

**ELABORAÇÃO DE ESTUDOS
INVESTIGATIVOS PRELIMINARES,
RELATÓRIO TÉCNICO DE
PROPOSIÇÕES DE SOLUÇÕES E
PROJETO BÁSICO DE ENGENHARIA
PARA ESTABILIZAÇÃO DA PRAIA DE
PIRATININGA E A RECUPERAÇÃO DO
SEU CALÇADÃO**

SUMÁRIO DA APRESENTAÇÃO

- OBJETIVOS DO PROJETO
- EXPERIÊNCIA DA EMPRESA
- BREVE INTRODUÇÃO À ENGENHARIA COSTEIRA
- DIAGNÓSTICO DA PRAIA DE PIRATININGA
- PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS
- MODELAGEM HIDRODINÂMICA E MORFODINÂMICA
- COMPARAÇÃO ENTRE AS ALTERNATIVAS

OBJETIVOS

- Realizar estudos preliminares de engenharia costeira e geotecnia a fim de avaliar a dinâmica da praia de Piratininga;
- Elaborar um diagnóstico da área;
- Propor soluções técnicas com a finalidade de subsidiar a escolha da melhor técnica para toda a praia;
- Realizar modelagem matemática considerando as alternativas tecnológicas;
- Elaboração de Projeto Básico de engenharia da alternativa escolhida.

EXPERIÊNCIA DA EQUIPE

A equipe técnica é especializada em projetos e estudos nas áreas de Engenharia Costeira e Oceânica, Hidrologia Fluvial, Saneamento e Impactos Ambientais. Seus profissionais têm títulos de M.Sc. e D.Sc. pela COPPE, um dos institutos de pós-graduação mais conceituados do país.

A empresa tem experiência em projetos semelhantes de mais de 25 anos.

EXPERIÊNCIA DA EQUIPE

Vem participando em projetos de grande porte, dos quais se destacam na região e afins a este trabalho:

Projeto Executivo de Recuperação da Orla Marítima de Matinhos, PR, contratante: Instituto das Águas do Paraná, extensão 8,5km

Jardim Imbui

Projeto Executivo de Recuperação das Praias de Sepetiba, Rio de Janeiro, RJ, contratante: Serla, extensão total: 3,8km

Mirassolândia

Projeto do Engordamento Artificial da Praia de Iguaba Grande, contratante: Prefeitura Municipal de São Pedro da Aldeia, RJ, extensão: 2,9km

EXPERIÊNCIA DA EQUIPE

- **Projeto de Recuperação da Praia Central de Anchieta, contratante: Prefeitura Municipal de Anchieta, ES, extensão: 3,5km**
- **Projeto de Recuperação da Praia da Nicha, Luanda, Angola. Contratante: Construtora Queiroz Galvão Internacional**
- **Projeto de Quebramar de Abrigo e Dragagem para o Terminal de GNL de Barra do Riacho, ES. Contratante: Promon**
- **Estimativa dos Volumes de Aterro Hidráulico, Molhe de Abrigo e Dragagem da Base de Apoio Logístico da C-PORT, Itapemirim, ES, contratante: Construtora Andrade Gutierrez**

SUMÁRIO DA APRESENTAÇÃO

· OBJETIVOS DO PROJETO

· EXPERIÊNCIA DA EMPRESA

 · **BREVE INTRODUÇÃO À ENGENHARIA COSTEIRA**

· DIAGNÓSTICO DA PRAIA DE PIRATININGA

· PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS

· MODELAGEM HIDRODINÂMICA E MORFODINÂMICA

· COMPARAÇÃO ENTRE AS ALTERNATIVAS

Movimentação das Areias

- Em praias oceânicas, as areias são fortemente movimentadas pelas ondas
- Transporte Longitudinal – as areias são movimentadas ao longo da praia
- Transporte Transversal – as areias são movimentadas para o fundo ou para a praia

Movimentação das Areias

Transporte Longitudinal

Transporte Longitudinal para Oeste

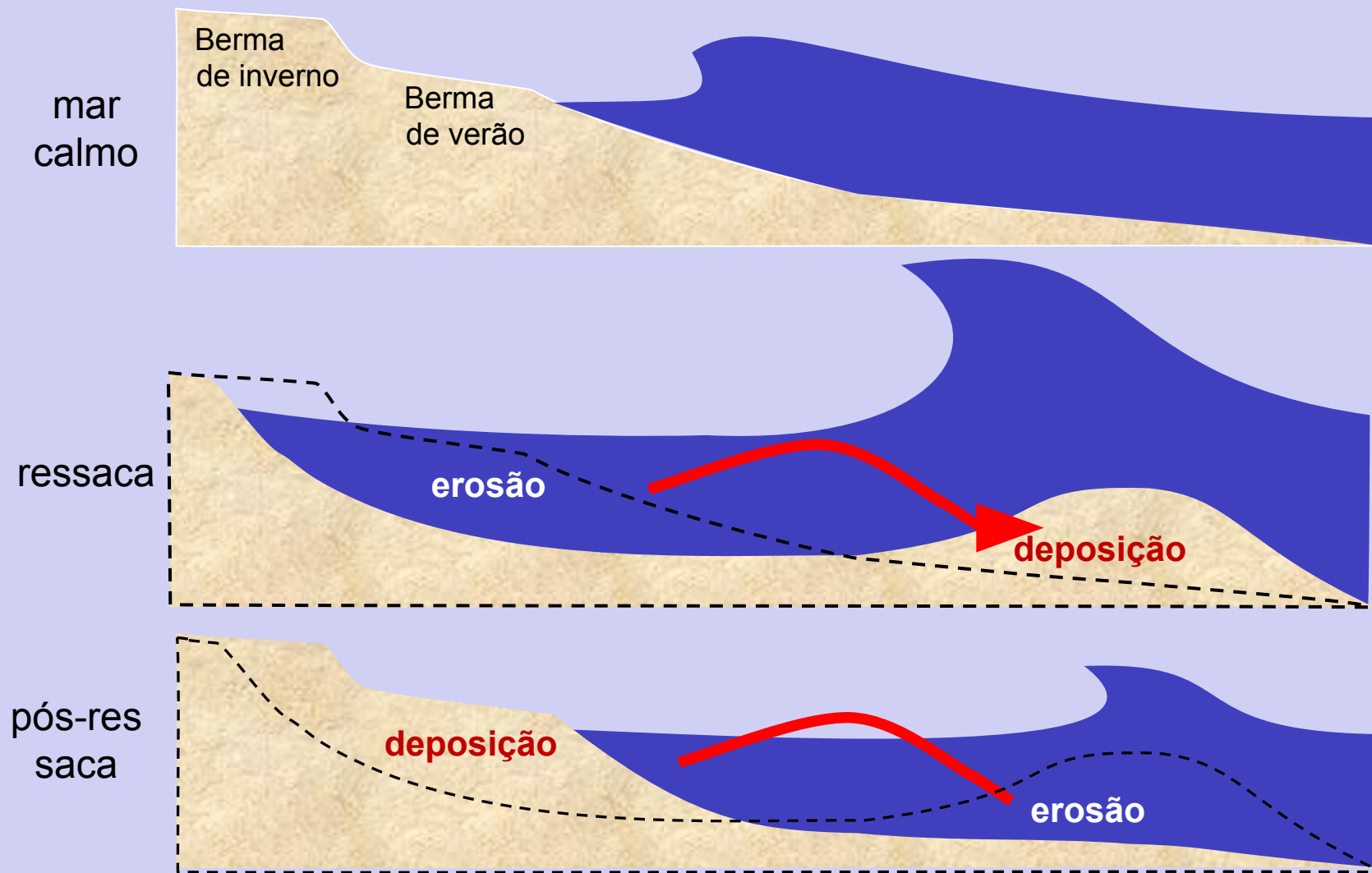


Transporte Longitudinal para Leste



Movimentação das Areias

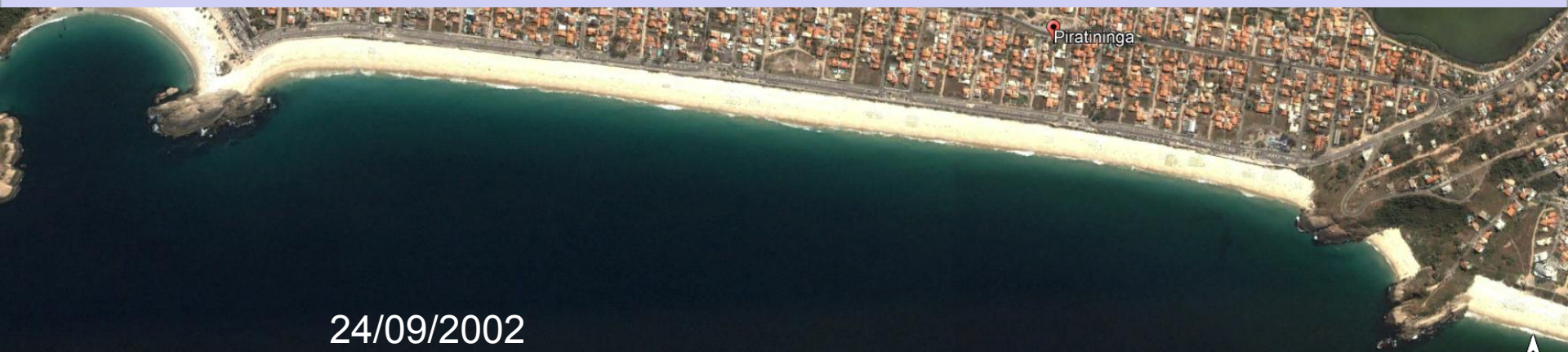
Transporte Transversal



Movimentação das Areias

Transporte Transversal

Praia com Mar Calmo



Praia com Mar de Ressaca



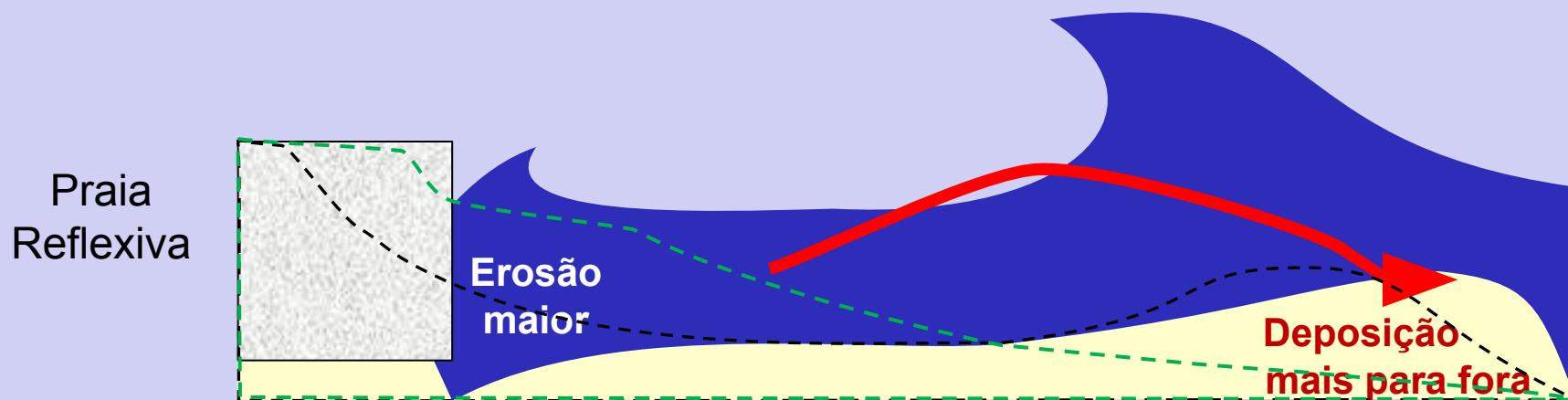
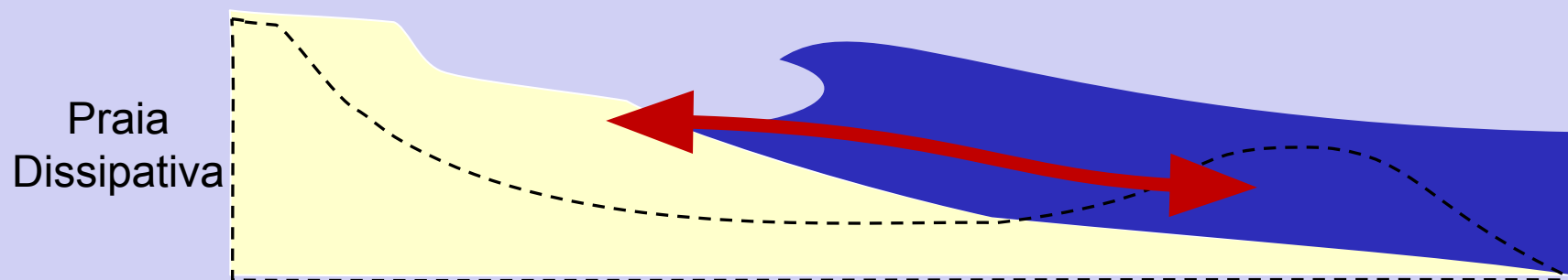


Erosão de Praias

- **Erosão natural**
 - Ressacas
 - Mudanças Naturais no clima de ondas
 - Sobrelevação do nível médio do mar
- **Erosão causada pelo Homem**
 - Construções na faixa dinâmica da praia
 - Construções de barreiras na praia (espigões)
 - Retirada de areia da praia
 - Retenção de sedimentos por barramentos em rios

Movimentação das Areias

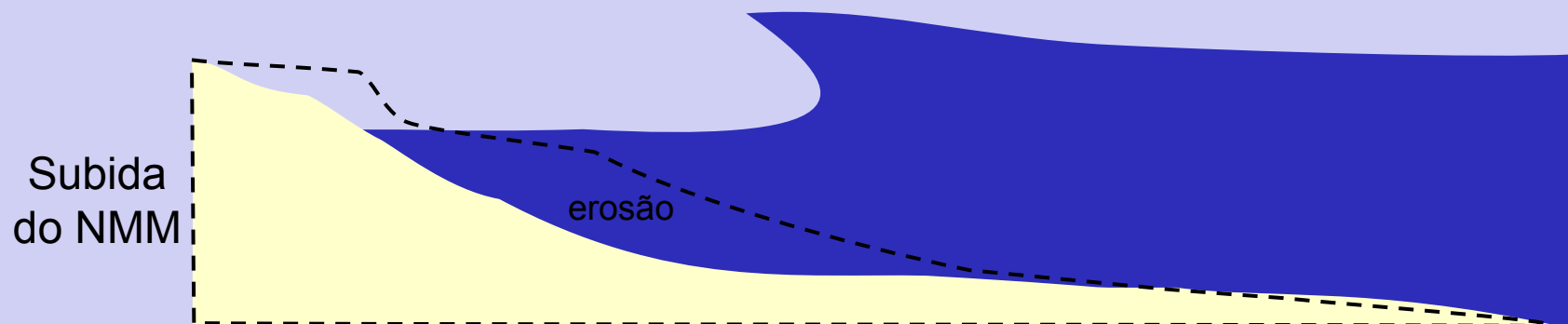
Praias Dissipativa x Praias reflexivas



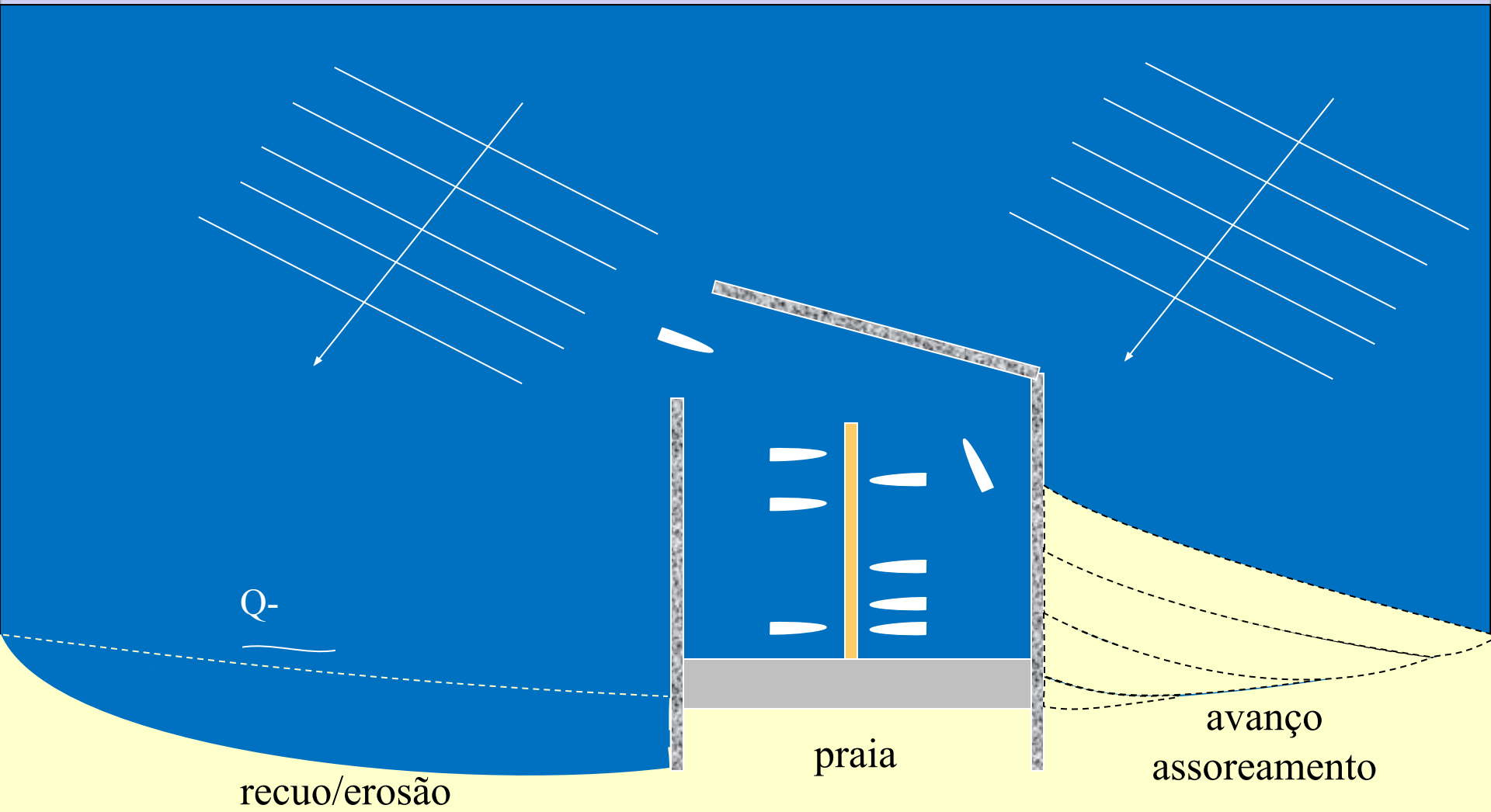
Fatores Naturais de erosão

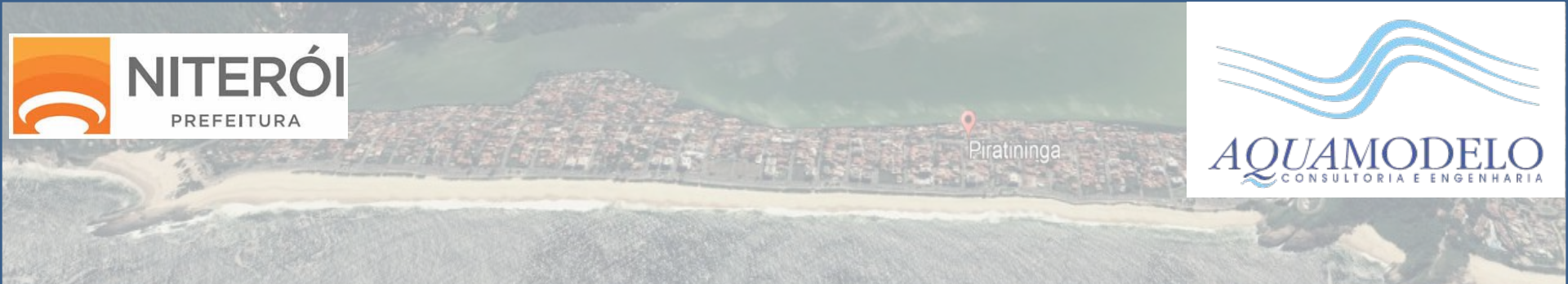
Subida do Nível Médio do Mar

- A subida do NMM causará erosão nas praias



Fatores antrópicos de erosão/ assoreamento





SUMÁRIO DA APRESENTAÇÃO

- OBJETIVOS DO PROJETO
- EXPERIÊNCIA DA EMPRESA
- BREVE INTRODUÇÃO À ENGENHARIA COSTEIRA
- **DIAGNÓSTICO DA PRAIA DE PIRATININGA**
- PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS
- MODELAGEM HIDRODINÂMICA E MORFODINÂMICA
- COMPARAÇÃO ENTRE AS ALTERNATIVAS





