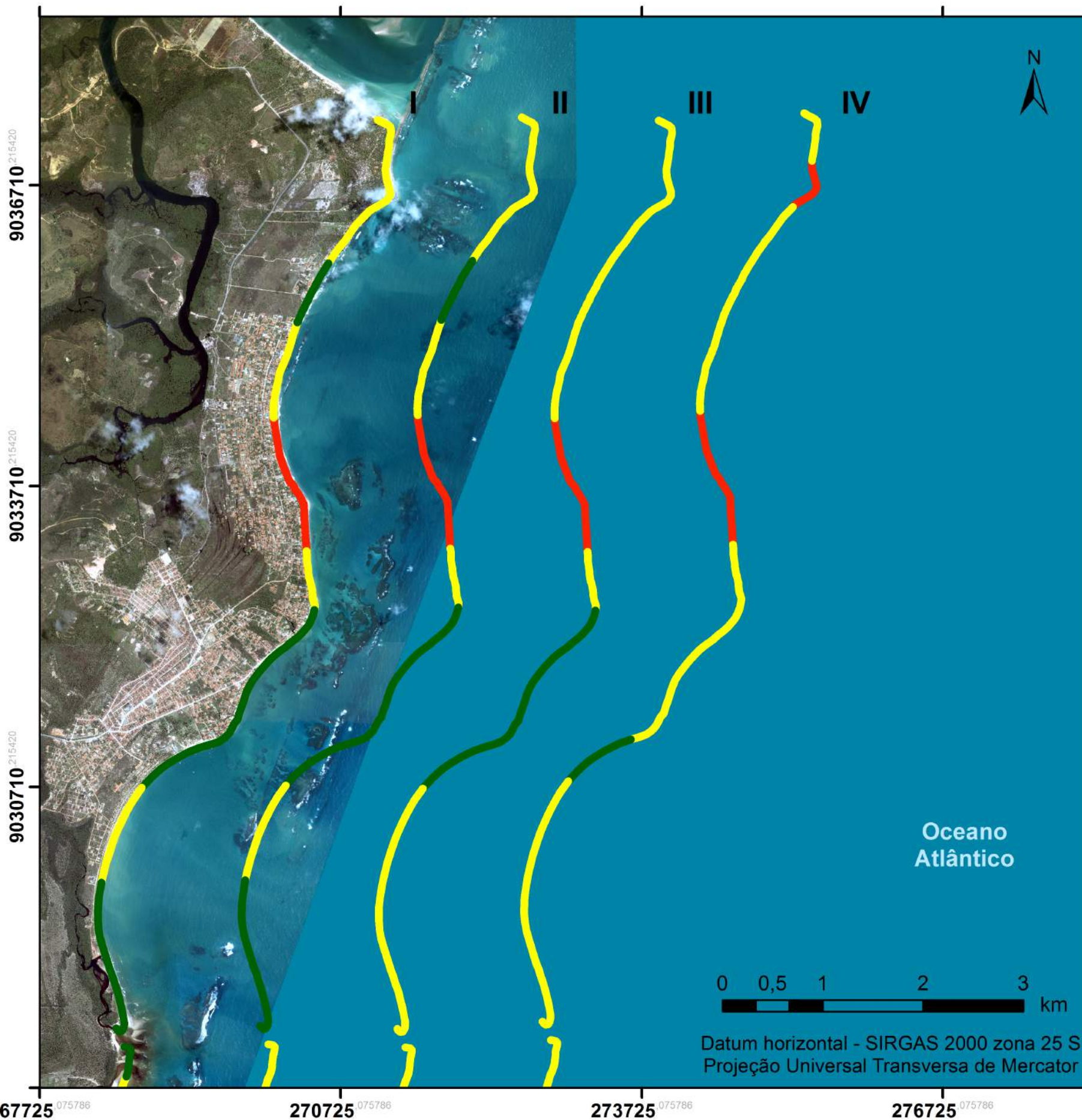


UNIVERSIDADE
FEDERAL
DE PERNAMBUCO



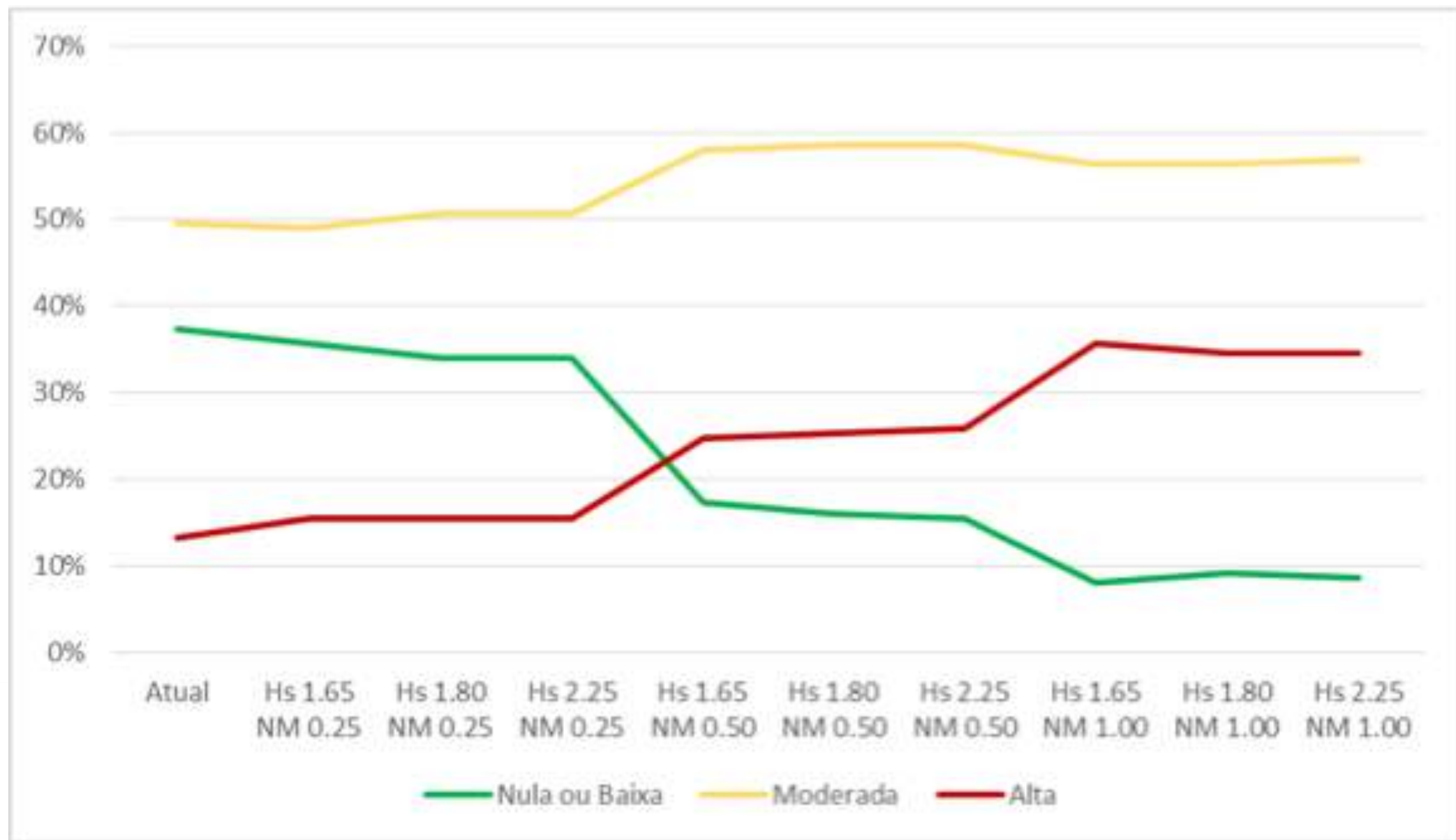
Laboge

LACOST
Laboratório de
Cartografia Costeira
www.ufpe.br/lacost



VULNERABILIDADE

- Alteração do grau de vulnerabilidade como consequência das mudanças climáticas.



