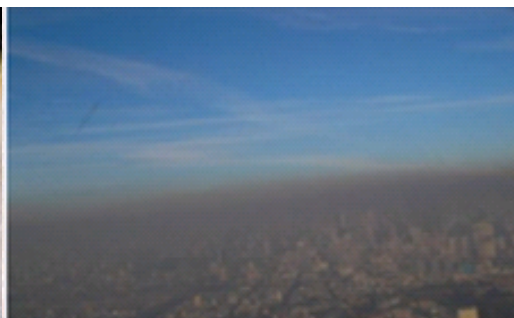
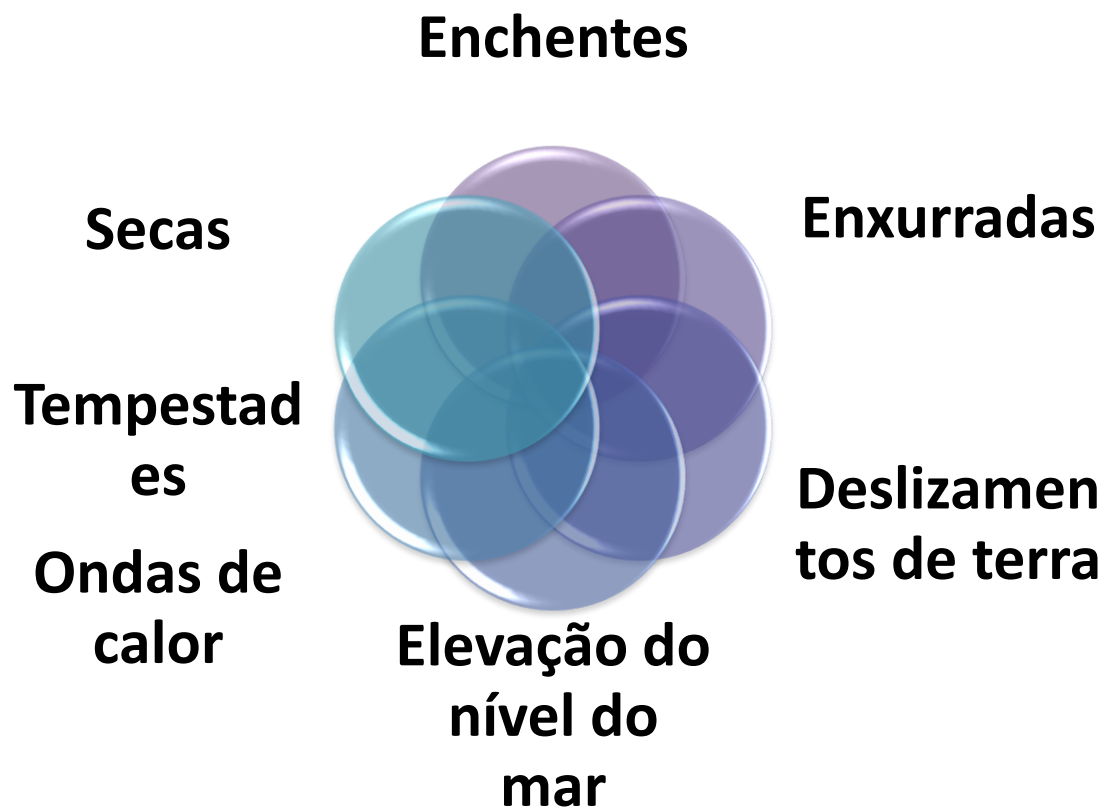