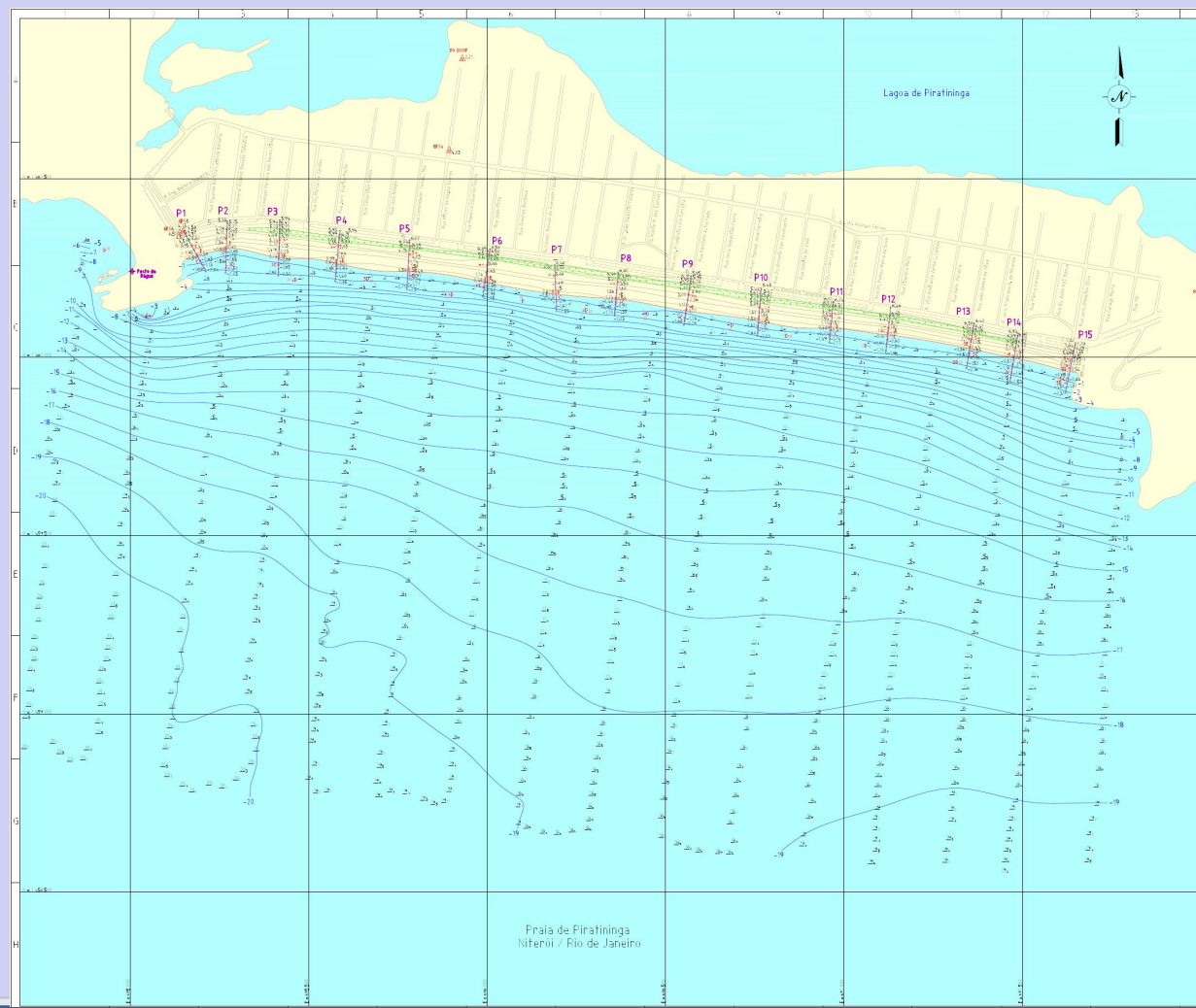
Diagnóstico da Praia de Piratininga

Para o entendimento do funcionamento do sistema morfodinâmico da praia de Piratininga, foram feitos os seguintes levantamentos:

- Batimetria até 1,5km ao largo da praia;**
- Campanhas de levantamento de perfis de praia;**
- Coleta e análise das areias da praia;**
- Medição de ondas, correntes e maré;**
- Caracterização Climática;**
- Análise de fotos, estudos e documentos existentes.**

Diagnóstico da Praia de Piratininga

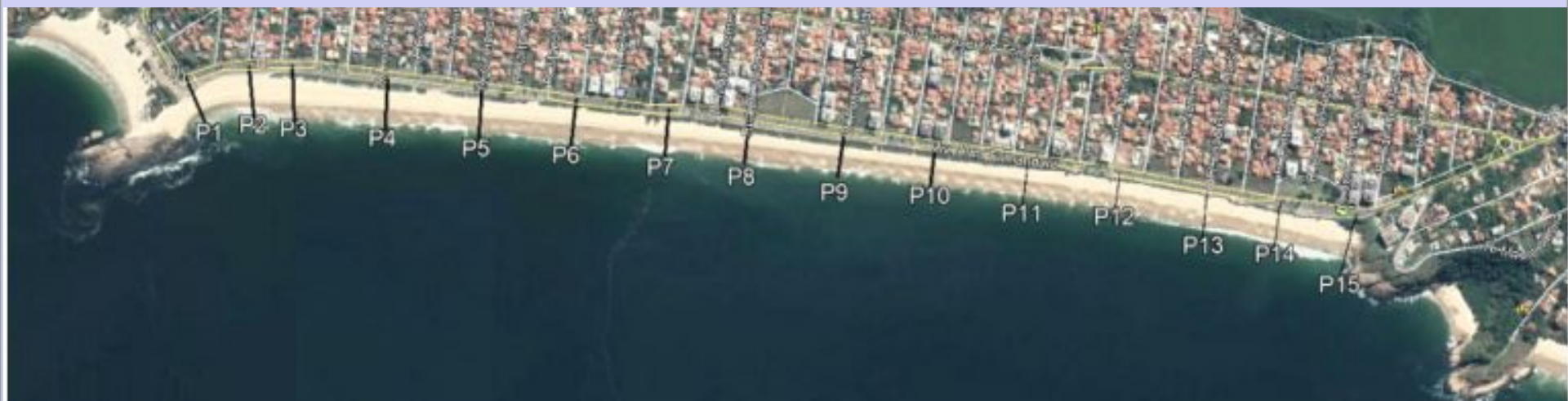
**Batimetria até 1,5km
ao largo da praia.**



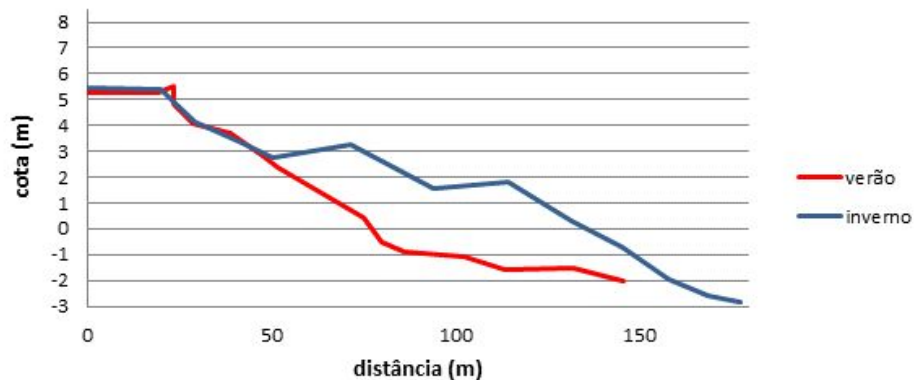
Piratininga

Diagnóstico da Praia de Piratininga

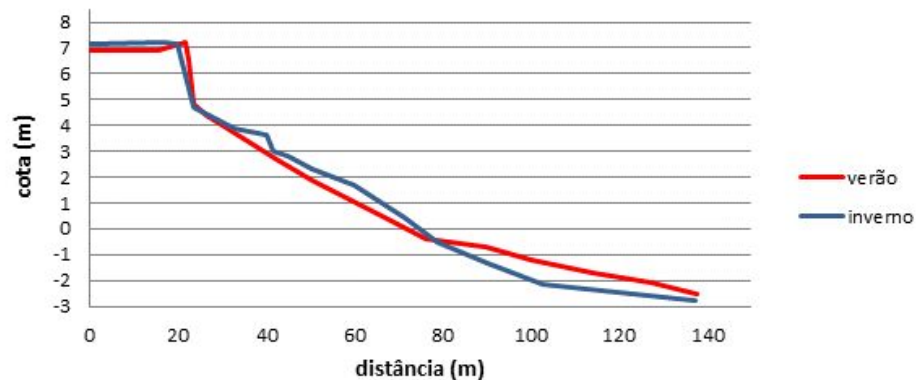
Campanhas de levantamento de 15 perfis de praia verão e inverno



P2



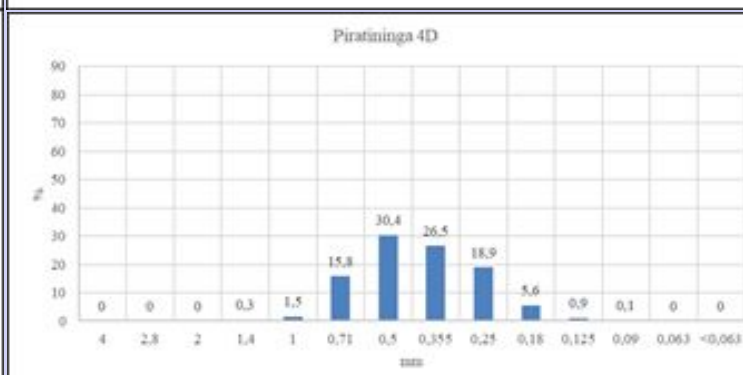
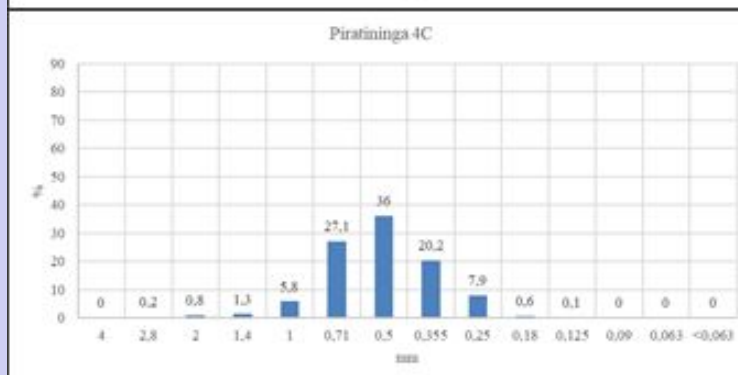
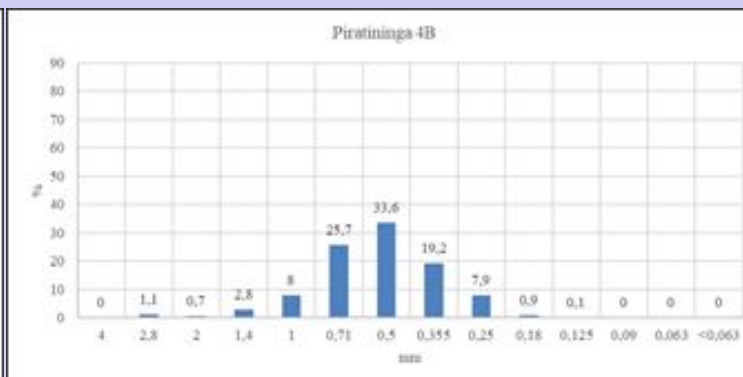
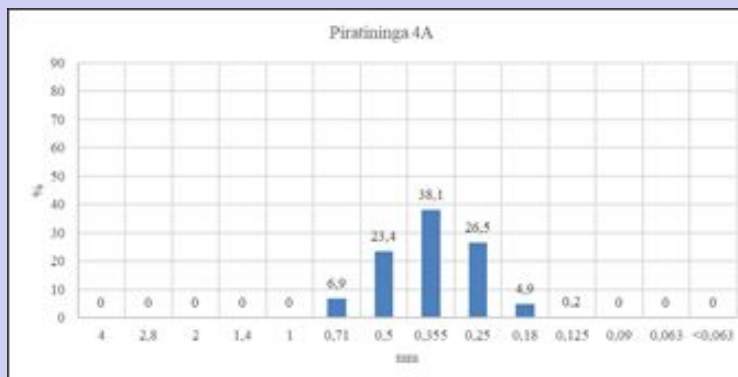
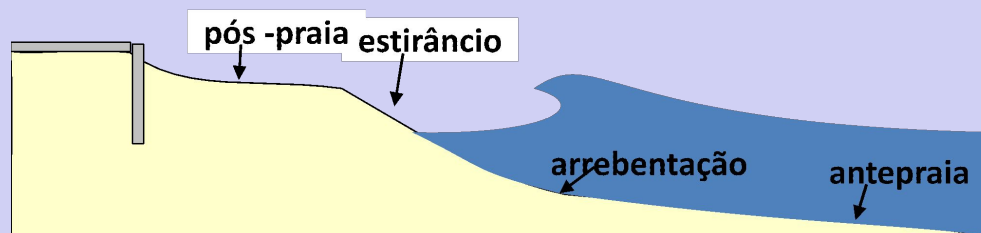
P14



Piratininga

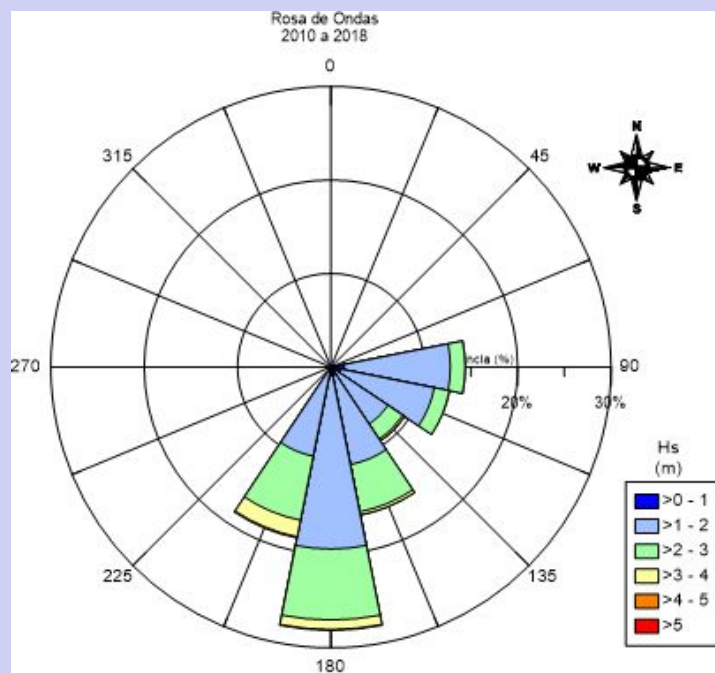
Diagnóstico da Praia de Piratininga

Coleta e análise das areias da praia.



Diagnóstico da Praia de Piratininga

Medição de ondas,
correntes e maré





Pesquisa Bibliográfica



Histórico de Ocupação da Praia de Piratininga

- Foto década de 1950



- Foto década de 1980



- Foto setembro de 2011



- Foto agosto de 2019

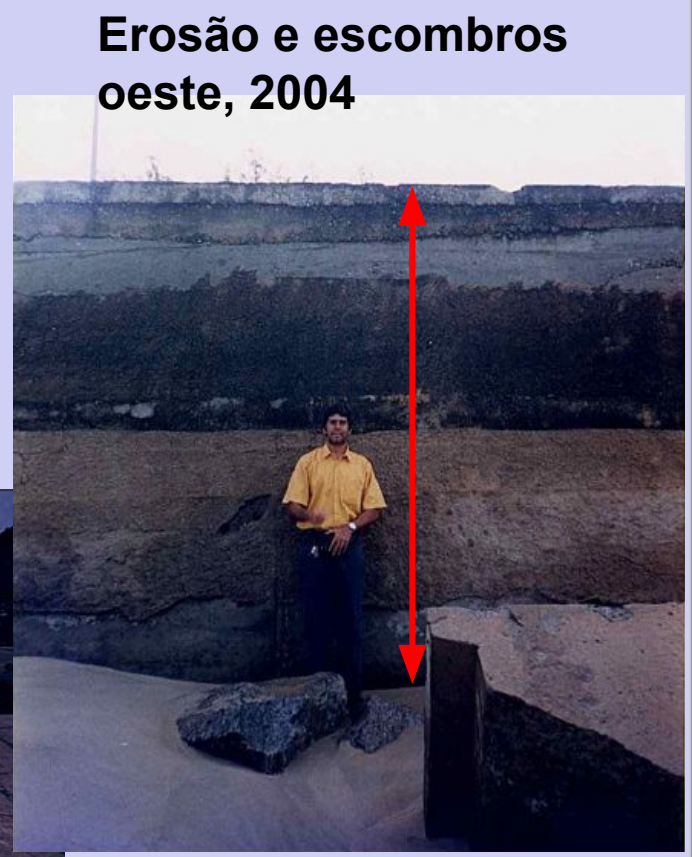




Diagnóstico da Praia de Piratininga



Erosão e avarias extremo oeste, 1988



Erosão e escombros oeste, 2004



Escombros oeste, 2004

Piratininga

Diagnóstico da Praia de Piratininga

Erosão e Escombros central, 1999



Erosão e Escombros central, 2005



Erosão e Escombros leste, 1999



Escombros no espraiamento

2016



Erosão e extremo leste, 2016

Diagnóstico da Praia de Piratininga

- Ressaca de abril de 2016

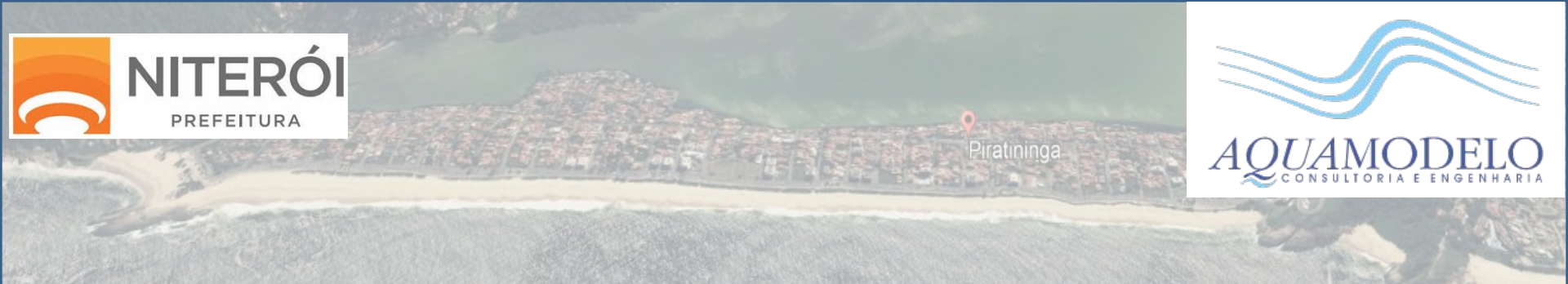




Diagnóstico da Praia de Piratininga

Conclusão do Diagnóstico

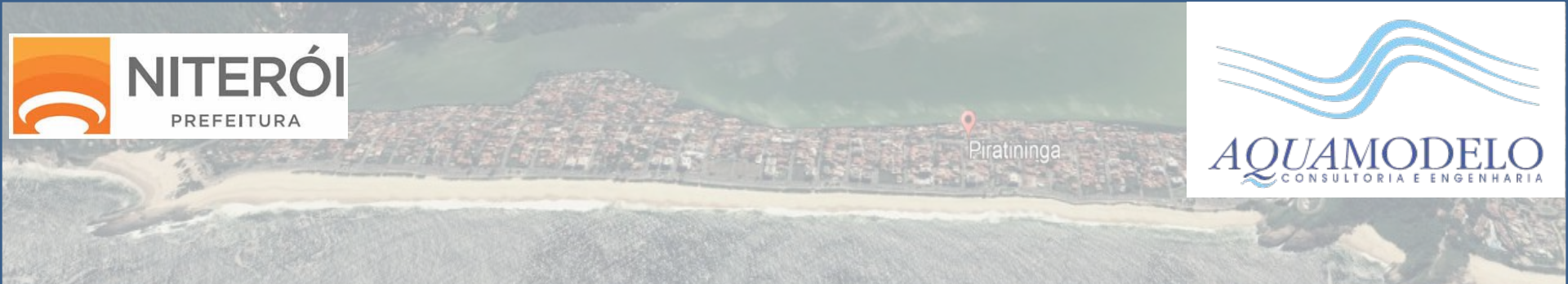
- Houve ocupação da faixa dinâmica da praia
- Há falta de estoque de areia para o equilíbrio dinâmico da praia



SUMÁRIO DA APRESENTAÇÃO

- OBJETIVOS DO PROJETO
- EXPERIÊNCIA DA EMPRESA
- BREVE INTRODUÇÃO À ENGENHARIA COSTEIRA
- DIAGNÓSTICO DA PRAIA DE PIRATININGA
- **PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS**
- MODELAGEM HIDRODINÂMICA E MORFODINÂMICA
- COMPARAÇÃO ENTRE AS ALTERNATIVAS





ALTERNATIVAS ESTUDADAS

- **Reforço da Linha de Costa**
- **Recuo dos muros**
- **Quebramares submersos (recifes artificiais)**
- **Restauração do Estoque de Areia da praia**

ALTERNATIVAS ESTUDADAS

REFORÇO DA LINHA DE COSTA

Esta foi a alternativa que vem sendo implantada na praia de Piratininga desde a década de 1970.