SÍNTESE



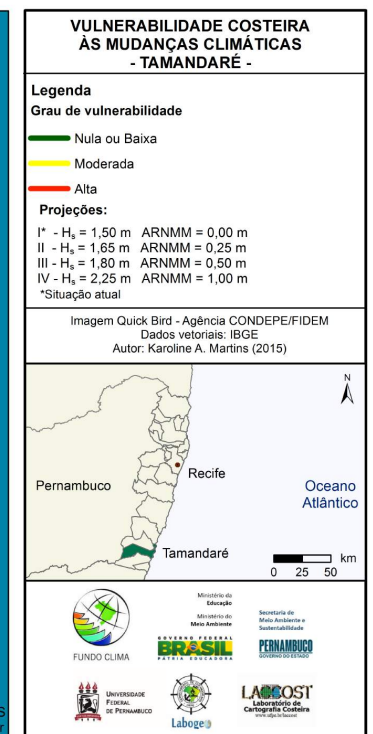
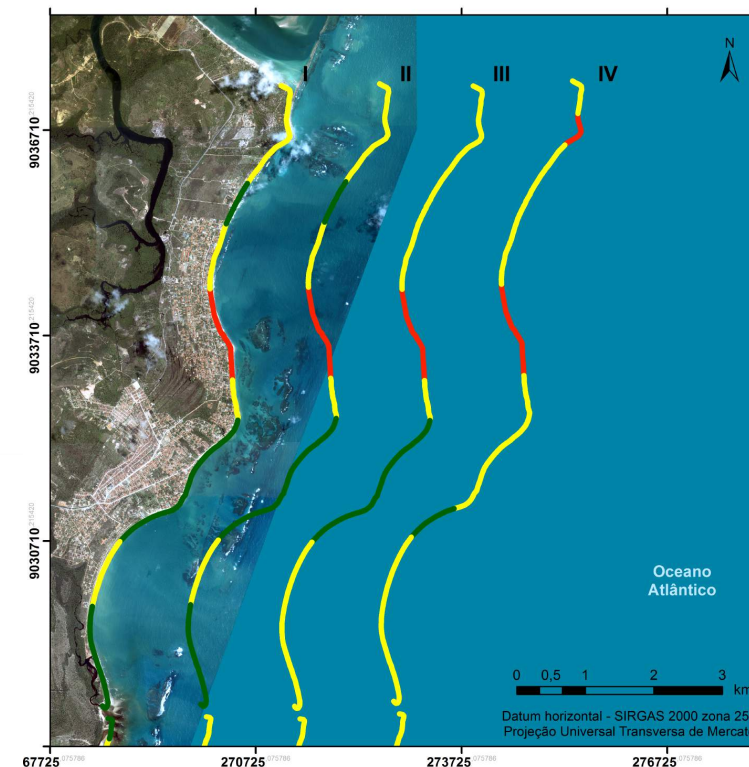
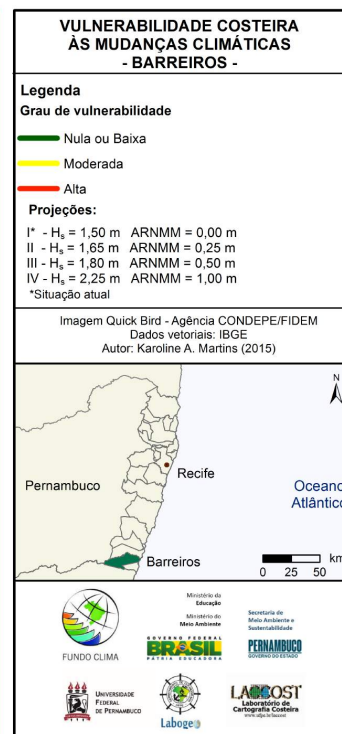
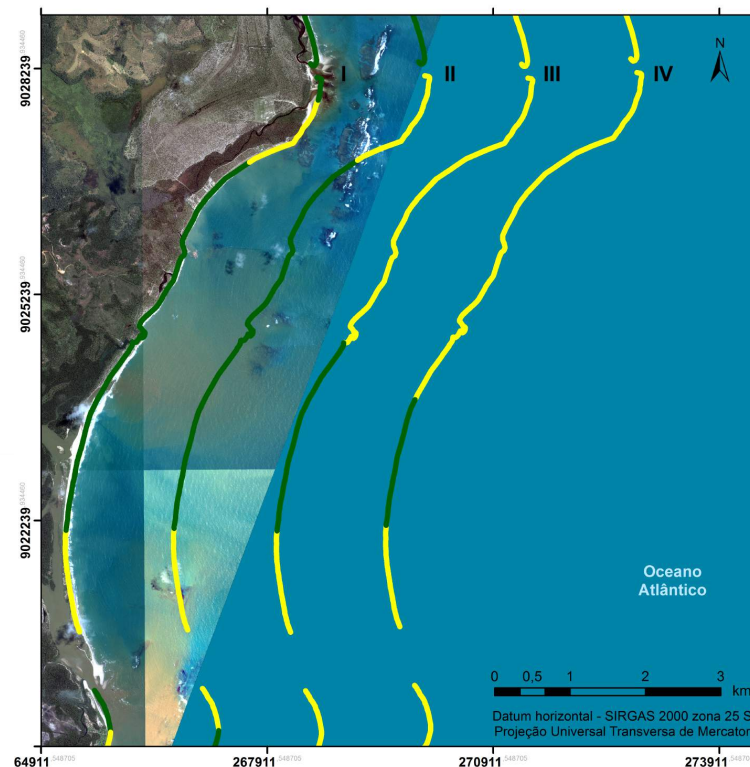
CONCLUSÕES

- Aumento da vulnerabilidade em todos os setores;
- Devido à influencia dos fatores sociais na vulnerabilidade o Núcleo Metropolitano é o mais vulnerável às mudanças climáticas
- O Setor Norte é o setor que menos apresenta modificações nos cenários de MC, porém é o que vem sofrendo maior pressão urbanística e consequentemente as maiores taxas de erosão.
- O Setor Sul, mesmo no cenário mais pessimista, continua sendo o menos vulnerável.