# **Impactos, vulnerabilidade e adaptação das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas**

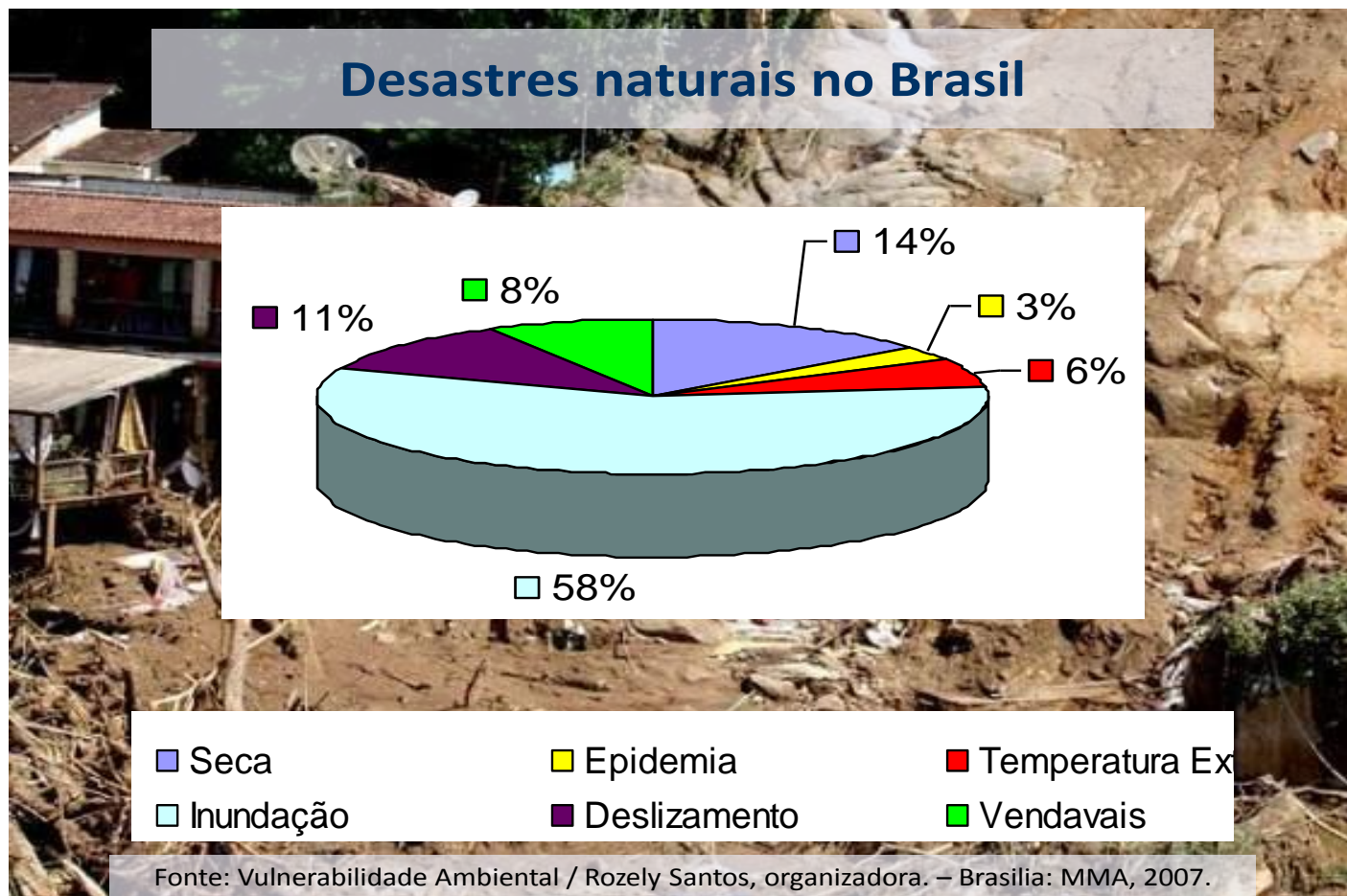
**Jose A. Marengo**  
**CEMADEN**

**[jose.marengo@cemaden.gov.br](mailto:jose.marengo@cemaden.gov.br)**

# Variabilidade, Mudanças Climáticas e extremos

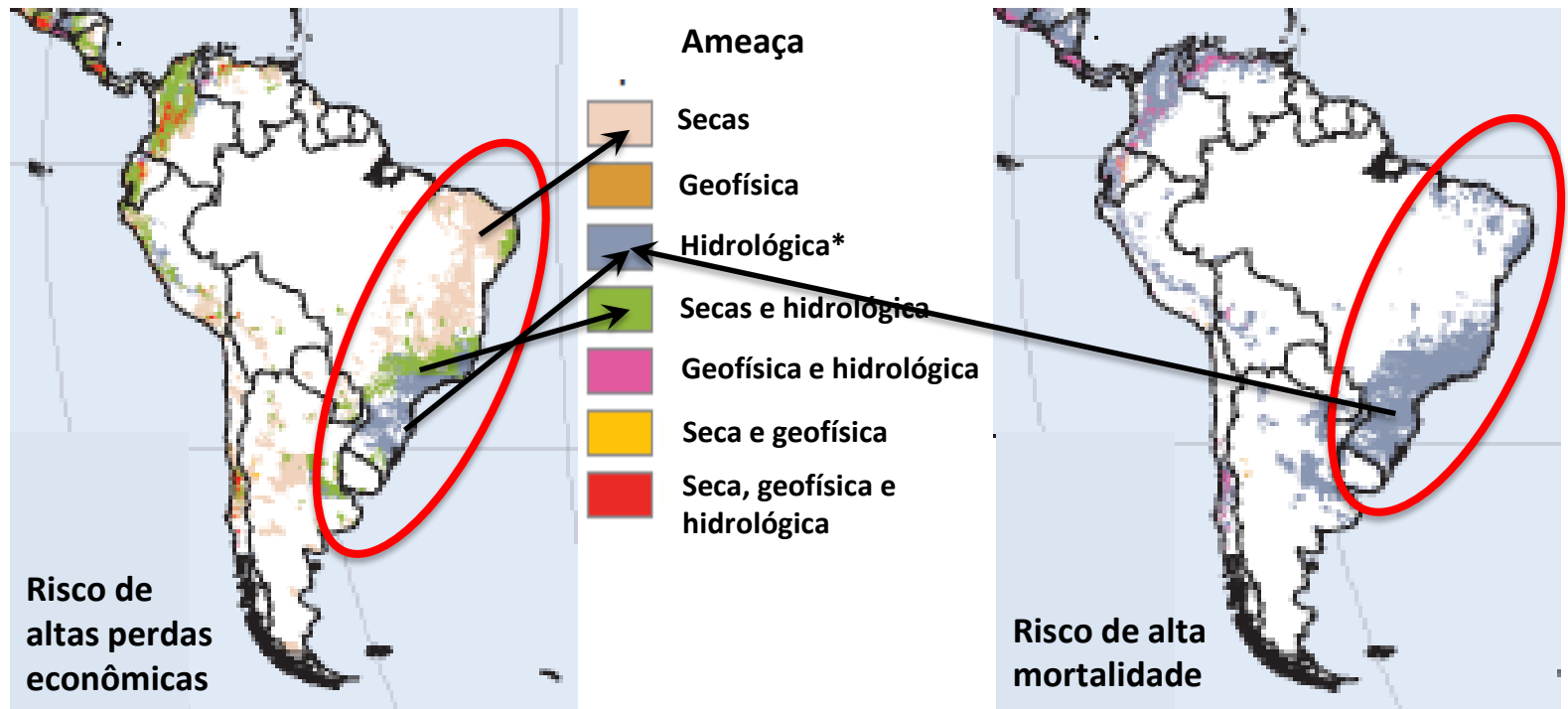


# Distribuição de desastres naturais no Brasil



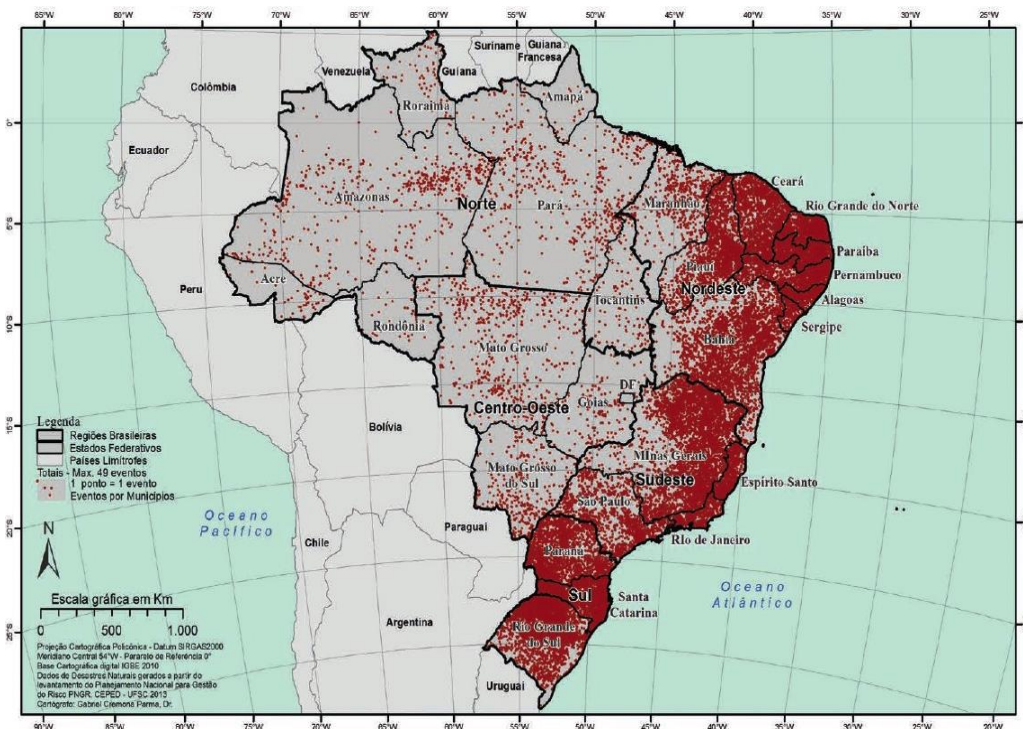