A criação de barreira tornou a praia de dissipativa (onde a energia da onda é absorvida) em reflexiva (onde parte da energia da onda volta para o mar carregando sedimentos)

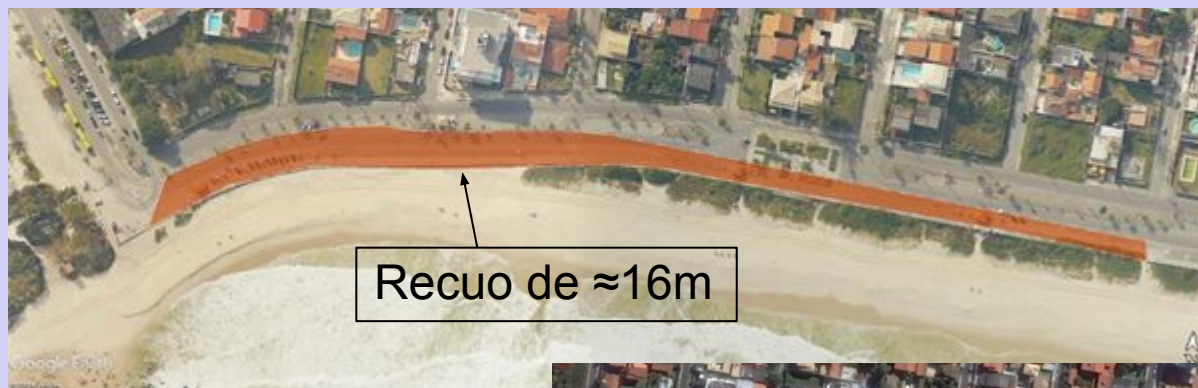
Assim, ela não é considerada como tecnicamente viável e eficiente para proteção da praia



ALTERNATIVAS ESTUDADAS

RECUO DO MURO

Nesta alternativa seria feito um recuo do muro hoje existente nos trechos extremos onde existe erosão



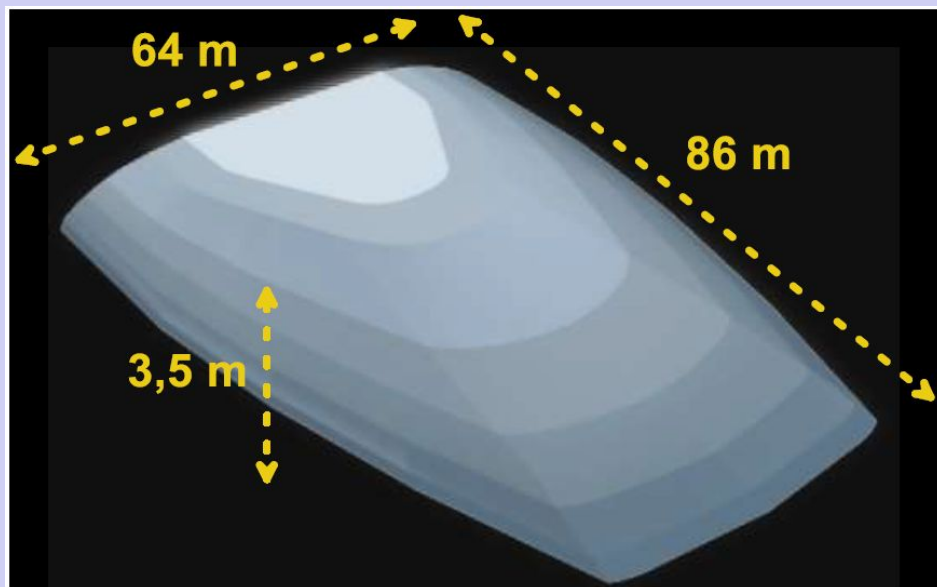
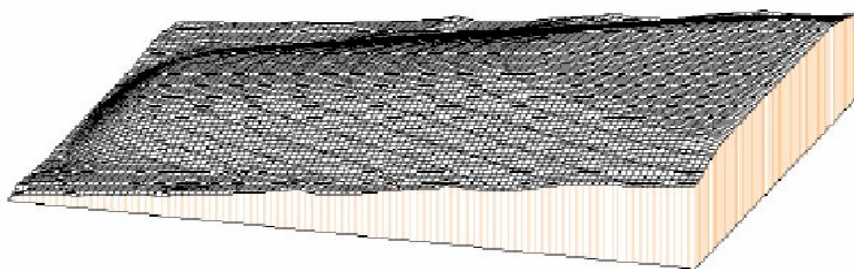
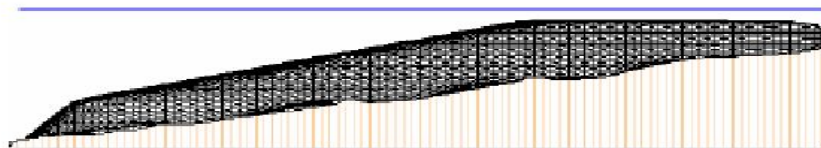
QUEBRA MARES SUBMERSOS – RECIFE ARTIFICIAL

Nesta alternativa seria feito um quebra-mar submerso para ponto de surfe e assoreamento da praia.



QUEBRA MARES SUBMERSOS – RECIFE ARTIFICIAL

- Arrecife artificial móvel é uma estrutura metálica flutuante,
- Possui flutuabilidade controlada pelas quantidades de água e ar nos tanques
- A vida útil das chapas é de 20 anos utilizando anodos de sacrifício



ALTERNATIVAS ESTUDADAS

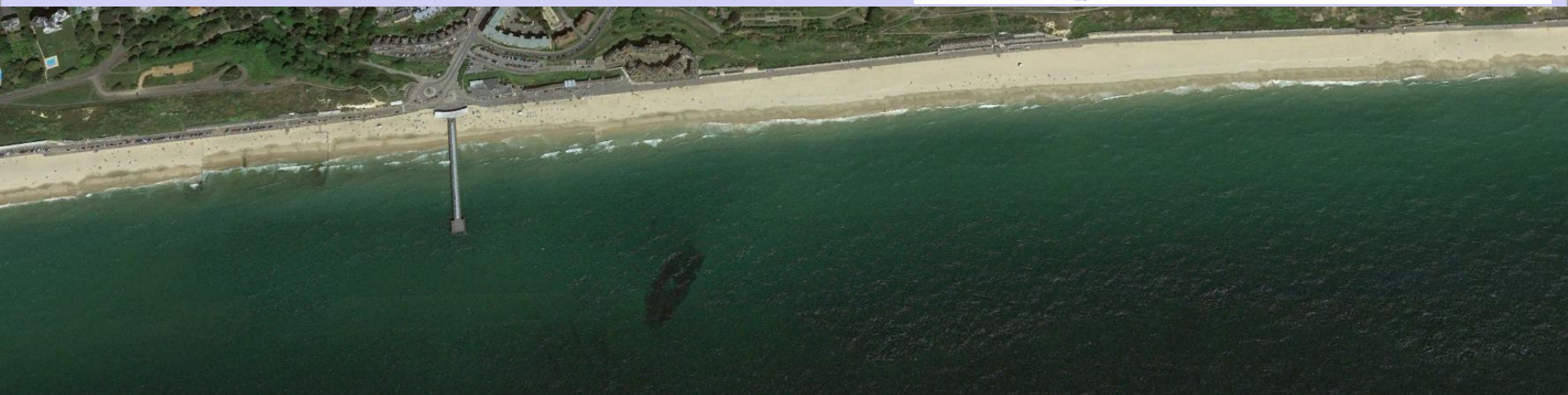
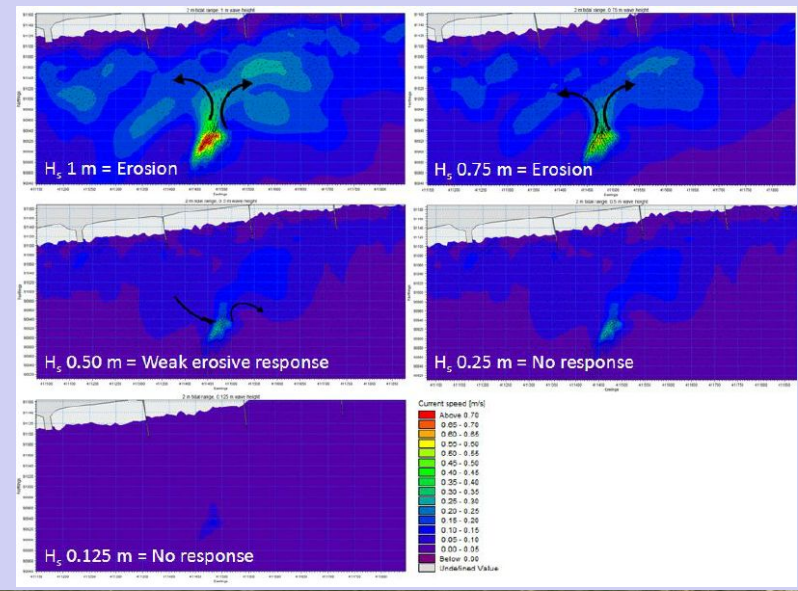
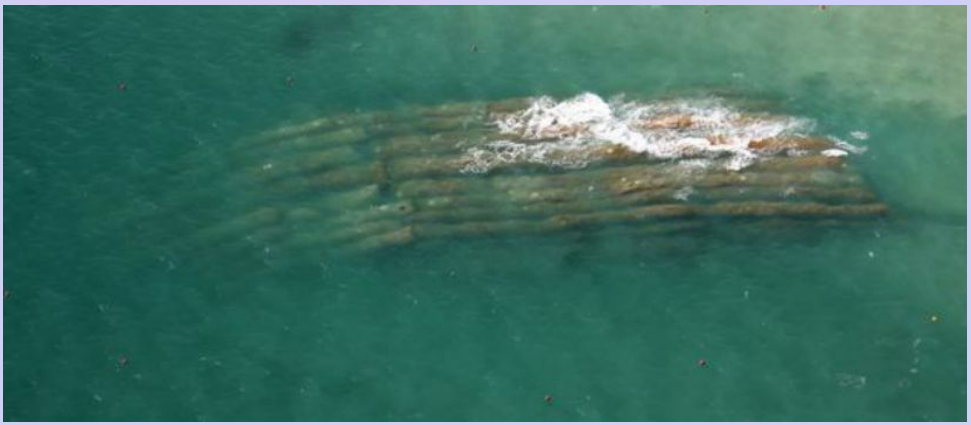
QUEBRA MARES SUBMERSOS – RECIFE ARTIFICIAL

- Narrow Neck antes e depois do engordamento e colocação do recife artificial



QUEBRA MARES SUBMERSOS – RECIFE ARTIFICIAL

- Boscombe – Inglaterra

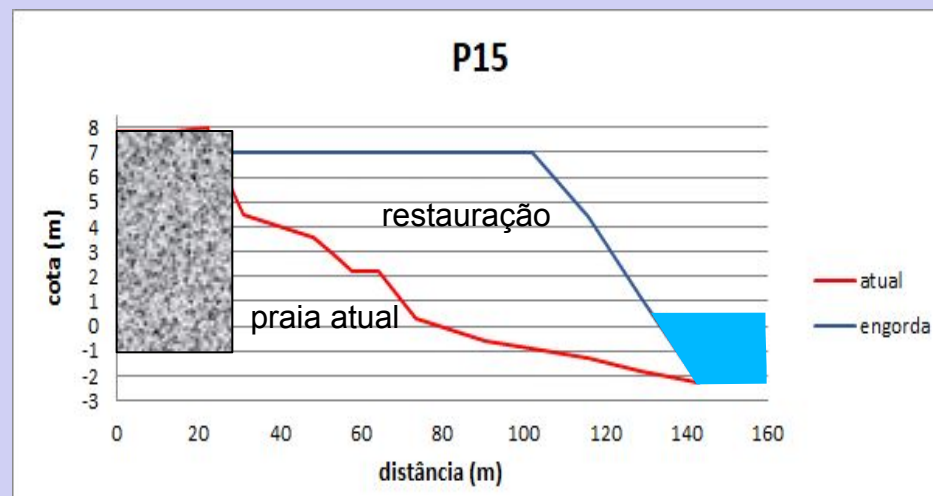
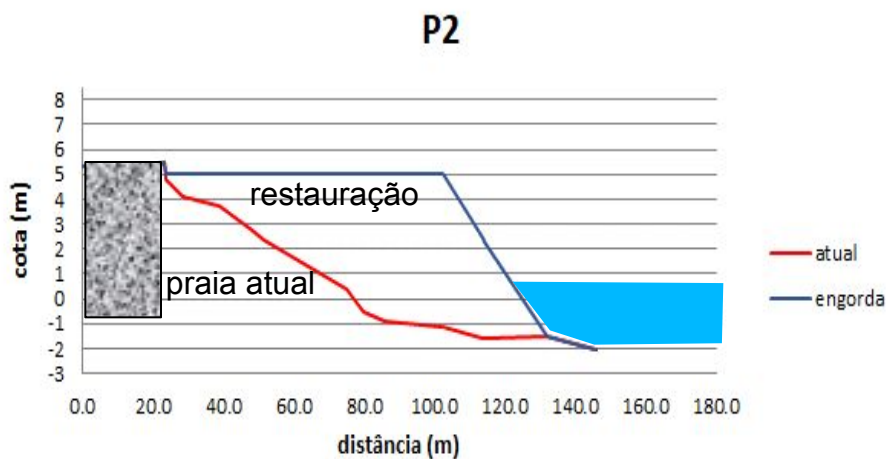


ALTERNATIVAS ESTUDADAS

RESTAURAÇÃO DO ESTOQUE DE AREIA DE PRAIA

Nesta alternativa seria colocada areia ao longo de toda a praia.

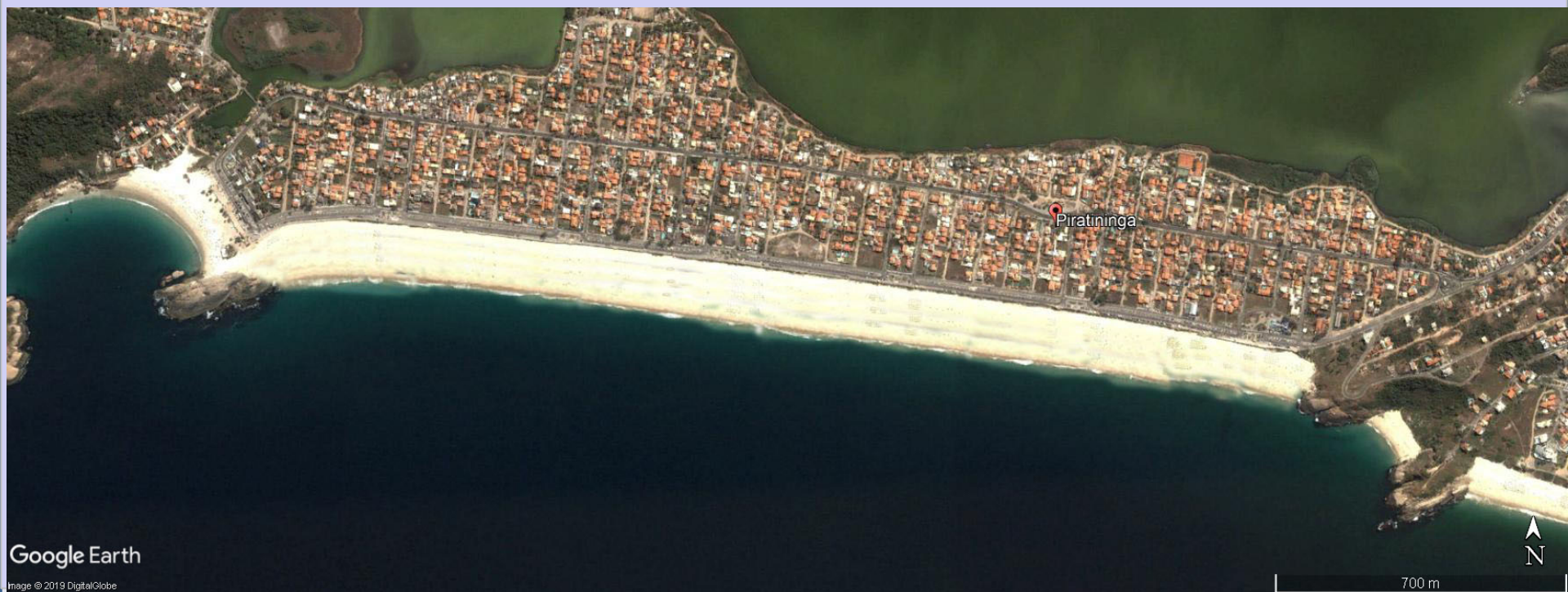
- Seria colocada cerca de 1.000.000 m³ de areia compatível com a nativa. Alargaria a praia em cerca de 50 m da atual.
- Tipo de solução recomendada no Guia de Diretrizes de Prevenção e Proteção à Erosão Costeira CIRM
- Vida útil: superior a 20 anos