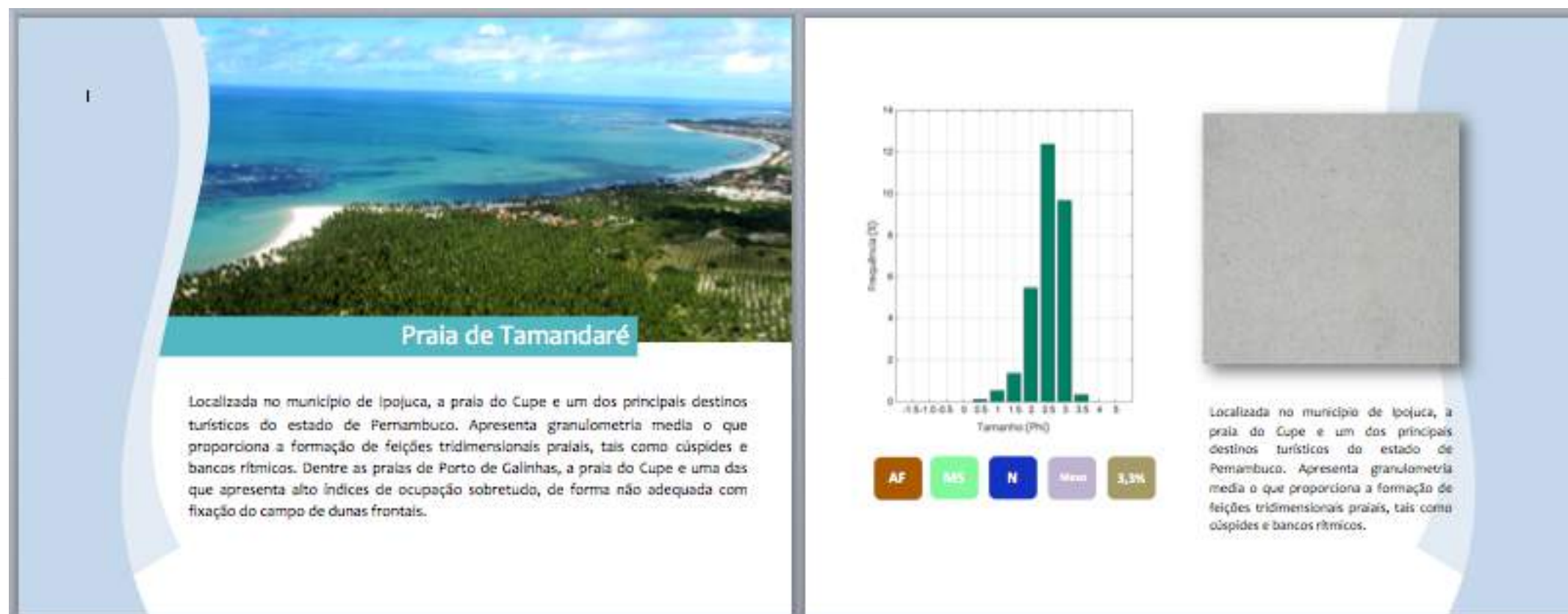
SUGESTÕES PARA O APERFEIÇOAMENTO

- Batimetria de maior detalhe;
- Inclusão da direção de incidência das ondas na análise;
- Topografia de detalhe através de *Laser Scannings (LIDAR)*;
- Inclusão dos efeitos das mudanças do clima sobre os recifes costeiros;
- Realização de cálculos de retrogradação da linha de costa incluindo os efeitos do *runup*;
- Implementação de um marégrafo;
- Monitoramento contínuo (anual) da linha de costa;
- Livre acesso a dados base!!!

PUBLICAÇÃO DO ATLAS



PUBLICAÇÃO DO GUIA



AGRADECIMENTOS



FUNDO CLIMA

Ministério da
Educação

Ministério do
Meio Ambiente

GOVERNO FEDERAL
BRASIL
PÁTRIA EDUCADORA

Secretaria de
Meio Ambiente e
Sustentabilidade

PERNAMBUCO
GOVERNO DO ESTADO