Inundações e deslizamentos = 69% das ocorrências  
Maior número de fatalidades = deslizamentos de massa em encostas

# Risco elevado de perdas socioeconômicas e de mortalidade devidas a perigos (ameaças) naturais no Brasil. Fonte: modificado de World Bank (2005)

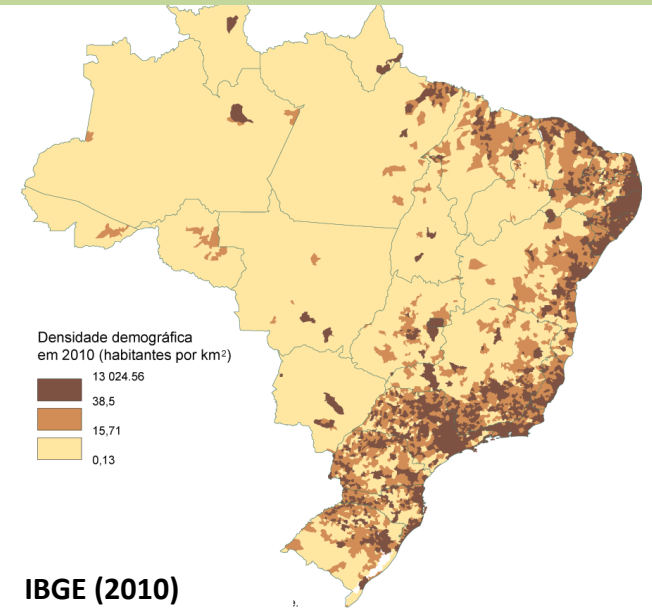


(\*) Ameaça Hidrológica inclui enchentes, enxurradas, tempestades e deslizamentos de terra