ALTERNATIVAS ESTUDADAS

RESTAURAÇÃO DO ESTOQUE DE AREIA DE PRAIA

Simulação de como ficaria a praia após a restauração



Exemplo de Obra Piratininga
Praia de Copacabana

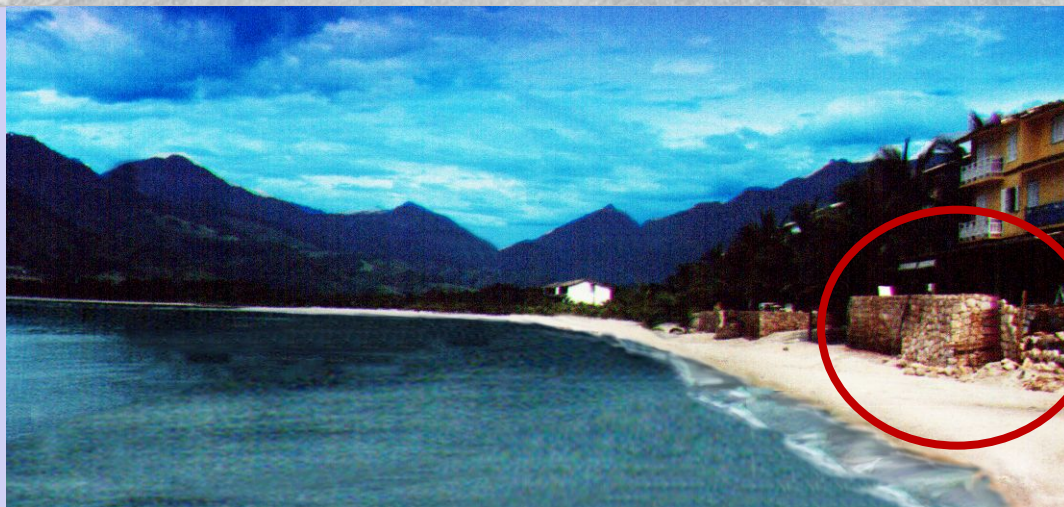
- antes



- depois

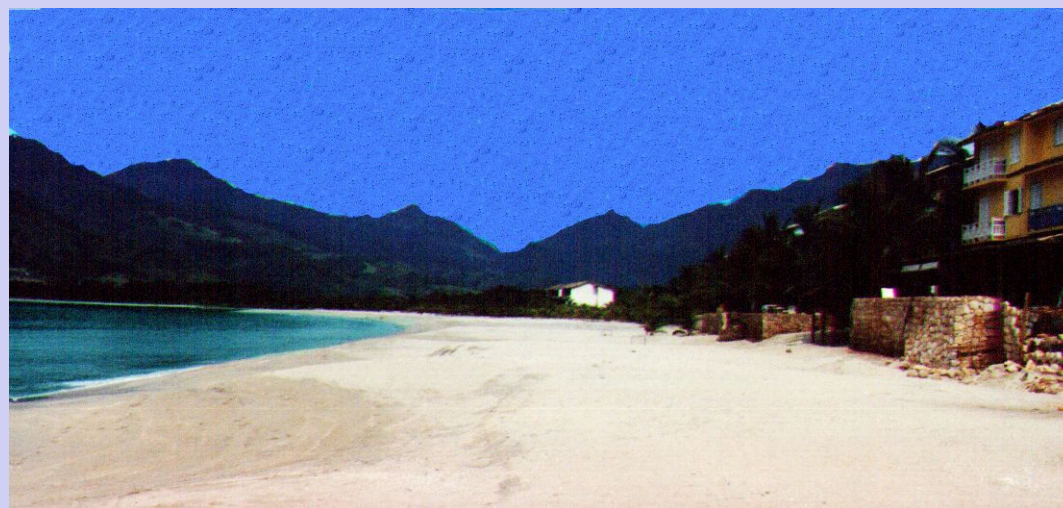


Exemplo de Restauração Portobello- RJ



- antes

- depois



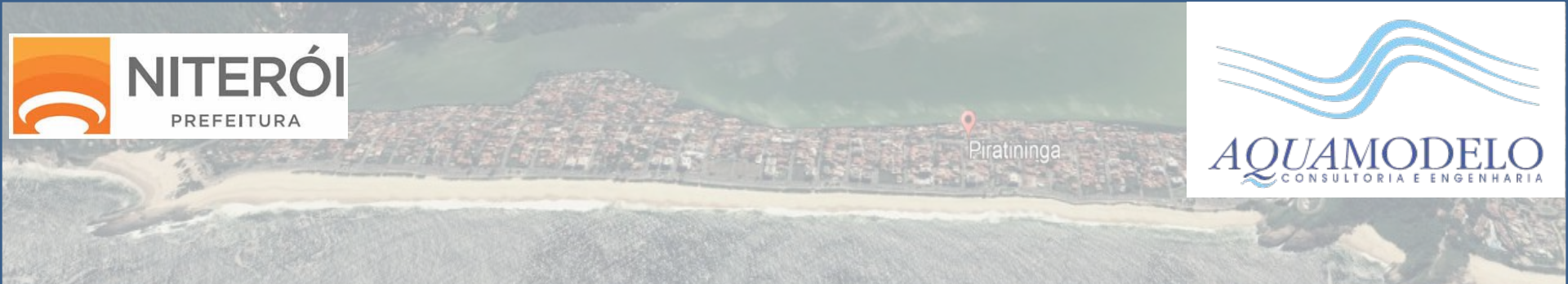
Exemplo de Restauração Praia de Iguaba Grande - RJ



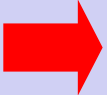
- antes



- depois



SUMÁRIO DA APRESENTAÇÃO

- OBJETIVOS DO PROJETO
- EXPERIÊNCIA DA EMPRESA
- BREVE INTRODUÇÃO À ENGENHARIA COSTEIRA
- DIAGNÓSTICO DA PRAIA DE PIRATININGA
- PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS
-  **MODELAGEM HIDRODINÂMICA E MORFODINÂMICA**
- COMPARAÇÃO ENTRE AS ALTERNATIVAS



Piratininga

MODELAGEM HIDRODINÂMICA E MORFODINÂMICA

Foi utilizado o SisBaHiA (Sistema Base de Hidrodinâmica Ambiental)

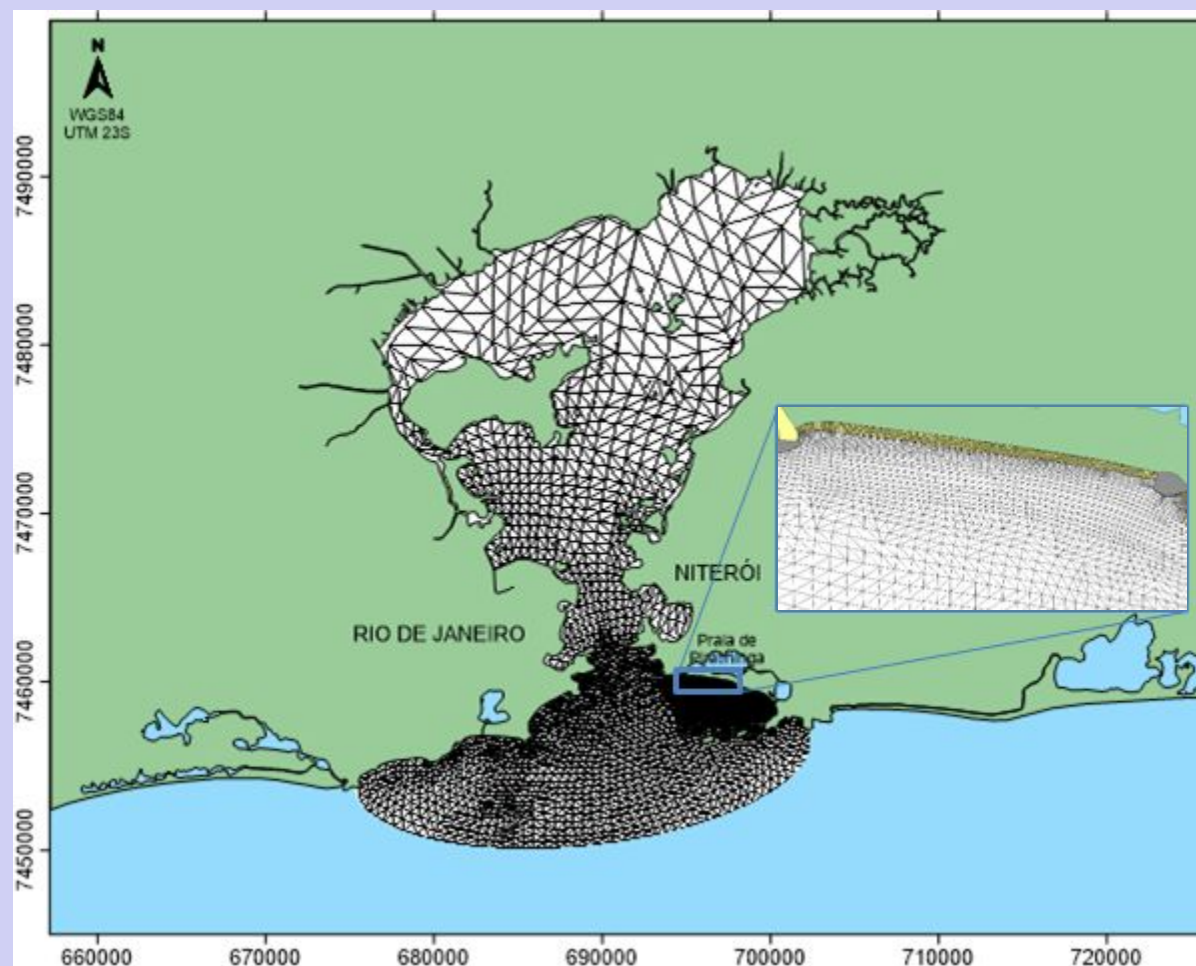
O sistema se encontra continuamente em ampliação de capacidade de simulação e aperfeiçoamento pela COPPE/UFRJ desde 1987, através de várias teses de mestrado e doutorado, além de projetos de pesquisa

Foram utilizados os seguintes módulos:

- Modelo de Propagação de Ondas.
- Modelo Hidrodinâmico com efeitos de ondas
- Modelos de Transporte de Sedimentos Coesivos e Não Coesivos e Evolução Morfológica do Fundo

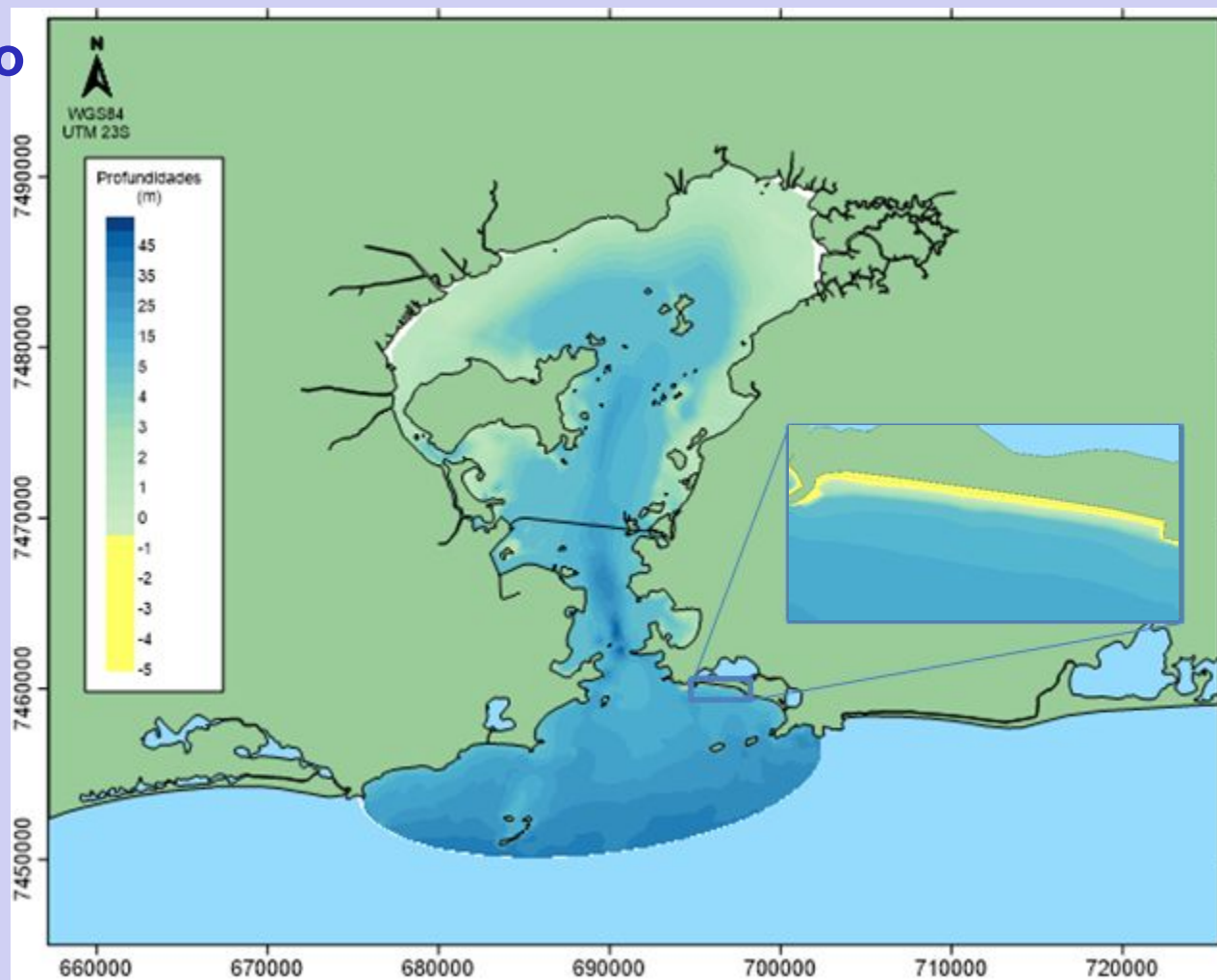
MODELAGEM HIDRODINÂMICA E MORFODINÂMICA

Na hidrodinâmica foi feita uma malha do domínio com 1327 elementos totais, sendo 1282 elementos quadrangulares e 45 triangulares, e contendo um total de 5388 nós de cálculo



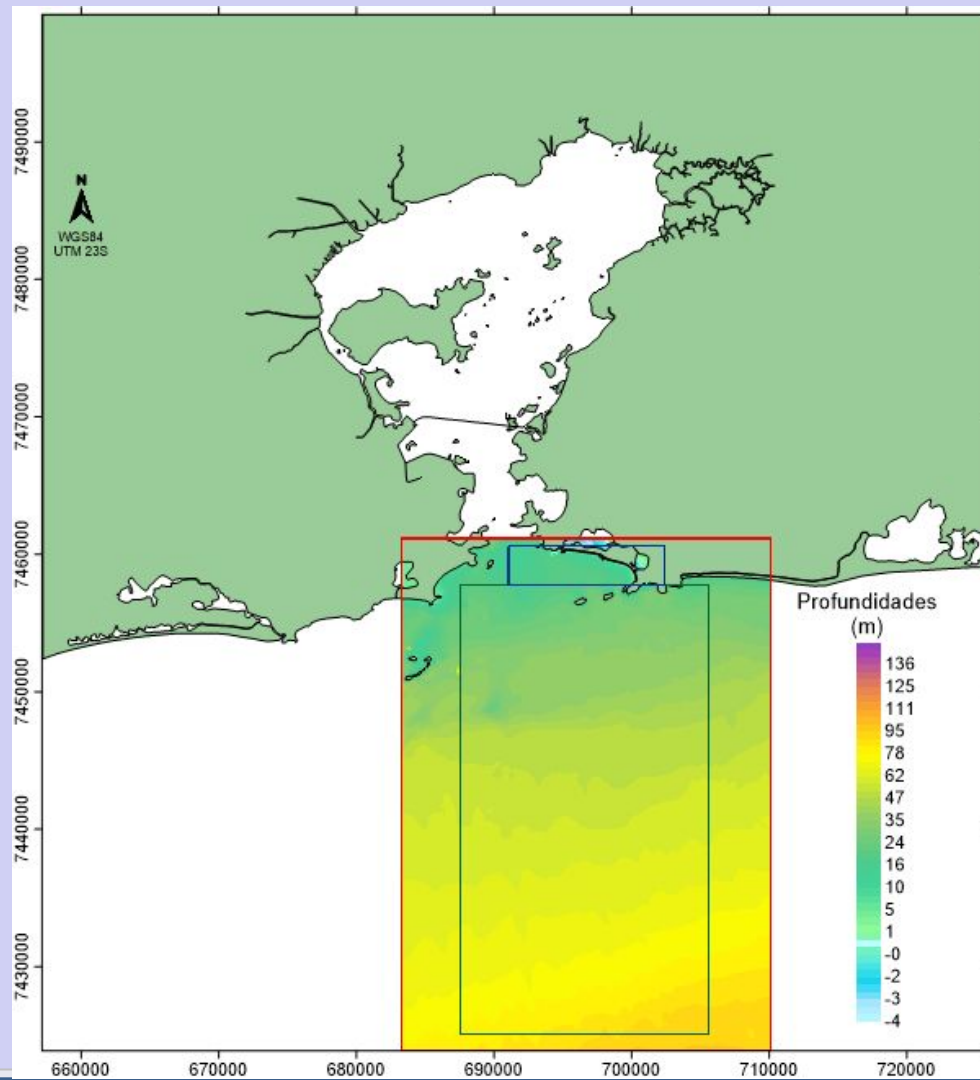
MODELAGEM HIDRODINÂMICA E MORFODINÂMICA

Batimetria do modelo



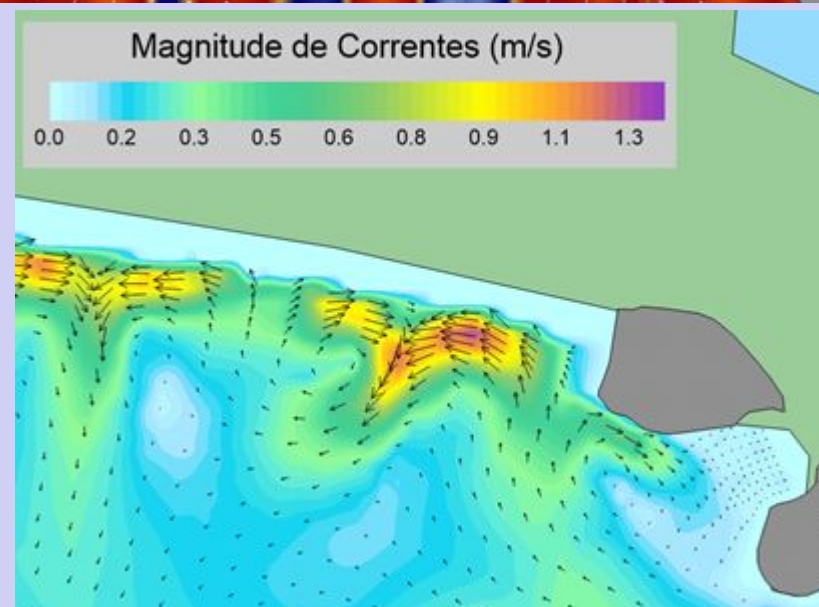
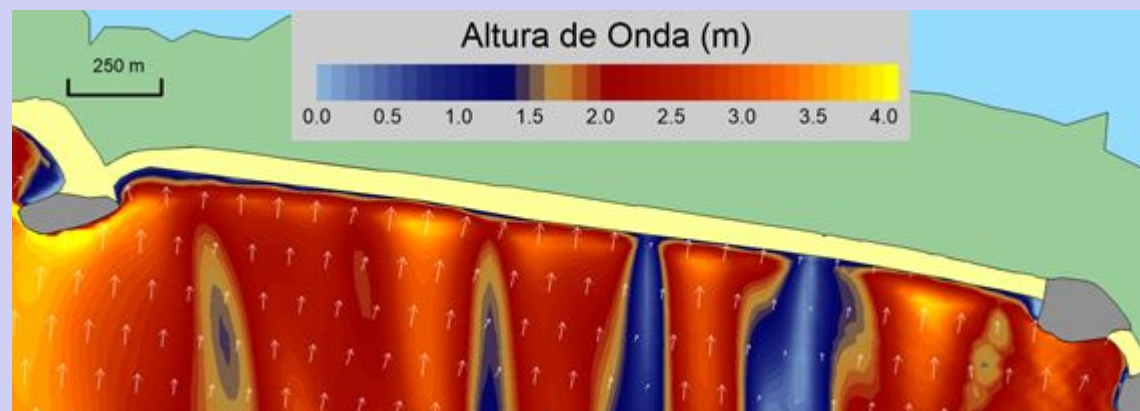
MODELAGEM HIDRODINÂMICA E MORFODINÂMICA

Modelo de propagação de Ondas



MODELAGEM HIDRODINÂMICA E MORFODINÂMICA

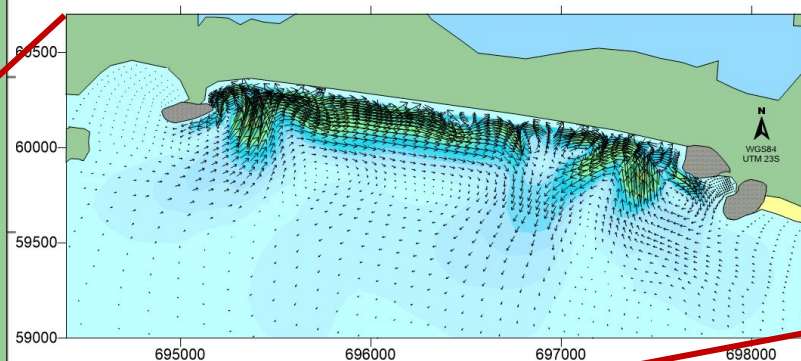
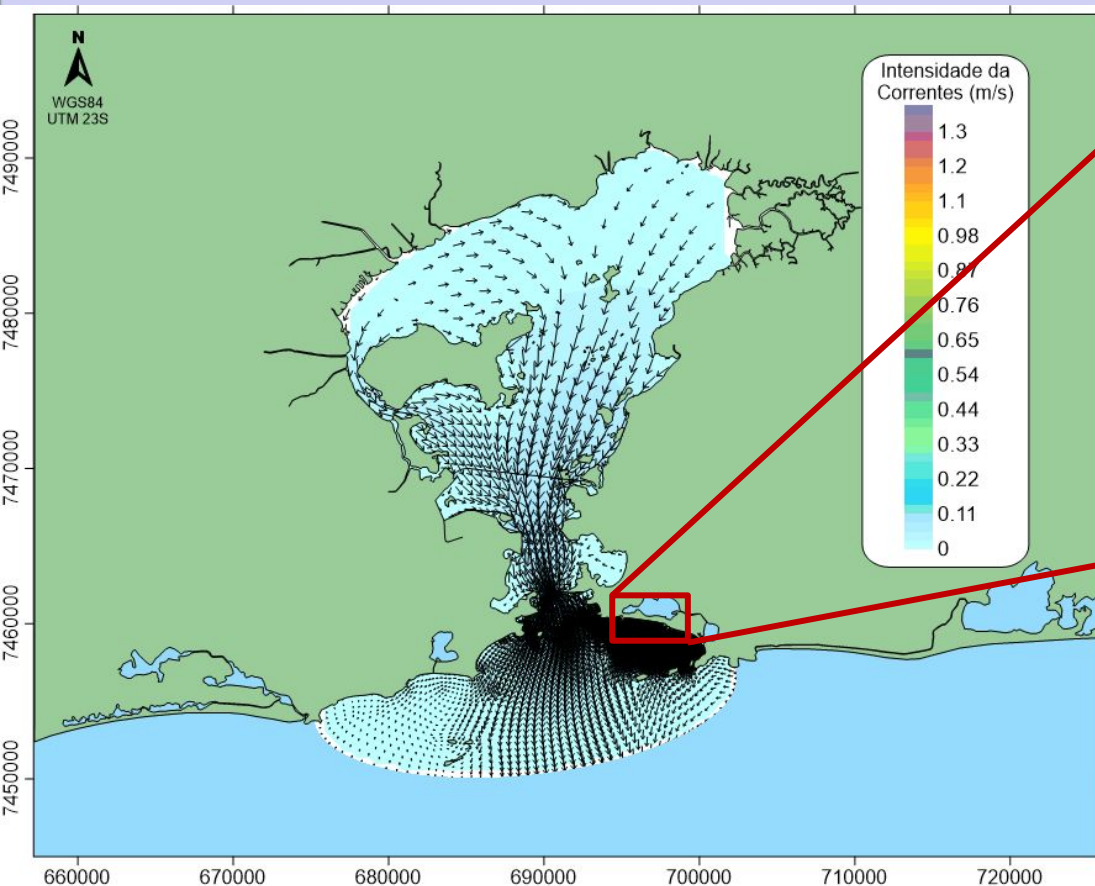
O modelo roda com a ação conjunta de ondas, marés e ventos



MODELAGEM HIDRODINÂMICA E MORFODINÂMICA

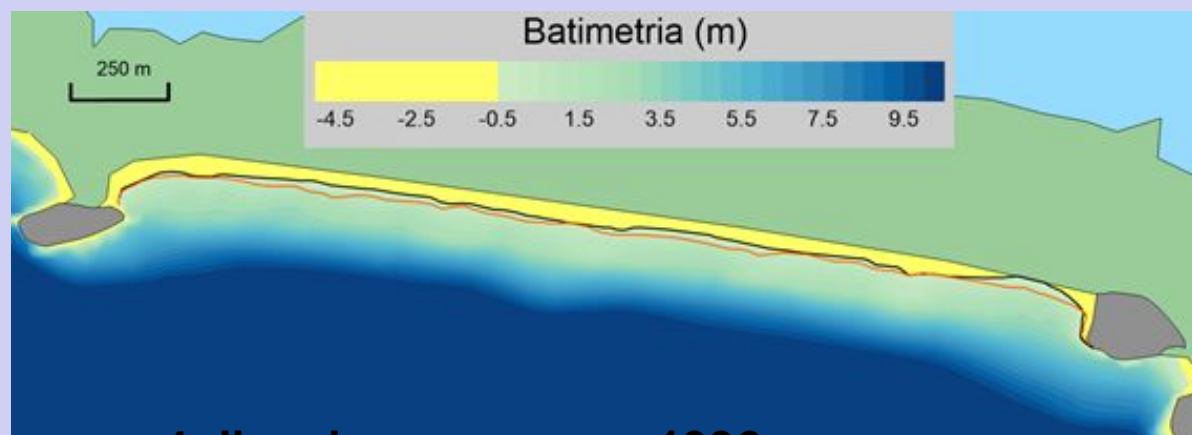
Modelo Hidrodinâmico

O modelo roda com a ação conjunta de ondas, marés e ventos

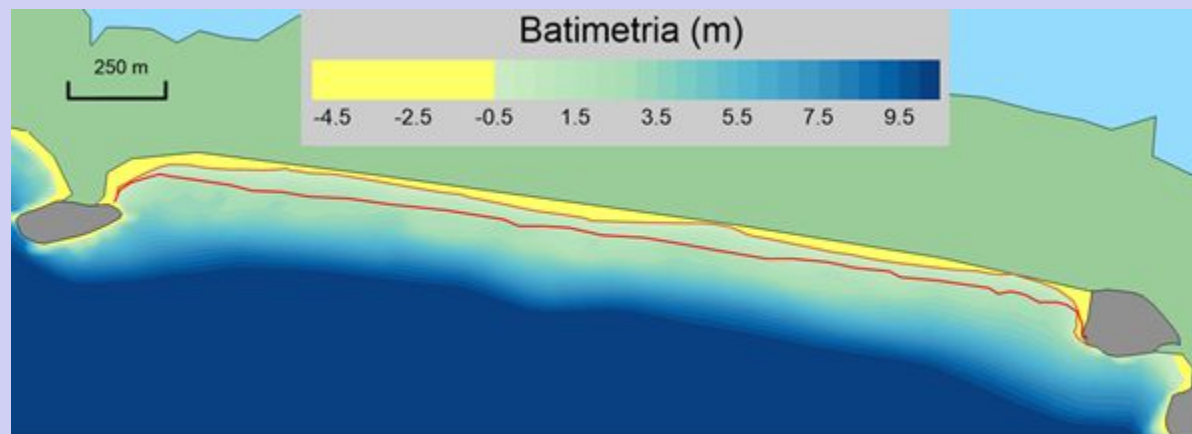


MODELAGEM HIDRODINÂMICA E MORFODINÂMICA

2 dias de ressaca em 1996



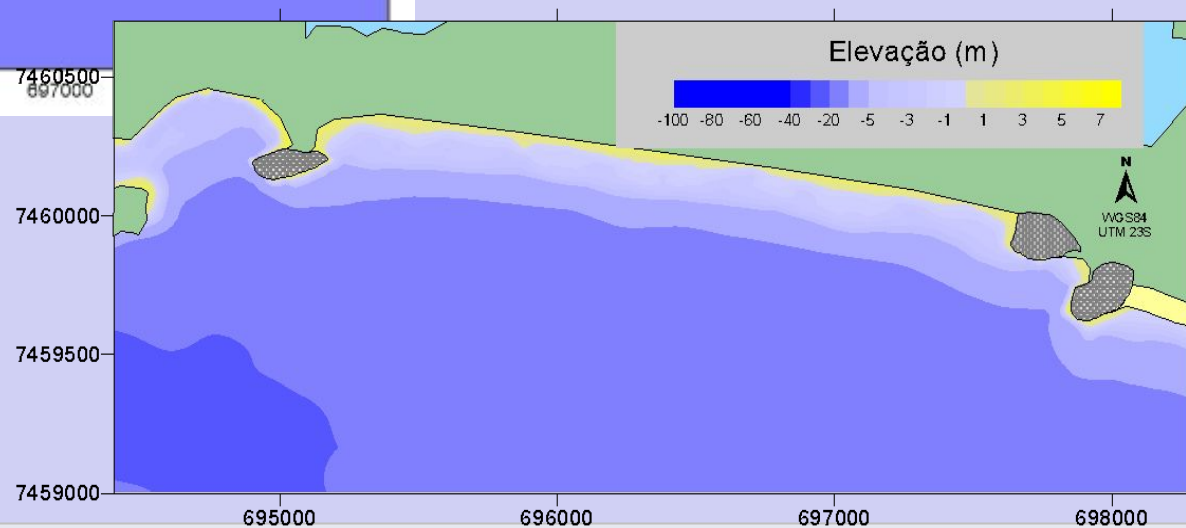
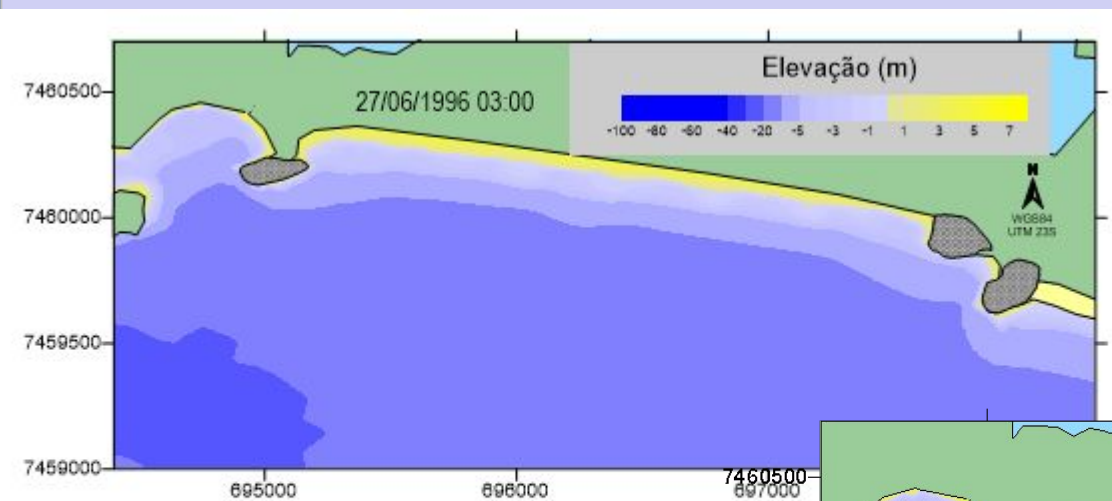
4 dias de ressaca em 1996



Calibração e
validação do modelo

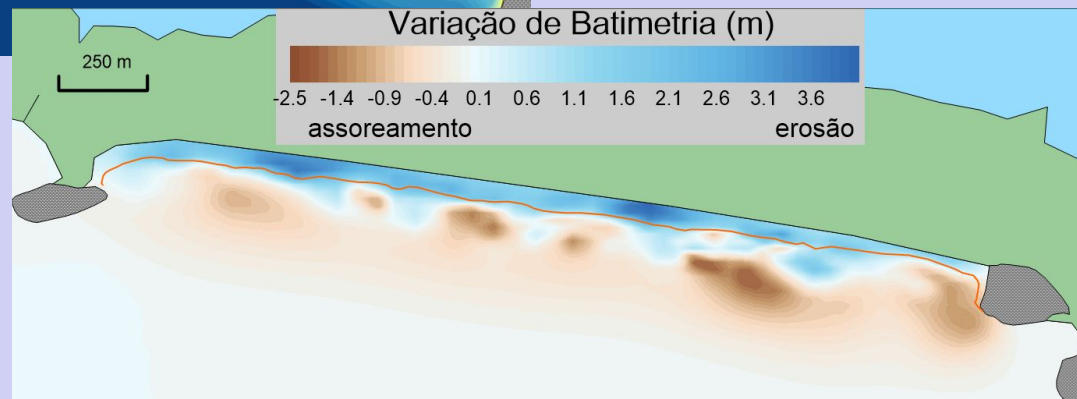
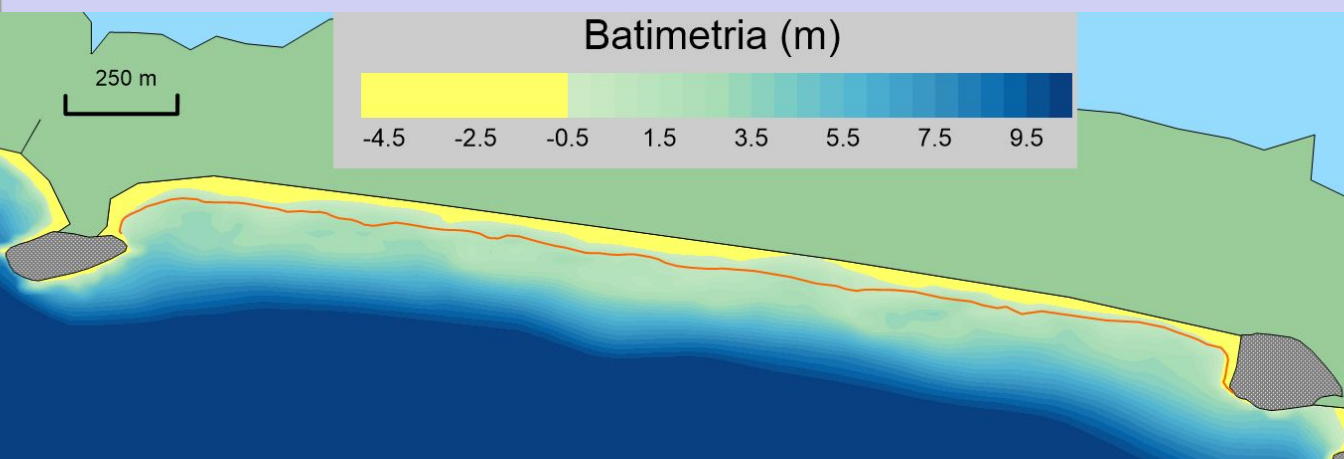
MODELAGEM DAS ALTERNATIVAS RECUO DOS MUROS

Modelagem com Atual do Nível Médio do Mar



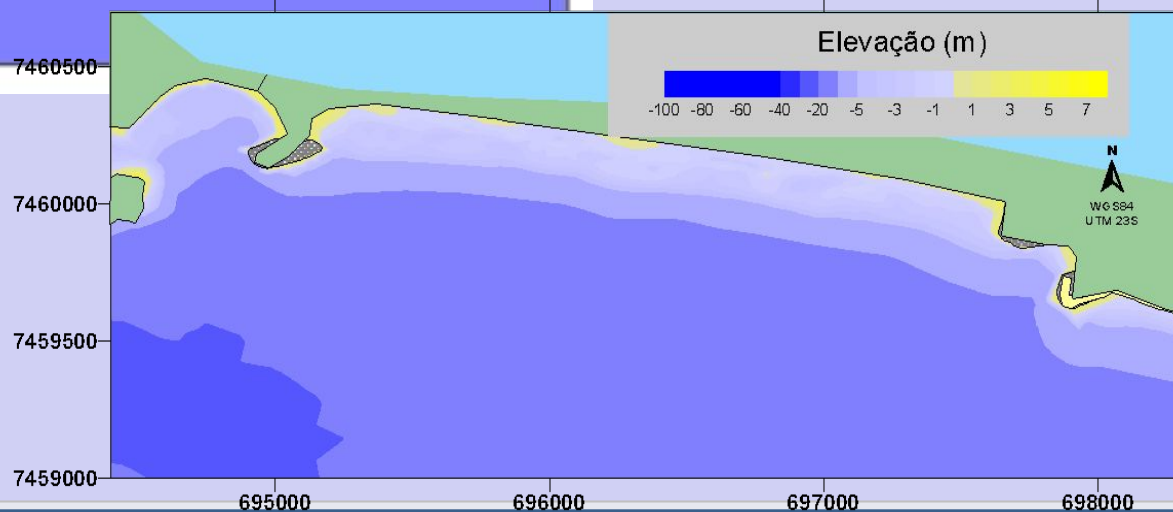
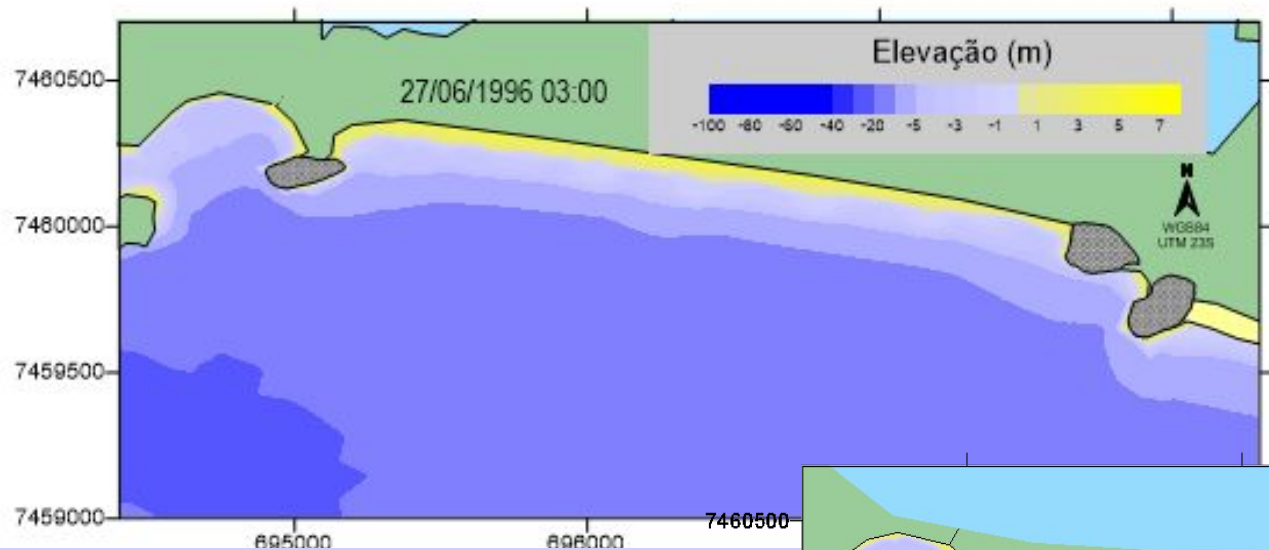
MODELAGEM DAS ALTERNATIVAS RECUO DOS MUROS