# Registro total de eventos de desastres no Brasil de 1991 a 2012;

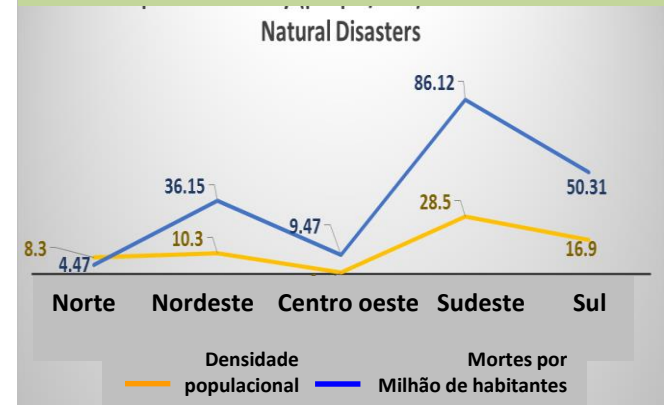


# Densidade demográfica (habitantes por km<sup>2</sup>-IBGE)

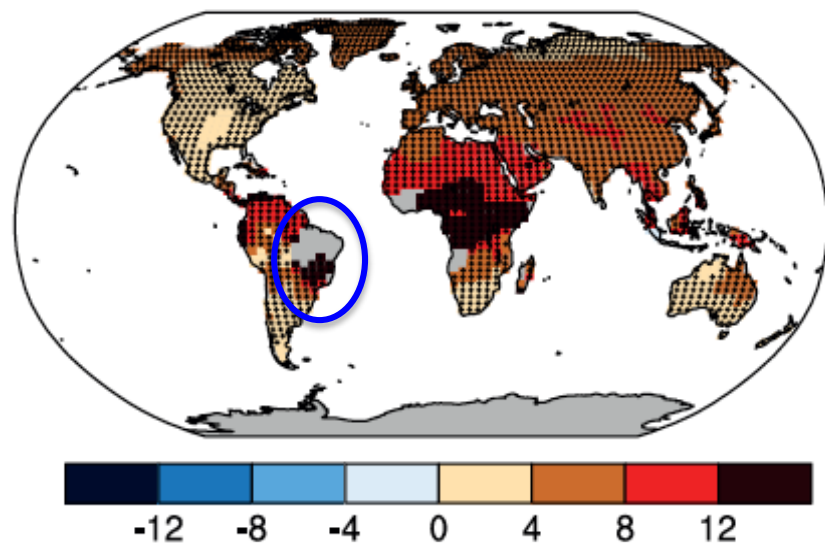


IBGE (2010)

# c) Densidade demográfica (habitantes por km<sup>2</sup>) vs mortes por desastres naturais (UFSC-CEPED 2013)

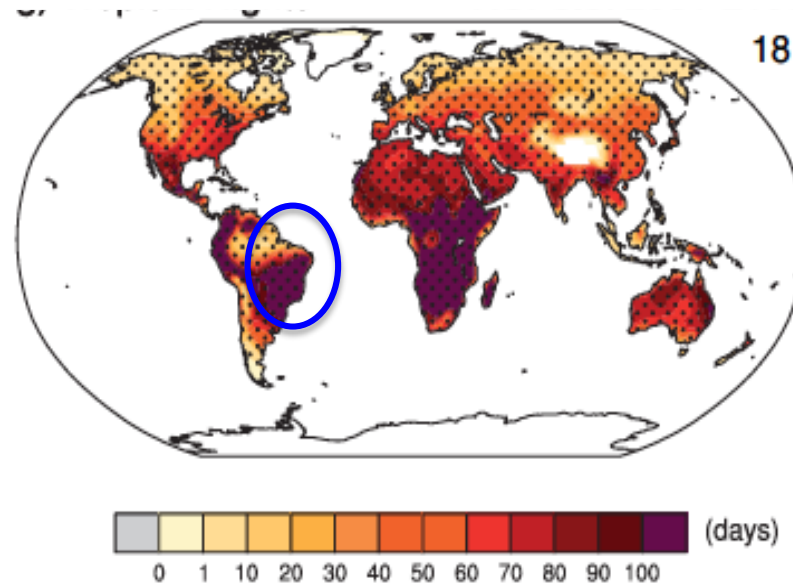


# Mudanças observadas e projetadas em extremos de temperatura (noites quentes), dos modelos do CMIP5, para 2081–2100 no cenário RCP 8.5, relativo a 1986–2005 (IPCC AR5 WG1-Chapter 2 2013).