Modelagem com Atual do Nível Médio do Mar



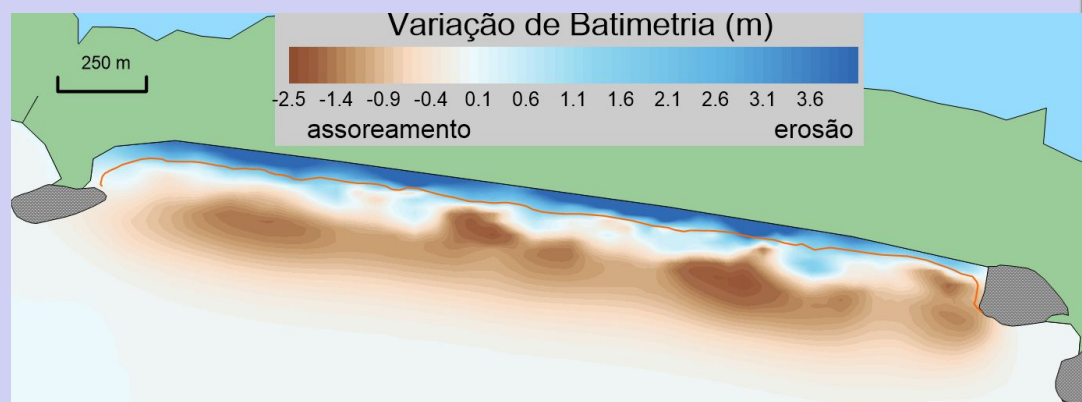
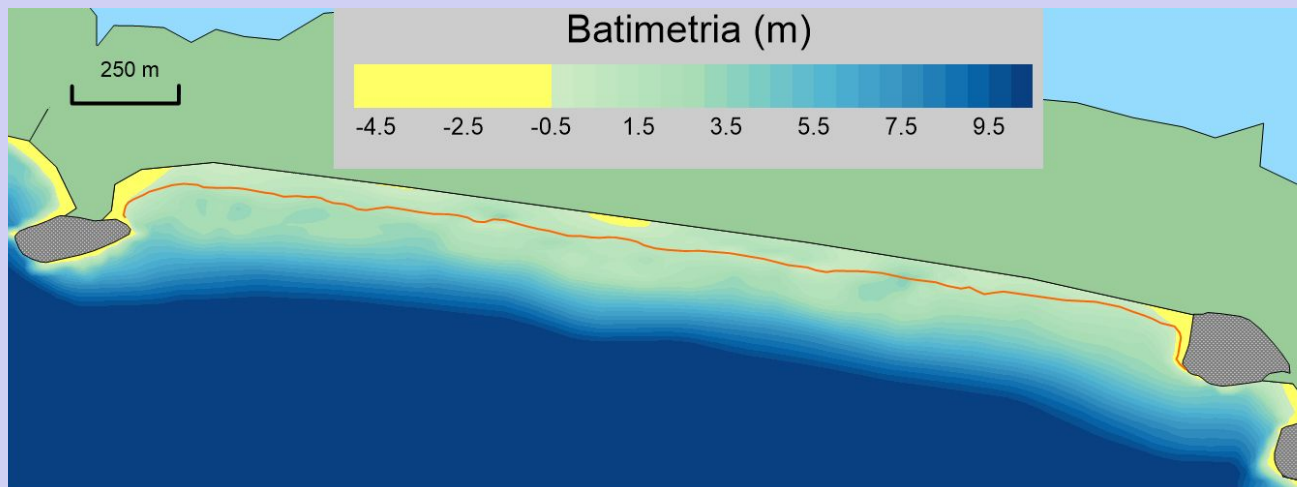
MODELAGEM DAS ALTERNATIVAS RECUO DOS MUROS

Modelagem com Elevação do Nível Médio do Mar de 0,5m



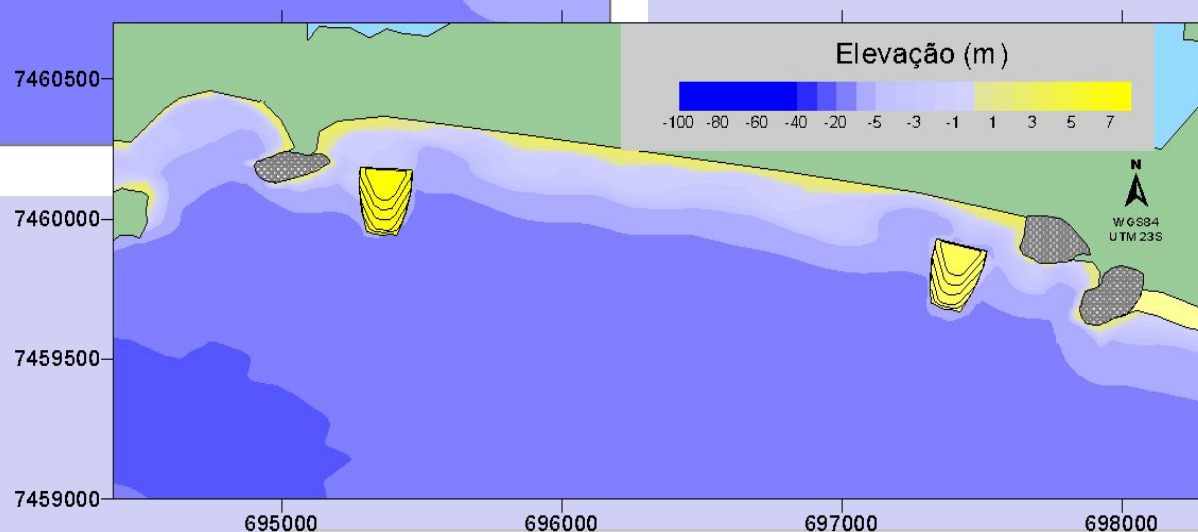
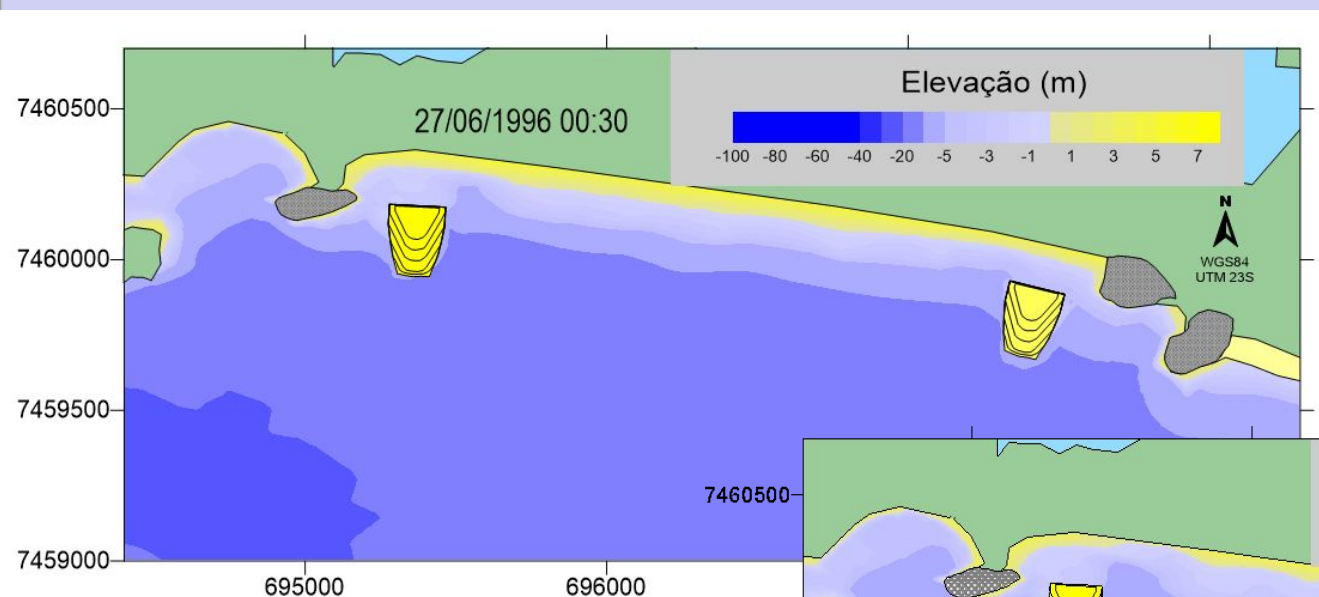
MODELAGEM DAS ALTERNATIVAS RECUO DOS MUROS

Modelagem com Elevação do Nível Médio do Mar de 0,5m

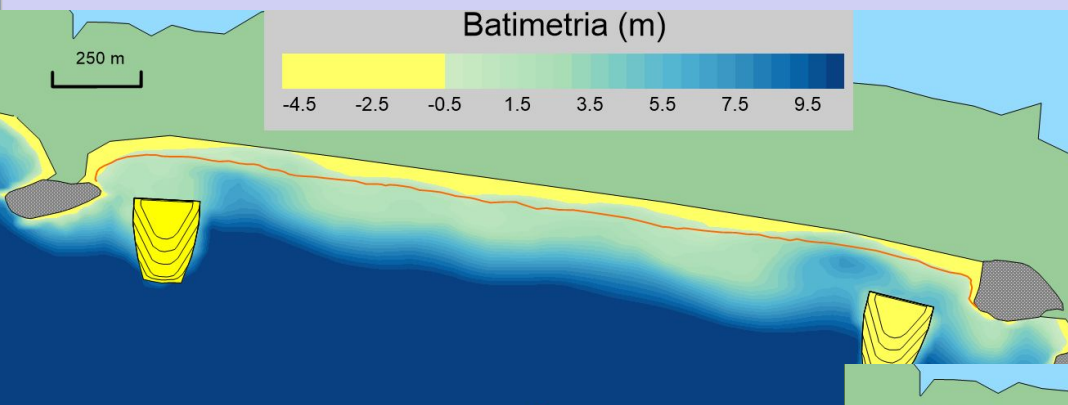


MODELAGEM DAS ALTERNATIVAS QUEBRA MARES SUBMERSOS (RECIFES ARTIFICIAIS)

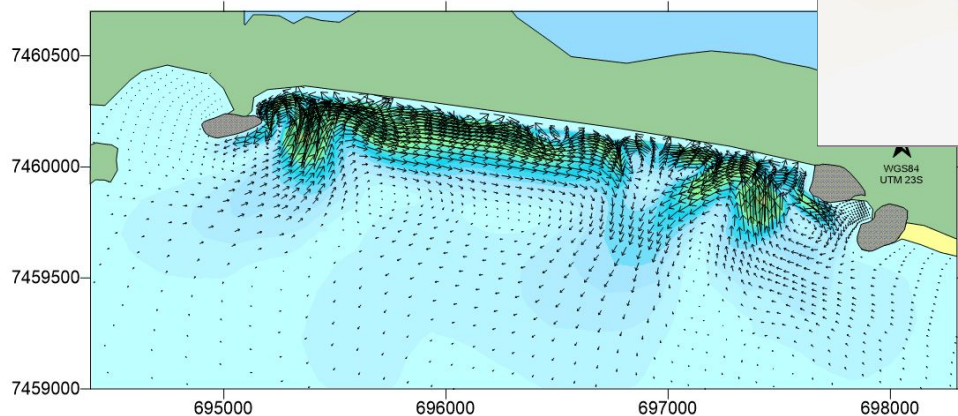
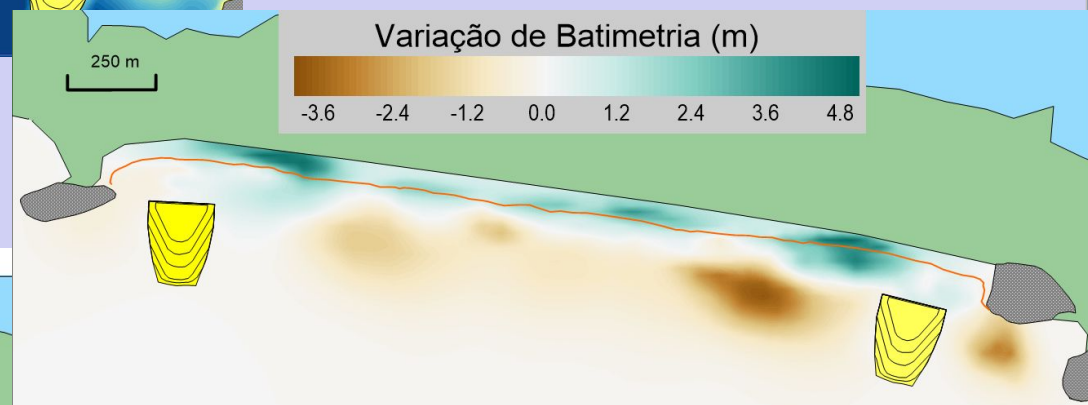
Modelagem com Atual do Nível Médio do Mar



MODELAGEM DAS ALTERNATIVAS QUEBRA MARES SUBMERSOS (RECIFES ARTIFICIAIS)

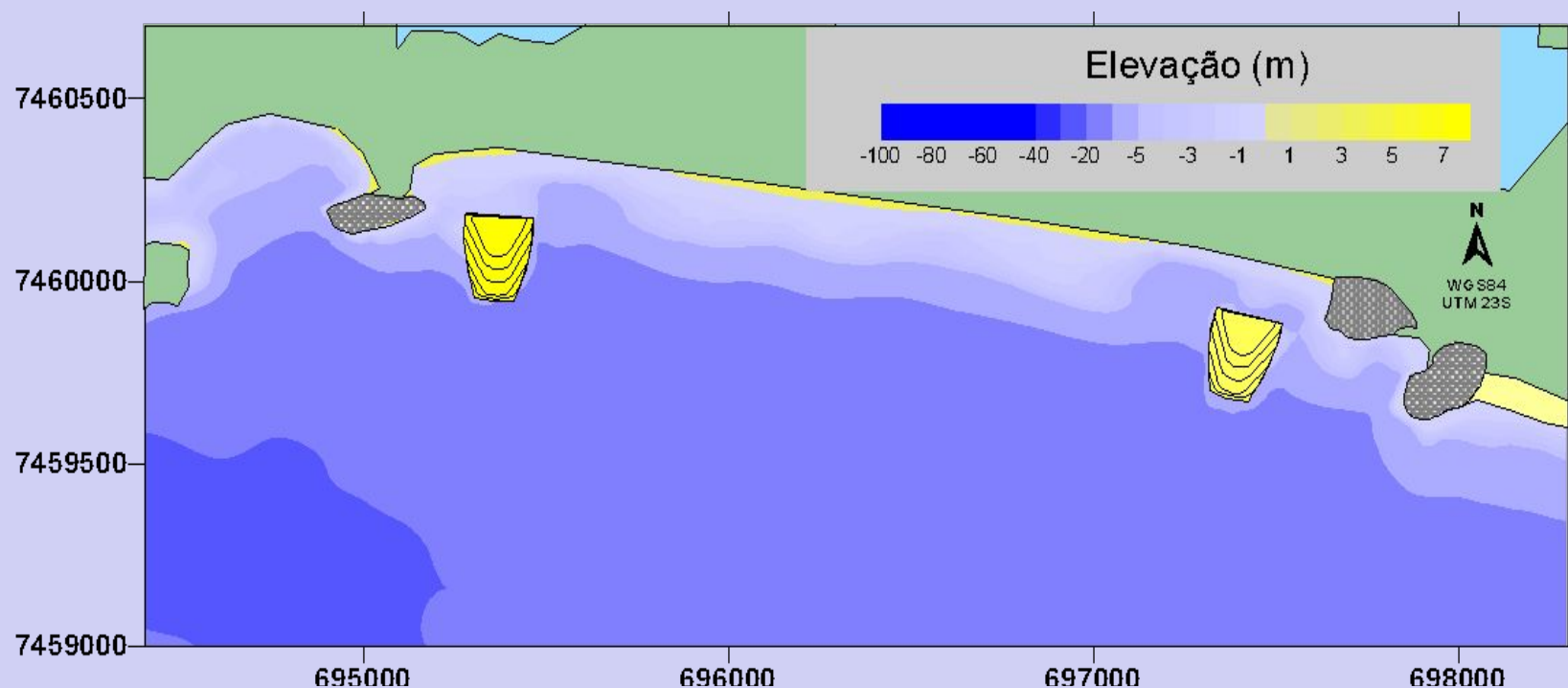


**Modelagem com Atual do
Nível Médio do Mar**



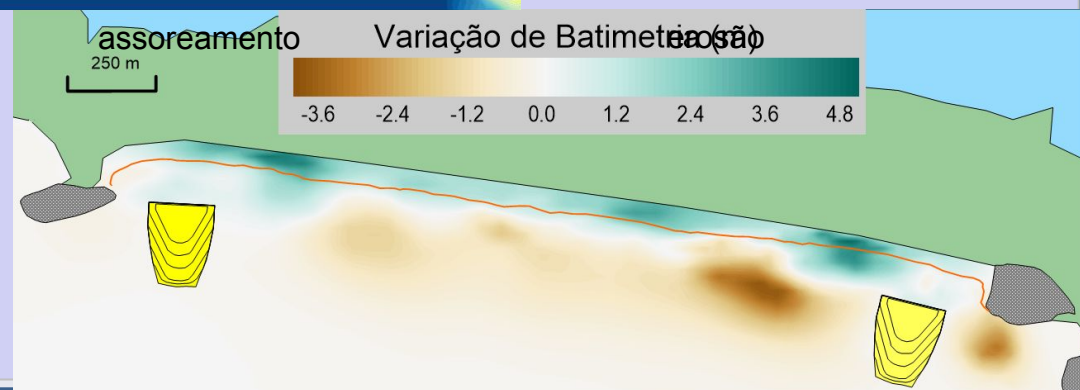
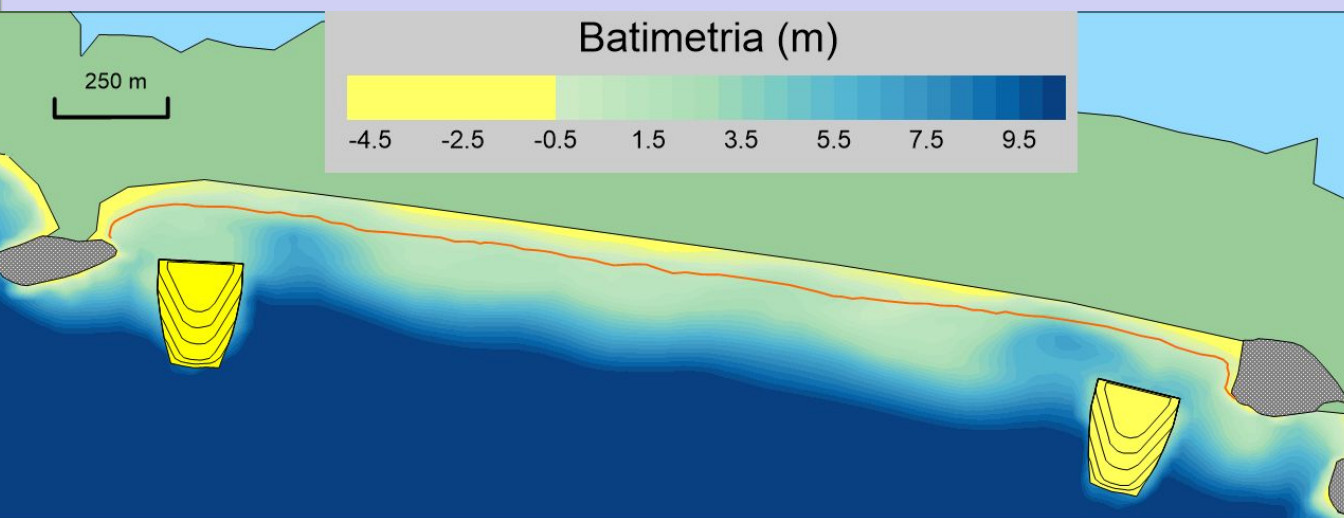
MODELAGEM DAS ALTERNATIVAS QUEBRA MARES SUBMERSOS (RECIFES ARTIFICIAIS)

Modelagem com Elevação do Nível Médio do Mar de 0,5m



MODELAGEM DAS ALTERNATIVAS QUEBRA MARES SUBMERSOS (RECIFES ARTIFICIAIS)