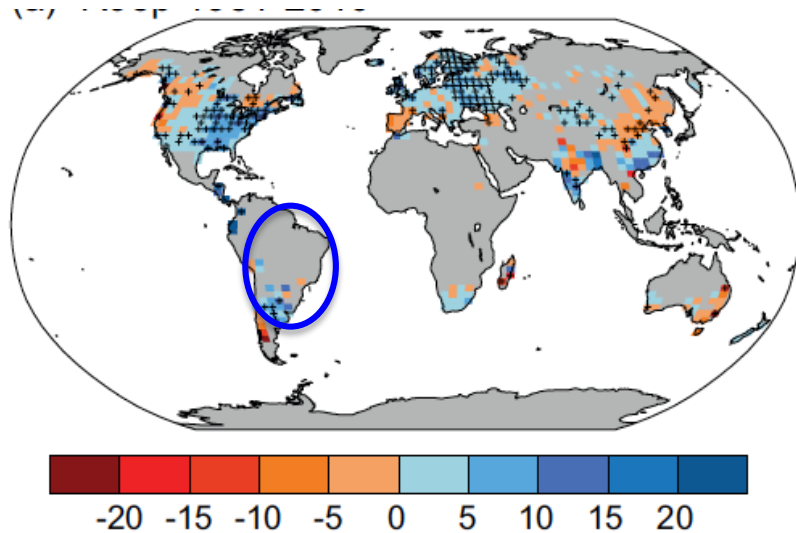
**Presente**  
**1951-2010**

Noites quentes



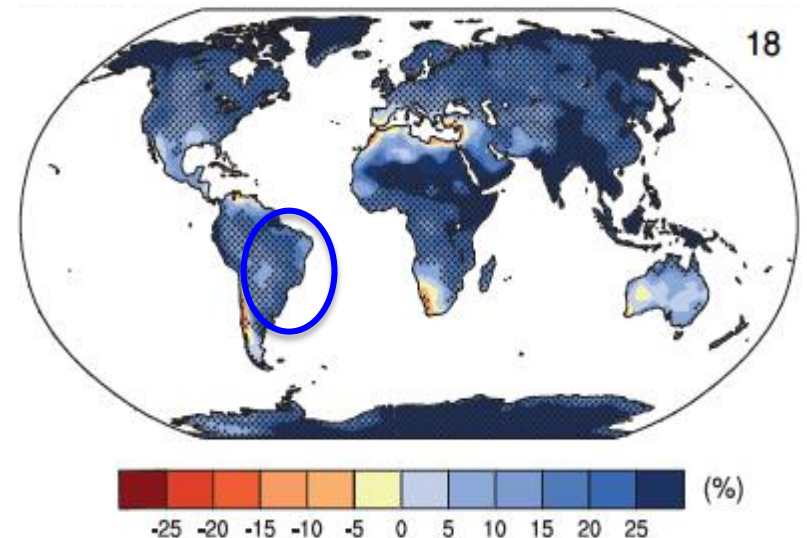
**Futuro**  
**2081-2100**

# Mudanças observadas e projetadas em extremos de chuvas (chuvas intensas), dos modelos do CMIP5, para 2081–2100 no cenário RCP 8.5, relativo a 1986–2005 (IPCC AR5 WG1-Chapter 2 2013).



**Presente**  
**1951-2010**

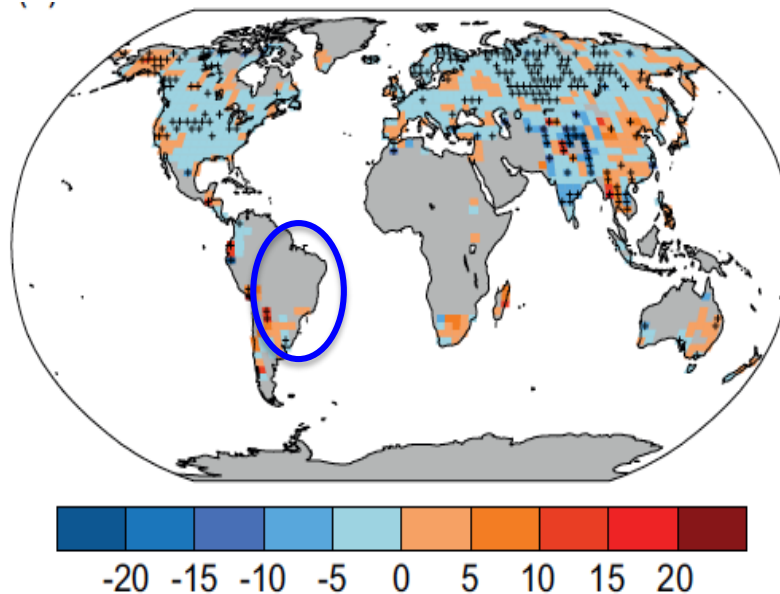
Chuvas intensas



**Futuro**  
**2081-2100**

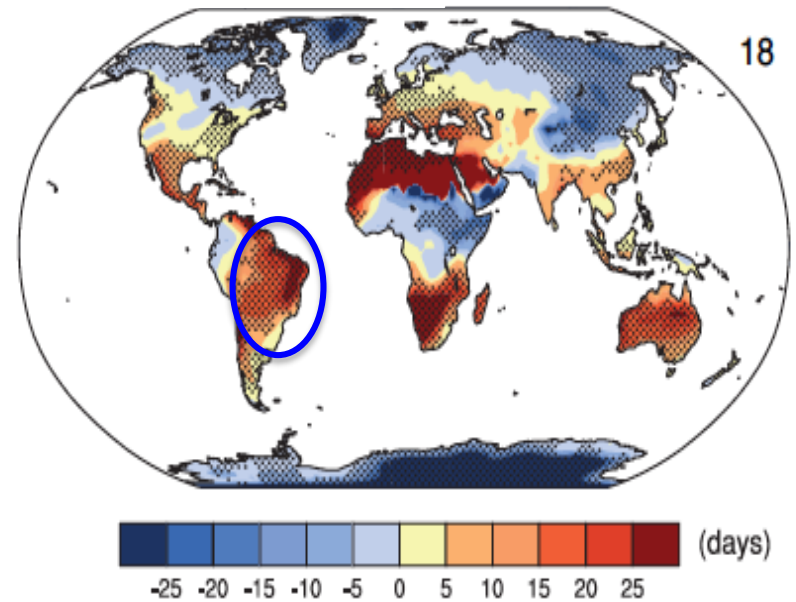


Mudanças observadas e projetadas em período secos (dias secos consecutivos), dos modelos do CMIP5, para 2081–2100 no cenário RCP 8.5, relativo a 1986–2005 (IPCC AR5 WG1-Chapter 2 2013).