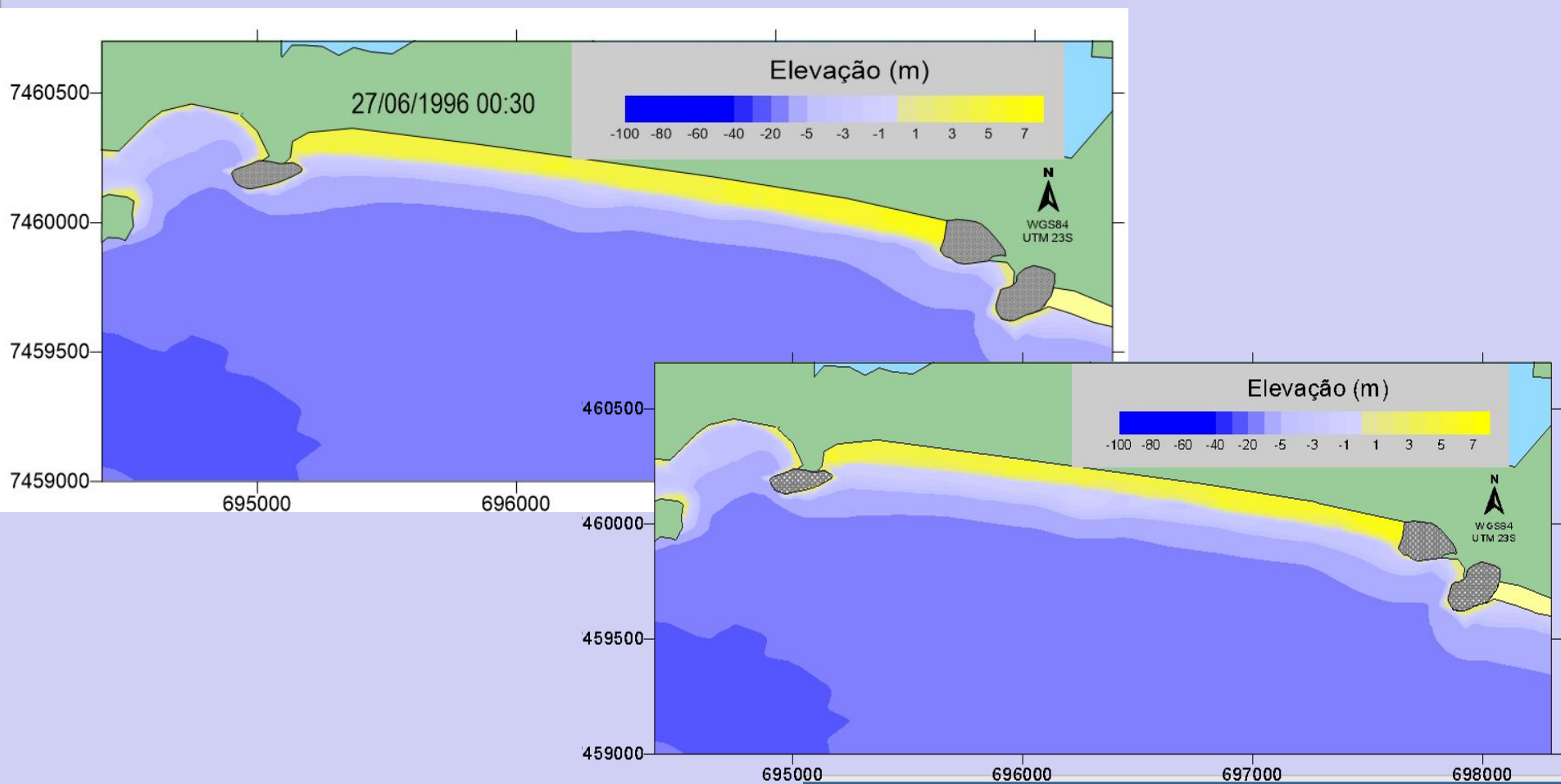
Modelagem com Elevação do Nível Médio do Mar de 0,5m



Piratininga

MODELAGEM DAS ALTERNATIVAS RESTAURAÇÃO DO ESTOQUE DE AREIA DE PRAIA

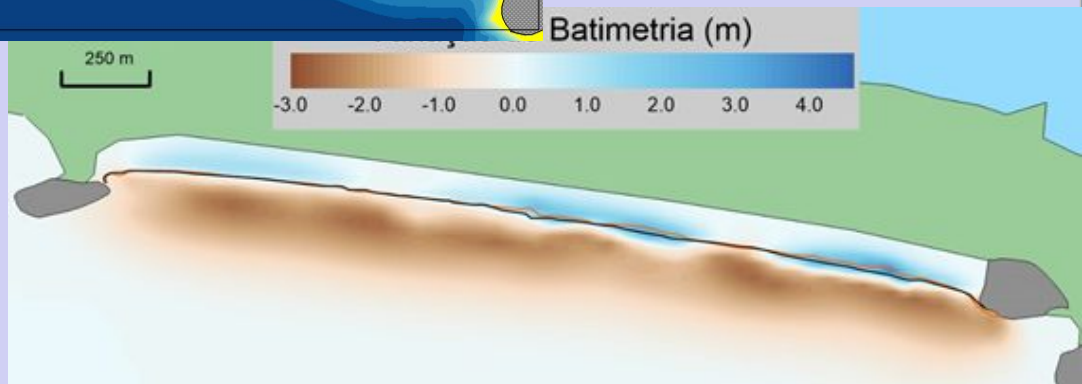
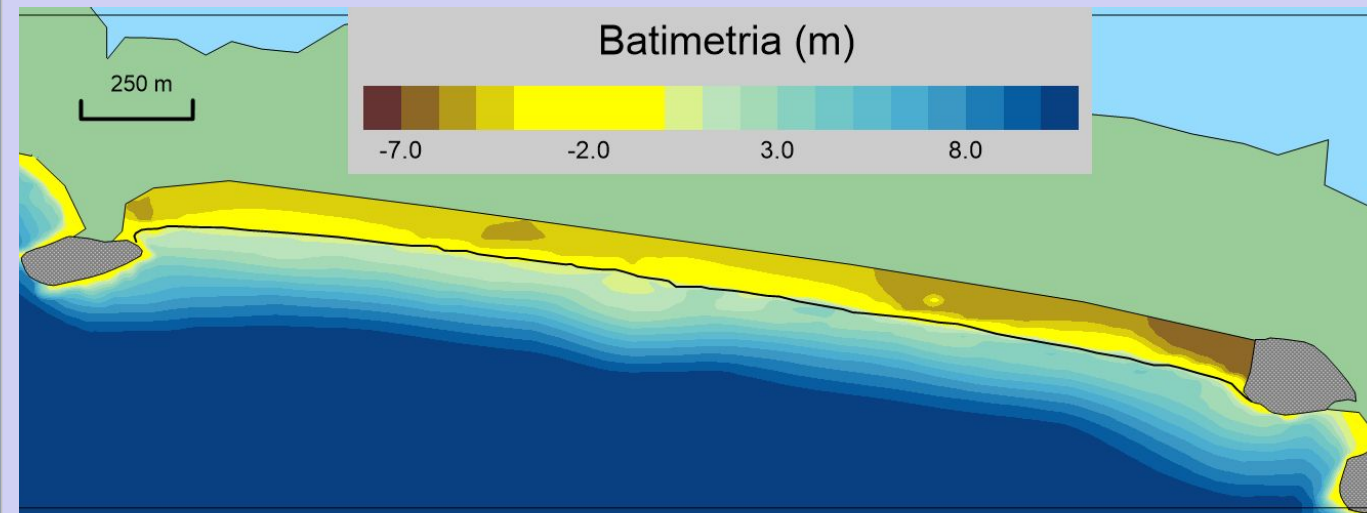
Modelagem com Atual do Nível Médio do Mar



Piratininga

MODELAGEM DAS ALTERNATIVAS RESTAURAÇÃO DO ESTOQUE DE AREIA DE PRAIA

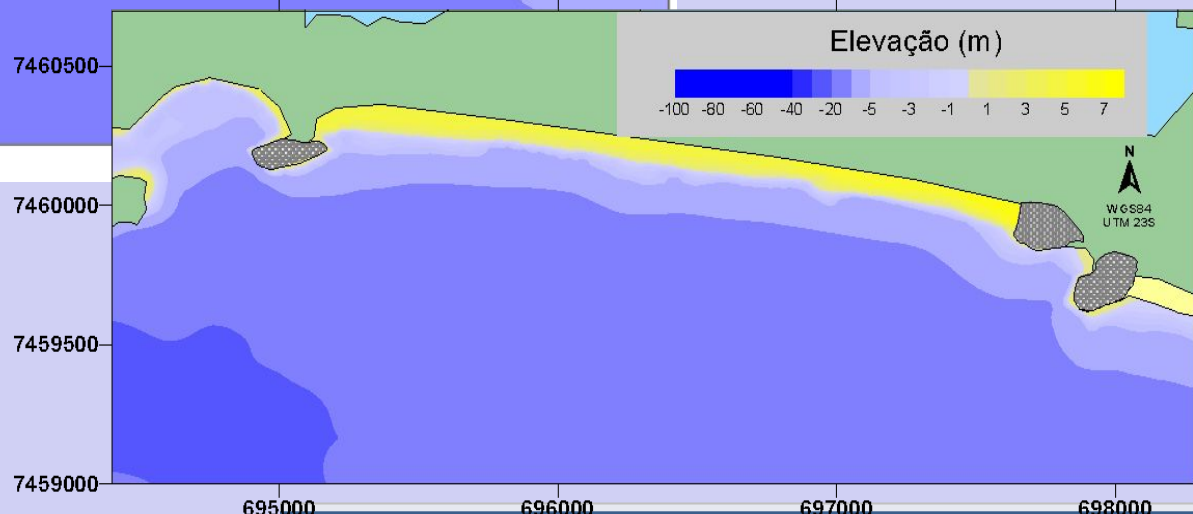
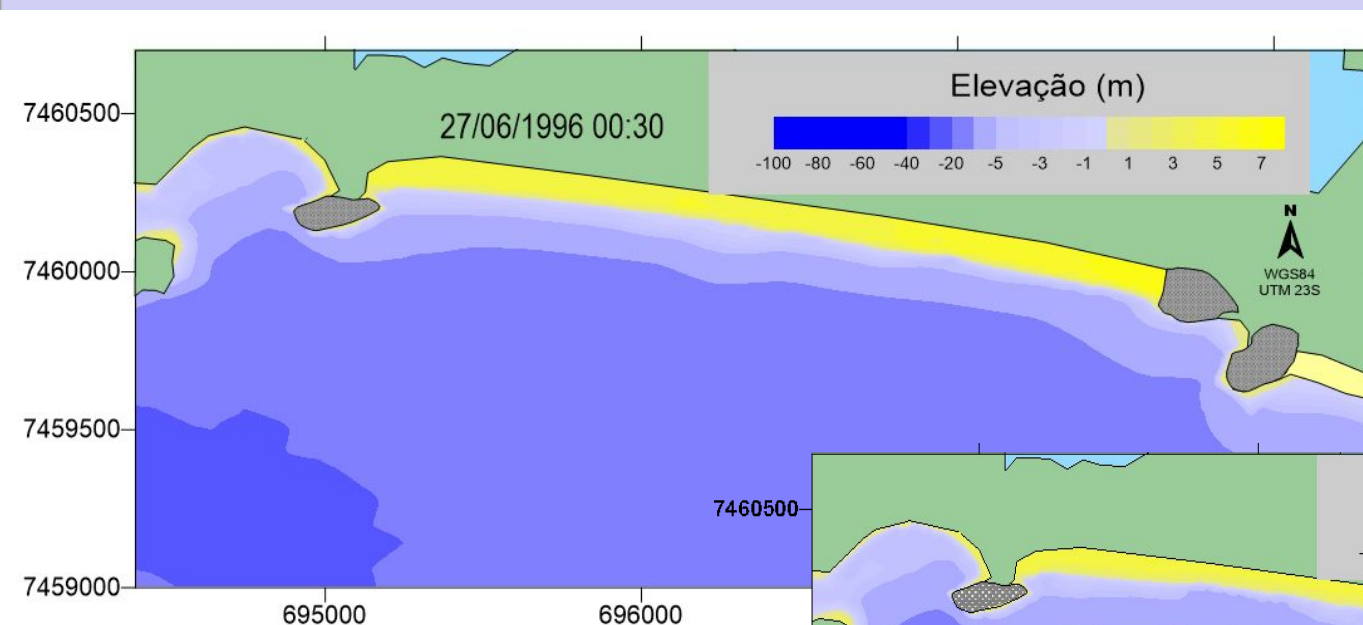
Modelagem com Atual do Nível Médio do Mar



Piratininga

MODELAGEM DAS ALTERNATIVAS RESTAURAÇÃO DO ESTOQUE DE AREIA DE PRAIA

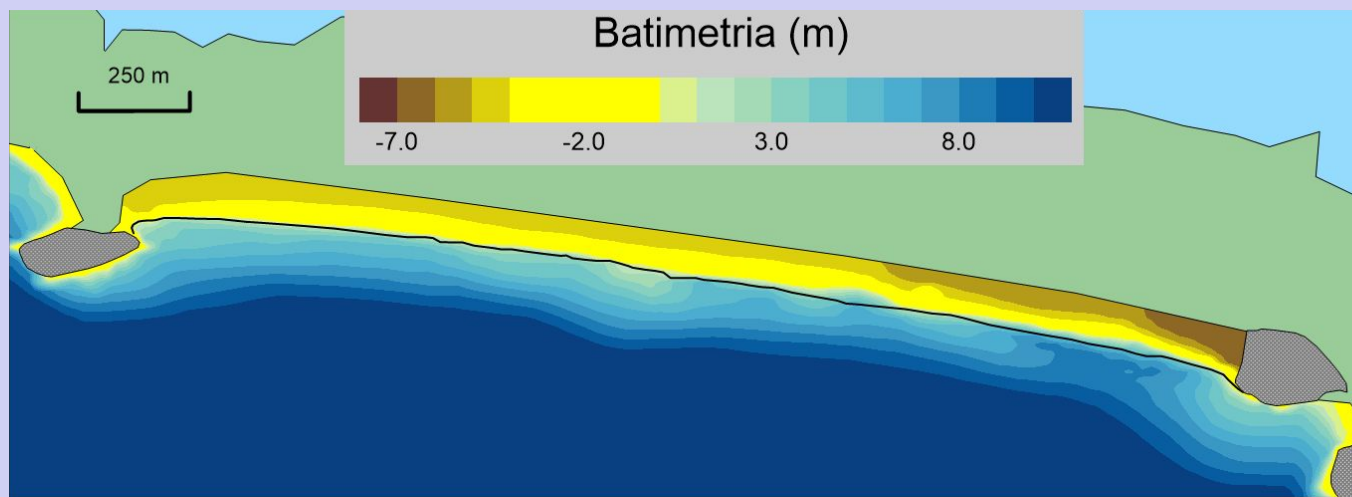
Modelagem com elevação do Nível Médio do Mar de 0,5m

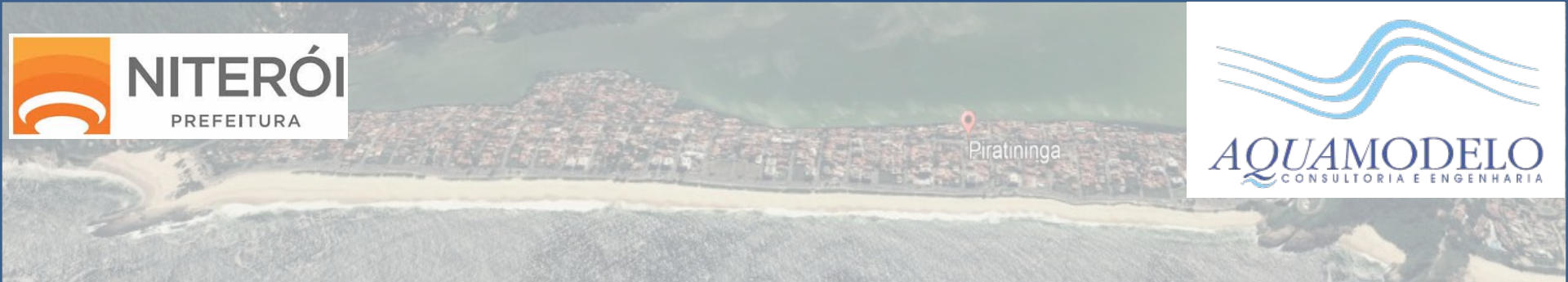


Piratininga

MODELAGEM DAS ALTERNATIVAS RESTAURAÇÃO DO ESTOQUE DE AREIA DE PRAIA

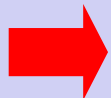
Modelagem com elevação do Nível Médio do Mar de 0,5m





SUMÁRIO DA APRESENTAÇÃO

- OBJETIVOS DO PROJETO
- EXPERIÊNCIA DA EMPRESA
- BREVE INTRODUÇÃO À ENGENHARIA COSTEIRA
- DIAGNÓSTICO DA PRAIA DE PIRATININGA
- PROPOSIÇÃO DE ALTERNATIVAS
- MODELAGEM HIDRODINÂMICA E MORFODINÂMICA
- **COMPARAÇÃO ENTRE AS ALTERNATIVAS**





**COMPARAÇÃO ENTRE AS
ALTERNATIVAS
RECUI DO MURO**

Vantagem:

- ▣ **Médio custo de implantação.**

Desvantagem:

- ▣ **Ineficaz na proteção das benfeitorias;**
- ▣ **Não protege as benfeitorias de uma subida do nível médio do mar.**



**COMPARAÇÃO ENTRE AS
ALTERNATIVAS
QUEBRAS MARES SUBMERSOS**

Vantagem:

- ▣ **Incremento da prática de surfe.**

Desvantagem:

- ▣ **Alto custo de implantação;**
- ▣ **Aumento da erosão nos trechos não abrigados;**
- ▣ **Não protege as benfeitorias de uma subida do nível médio do mar;**
- ▣ **Aumento risco para banhista.**



**COMPARAÇÃO ENTRE AS
ALTERNATIVAS**

RESTAURAÇÃO DE ESTOQUE DE AREIA DA PRAIA

Vantagens:

- Protege as benfeitorias por conta do aumento da faixa;
- Incremento das atividades esportivas (vôlei, Futevôlei, etc);
- Protege as benfeitorias numa eventual subida do nível médio do mar.

Desvantagem:

- Maior custo de implantação.