**Presente**  
**1951-2010**

Periodos secos

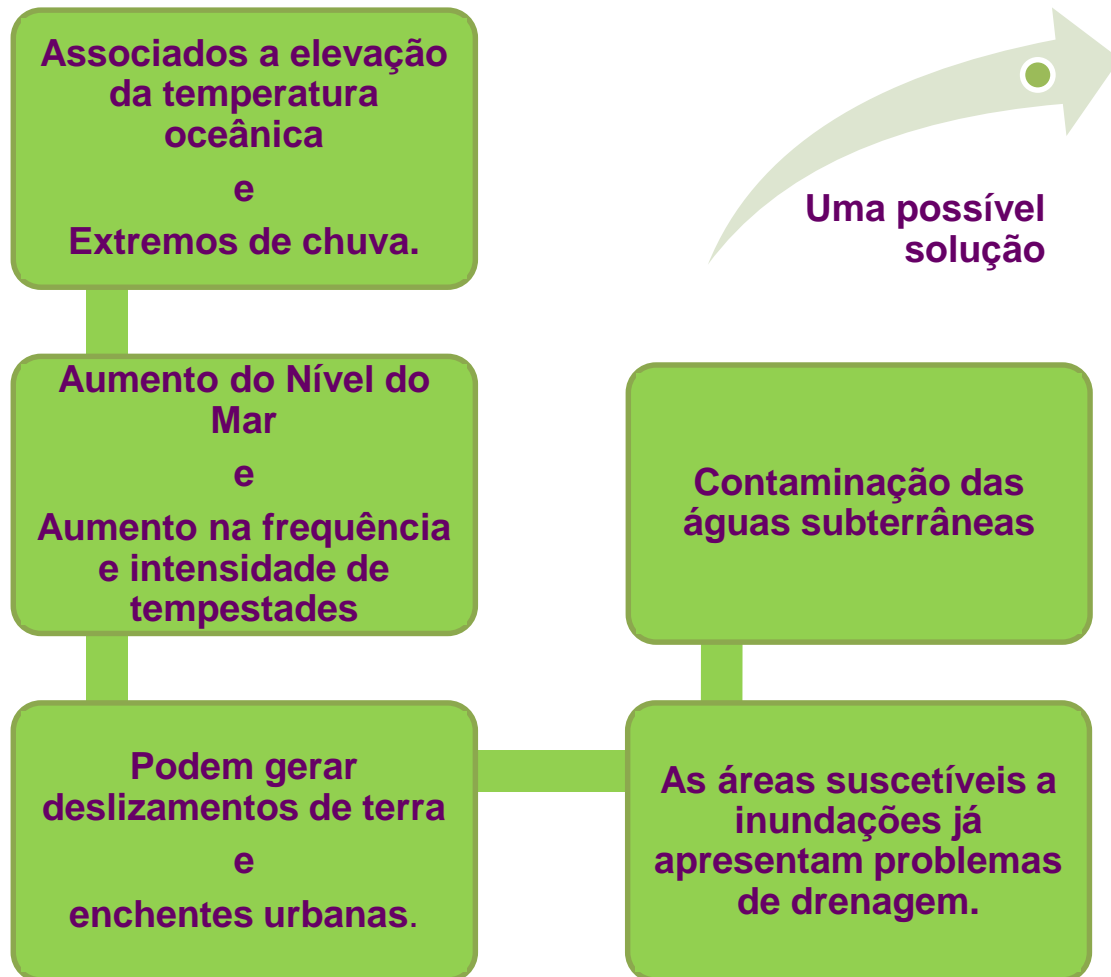


**Futuro**  
**2081-2100**





# Vulnerabilidade das cidades costeiras brasileiras às mudanças climáticas

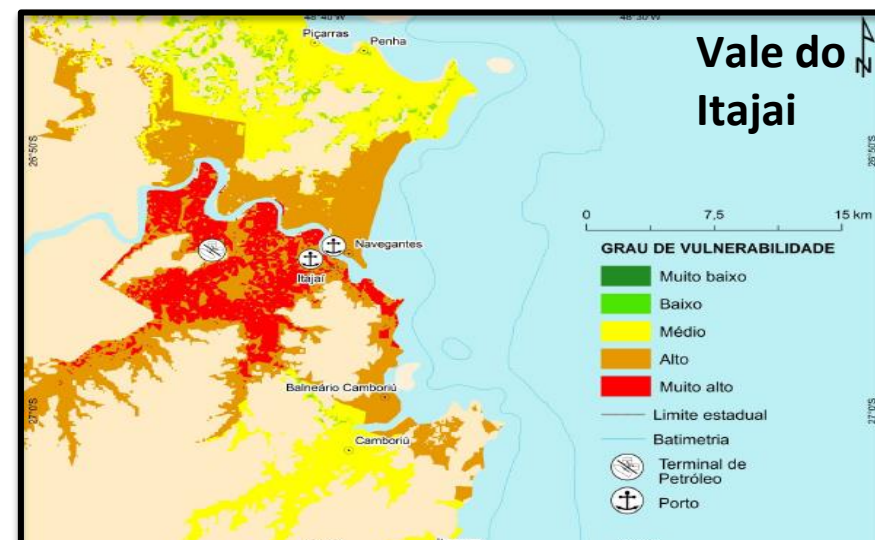
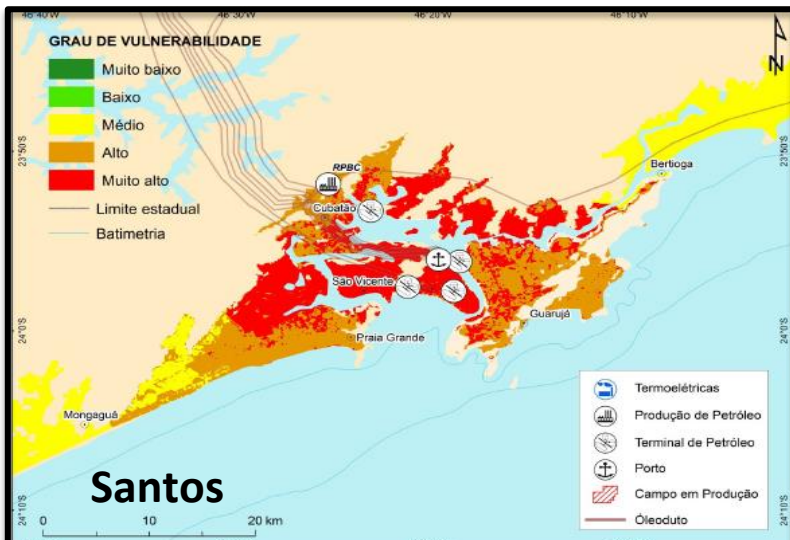
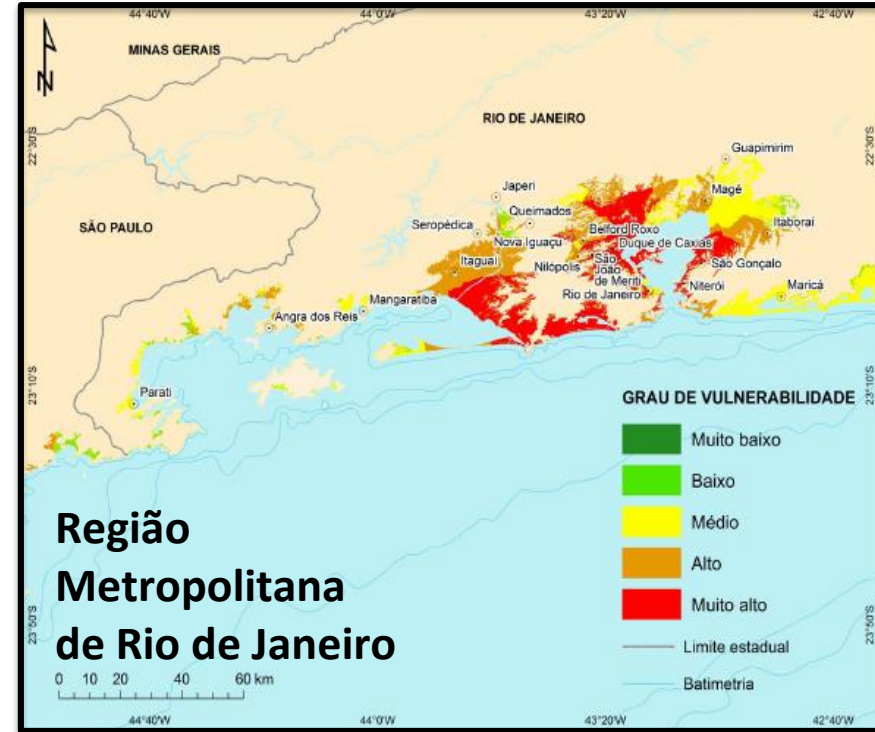
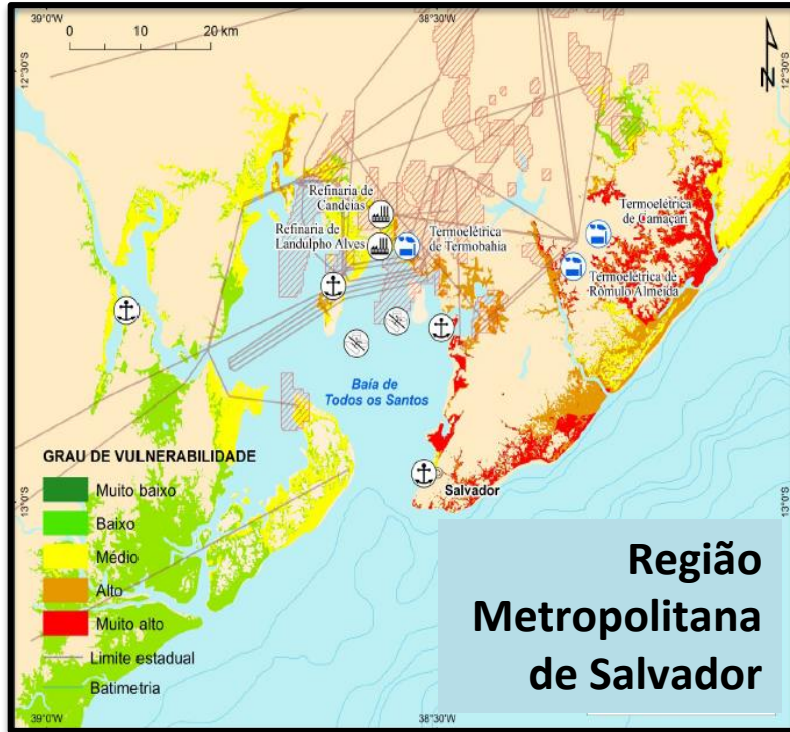


**Uma abordagem adaptável à gestão costeira manterá a flexibilidade para acomodar as mudanças das condições ao longo do tempo.**

Isso envolve a implementação de medidas de adaptação com co-benefícios para o ambiente construído, ecossistemas e sistemas humanos.

Uma estratégia de adaptação requer o monitoramento da mudança de clima e de considerar medidas de adaptação, à medida que estudos mais atualizados se tornam disponíveis.

# Mapeamento da vulnerabilidade geral nas várias regiões do Brasil desenvolvidas por Nicolodi e Petermann (2010)



# Porque Santos?

- Líder regional em sustentabilidade, questões ambientais e desenvolvimento econômico
- Governança local forte e participação da comunidade nas decisões governamentais
- Vulnerabilidade costeira em curto e longo prazo, o mais importante porto do Brasil para turismo e transporte