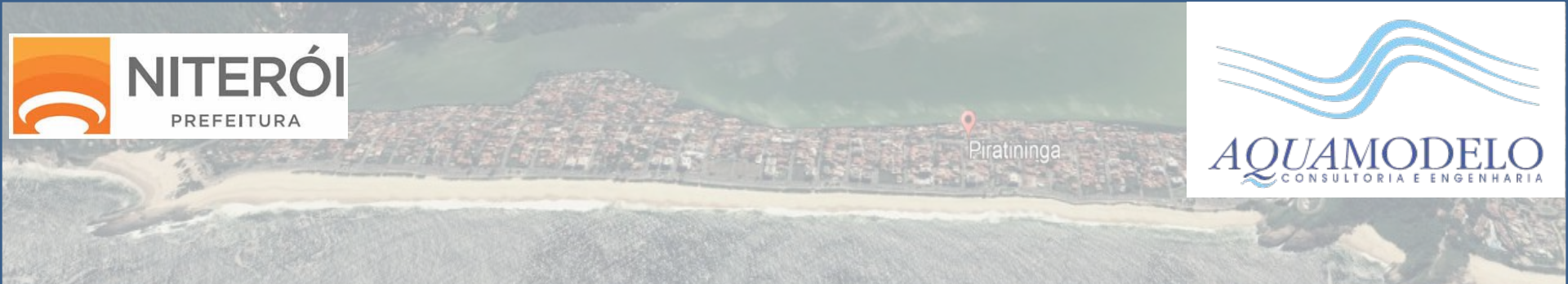
COMPARAÇÃO ENTRE AS ALTERNATIVAS

ALTERNATIVA	EFICIÊNCIA NA PROTEÇÃO DA PRAIA	PROTEGE NUMA EVENTUAL SUBIDA DO NÍVEL MÉDIO DO MAR	POSSIBILIDADE DE AUMENTO DE OUTRAS ATIVIDADES
RECUO DOS MUROS	MÉDIA/BAIXA - AJUDA NOS TRECHOS RECUADOS	NÃO	NÃO
QUEBRAMAR SUBMERSO (RECIFES ARTIFICIAIS)	MÉDIA/BAIXA - AJUDA NOS TRECHOS DE SOMBRA MAS PIORA NOS TECHOS ADJACENTES	NÃO	MELHORA PARA O SURFE
RESTAURAÇÃO DO ESTOQUE DE AREIA	ALTA - PROTEGE TODA A PRAIA	SIM	INCREMENTO DAS ATIVIDADES ESPORTIVAS (VÔLEI, FUTEVÔLEI, ETC)

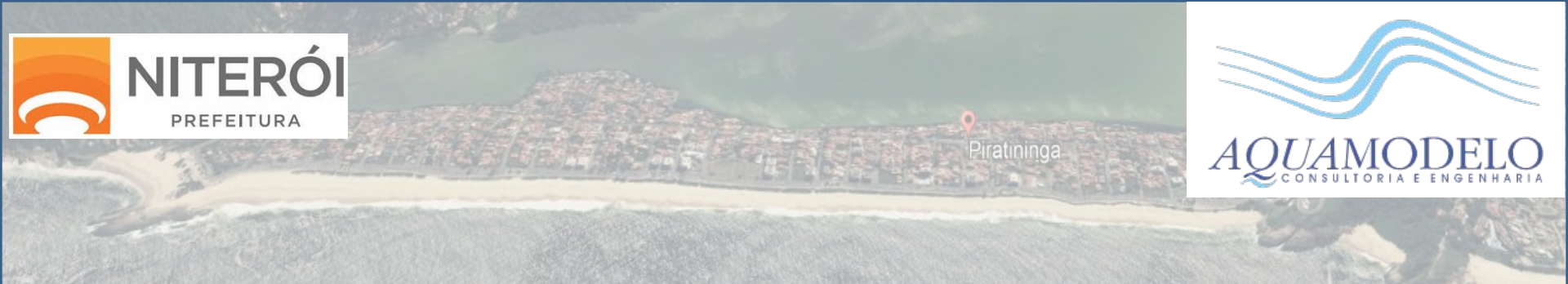
FIM

Jardim Imbui

Piratininga

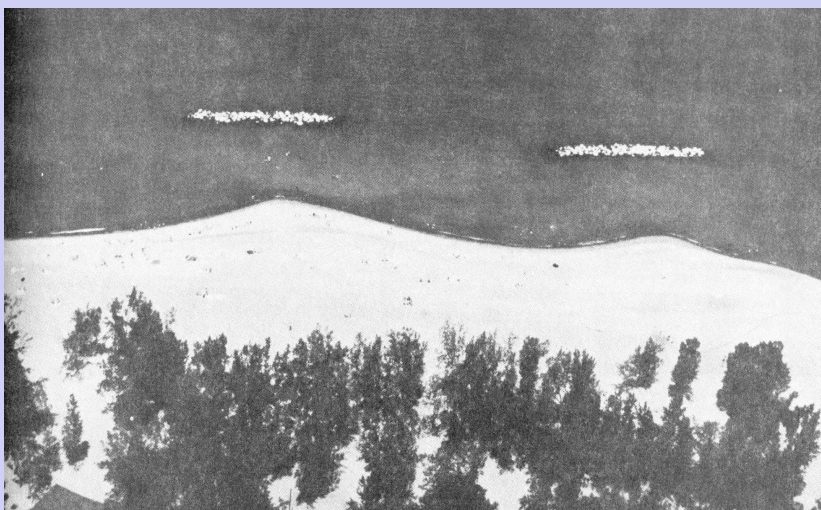


EXEMPLOS DE OBRAS COSTEIRAS



EXEMPLOS DE QUEBRA-MAR DESTACADO OU RECIFES ARTIFICIAIS

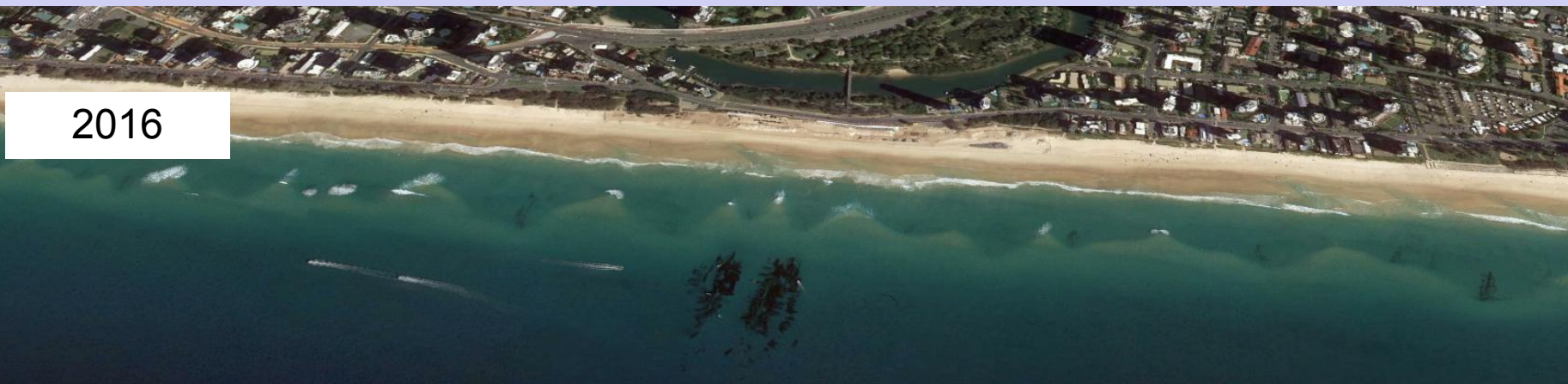
- Quebra-mar destacado praia de Presque Isle, Pennsylvania (fonte: Shore Protection Manual);
- caso crítico onde há formação de tómbolo (fonte: Sociedade de Empreitadas e Trabalhos Hidráulicos)



Piratininga

RECIFE ARTIFICIAL

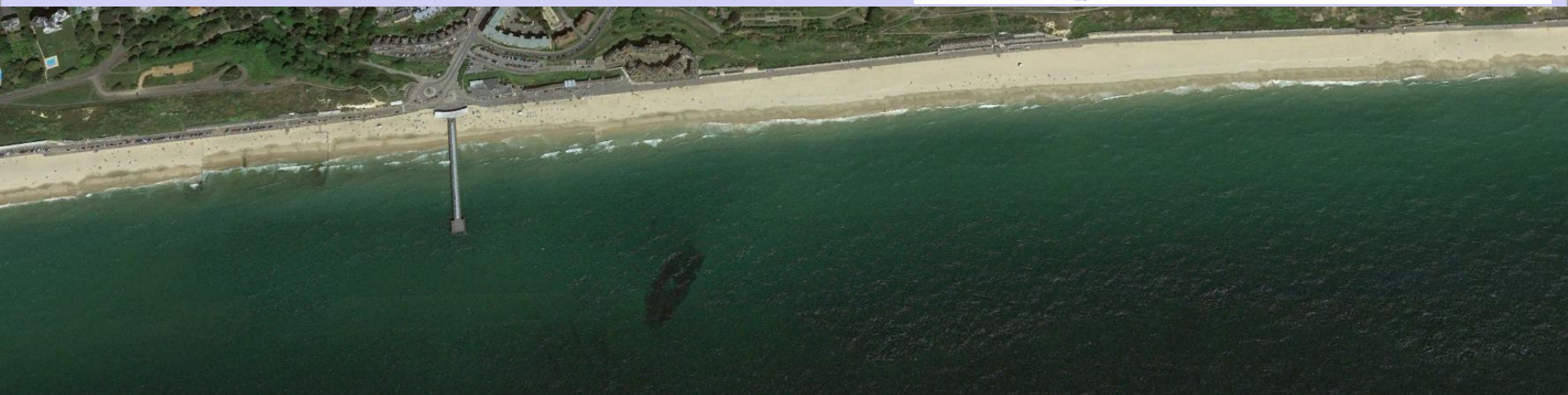
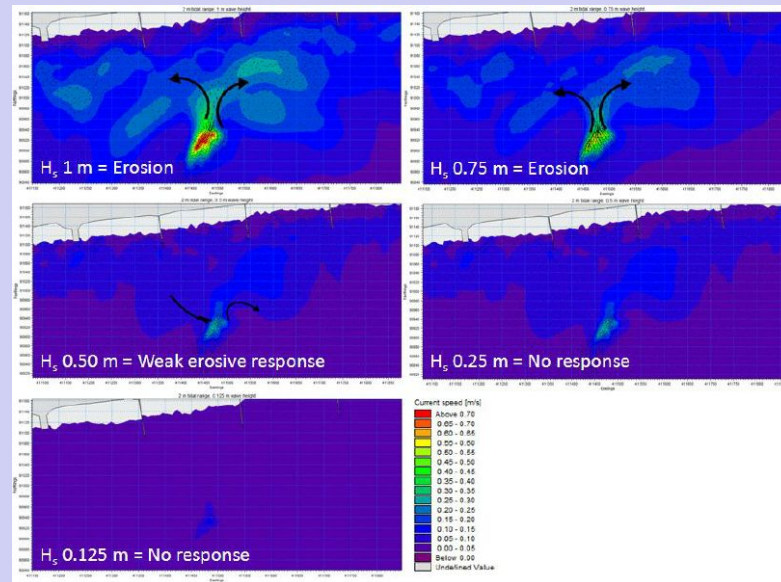
- Narrow Neck antes e depois do engordamento e colocação do recife artificial

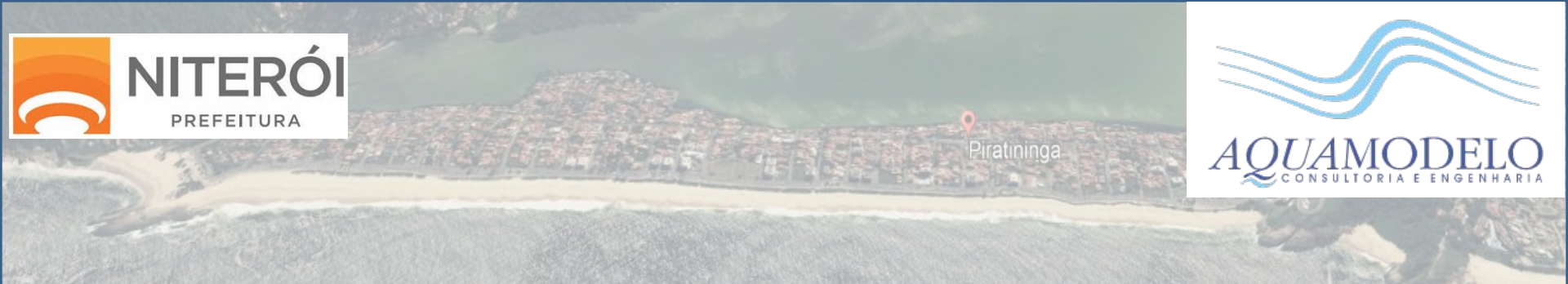




RECIFE ARTIFICIAL

- Boscombe – Inglaterra





EXEMPLOS DE ENGORDAMENTO DE PRAIA

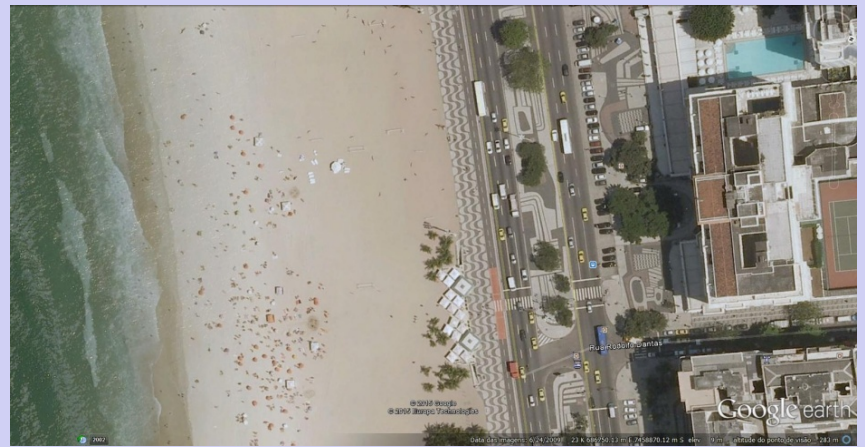
Praia de Copacabana

Piratininga

- antes



- depois

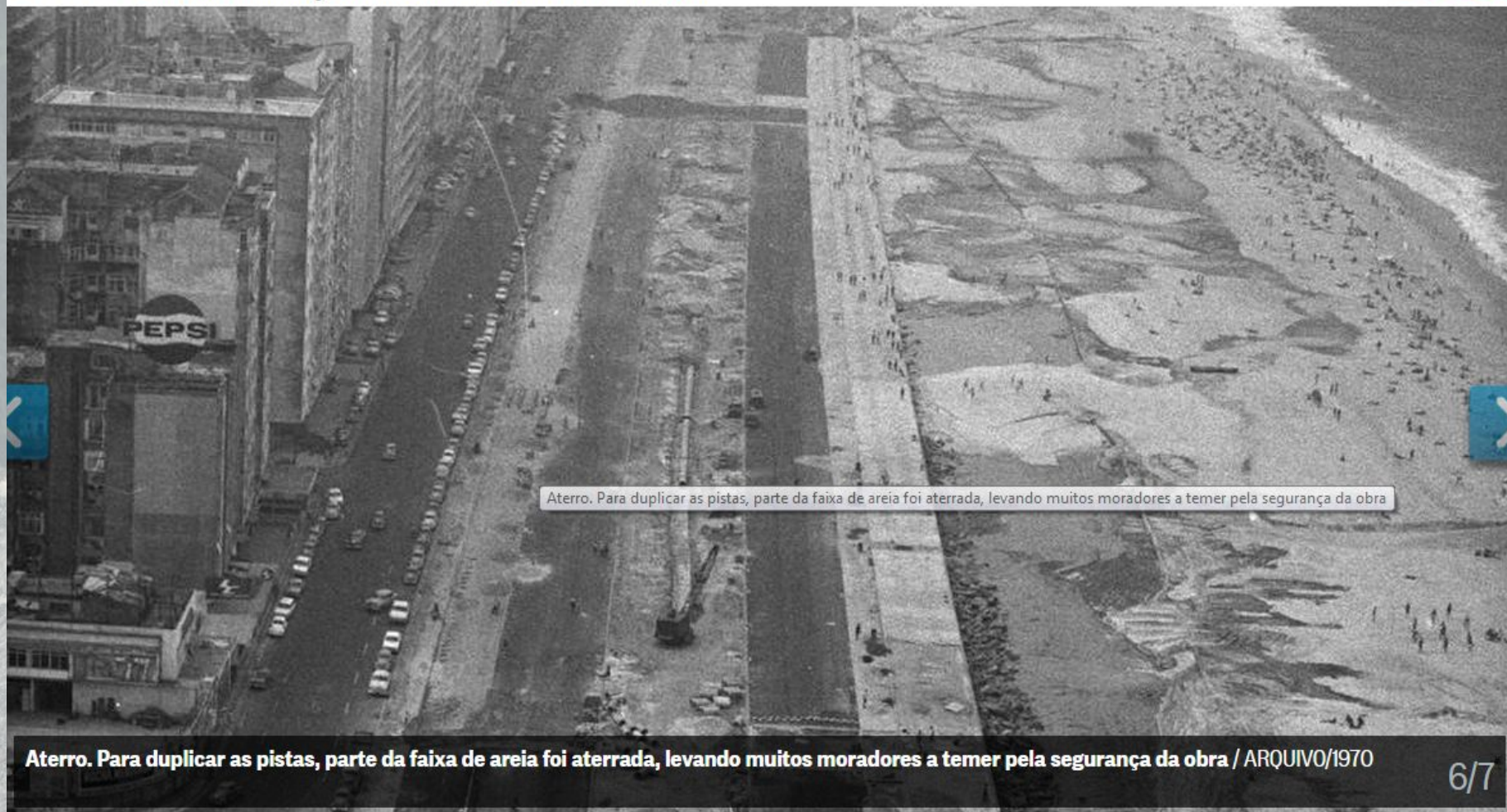


EM FOCO: A DUPLICAÇÃO DA AVENIDA ATLÂNTICA



Beira-mar. No Leme, carros e ônibus trafegavam próximo à faixa de areia / TERCEIRO / ARQUIVO

EM FOCO: A DUPLICAÇÃO DA AVENIDA ATLÂNTICA



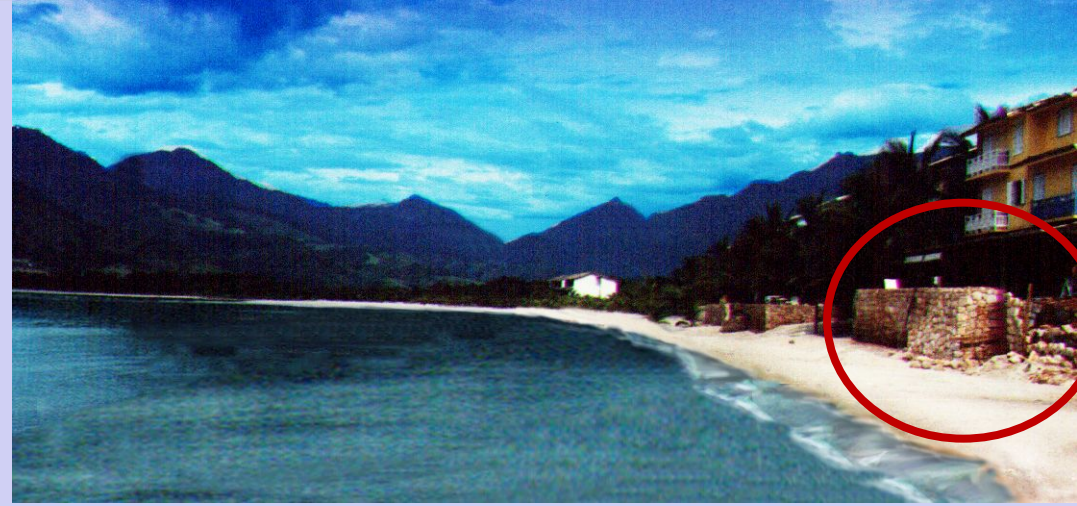
Aterro. Para duplicar as pistas, parte da faixa de areia foi aterrada, levando muitos moradores a temer pela segurança da obra / ARQUIVO/1970

EM FOCO: A DUPLICAÇÃO DA AVENIDA ATLÂNTICA



Novo visual. Na remodelada Atlântica, destaque para os desenhos de pedra portuguesa assinados por Burle Marx

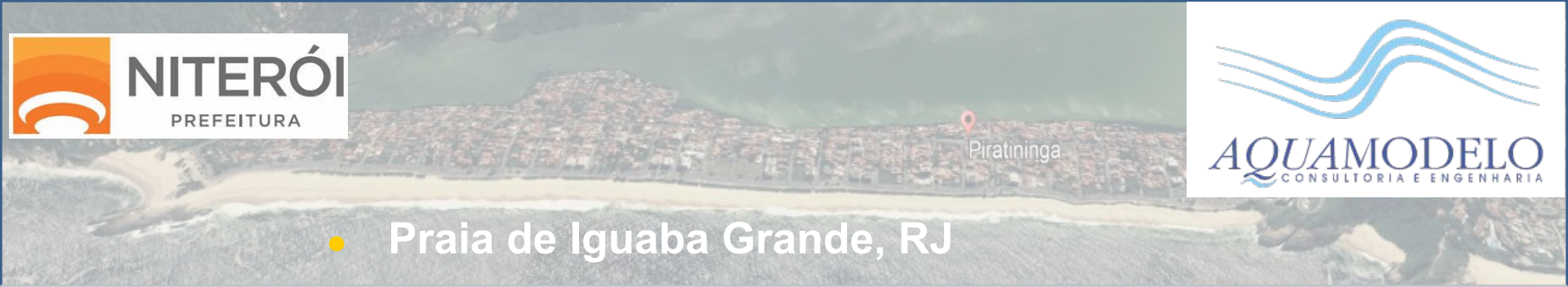
Novo visual. Na remodelada Atlântica, destaque para os desenhos de pedra portuguesa assinados por Burle Marx / TERCEIRO / EURICO DANTAS/07-10-1970



- antes

- depois





- Praia de Iguaba Grande, RJ



- antes



- depois