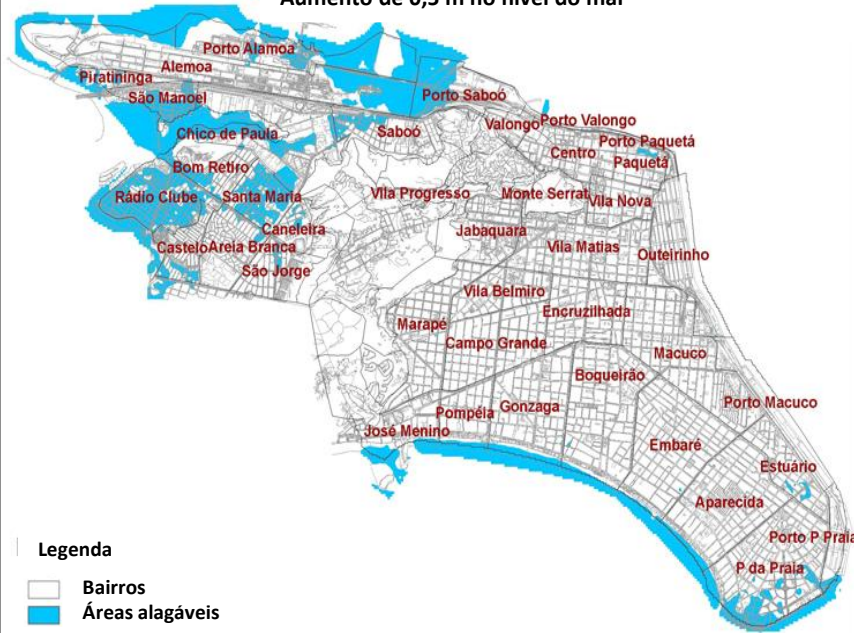
Ressaca devido a um episódio de maré alta em setembro de 2009, que afetou a região de Ponta da Praia



Erosão na região Ponta da Praia de Santos (SE) devido a um episódio de tempestade em abril de 2013

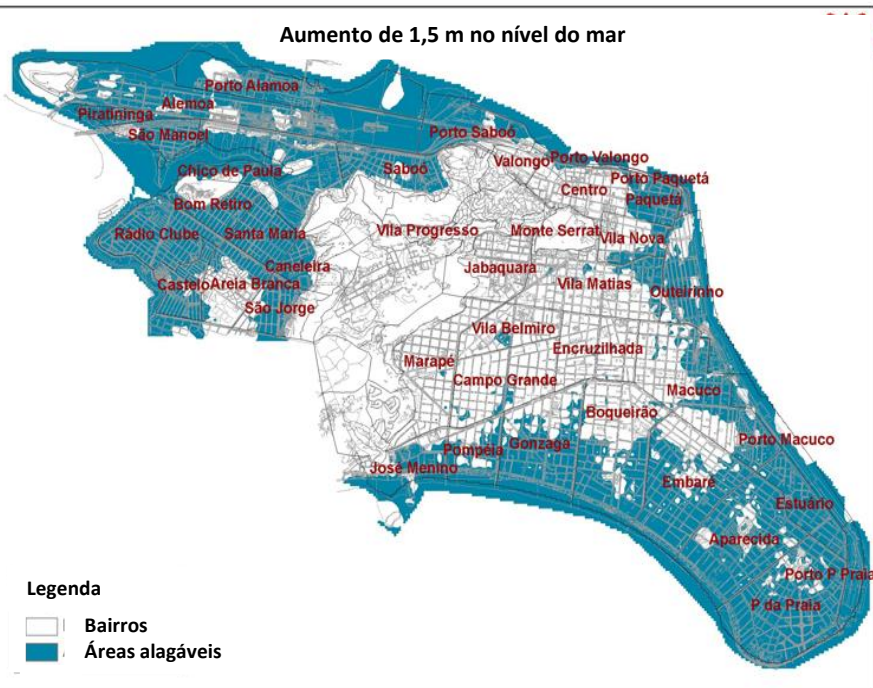


Aumento de 0,5 m no nível do mar

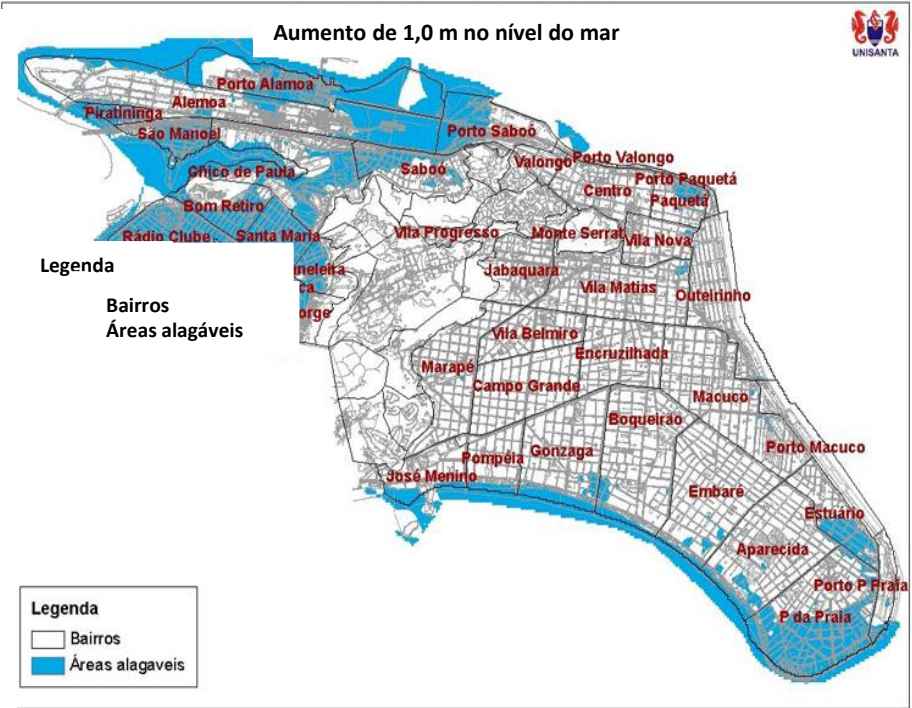


# Mapa de vulnerabilidade na região insular de Santos indicando as áreas suscetíveis a alagamento ( Unisanta)

Aumento de 1,5 m no nível do mar



Aumento de 1,0 m no nível do mar



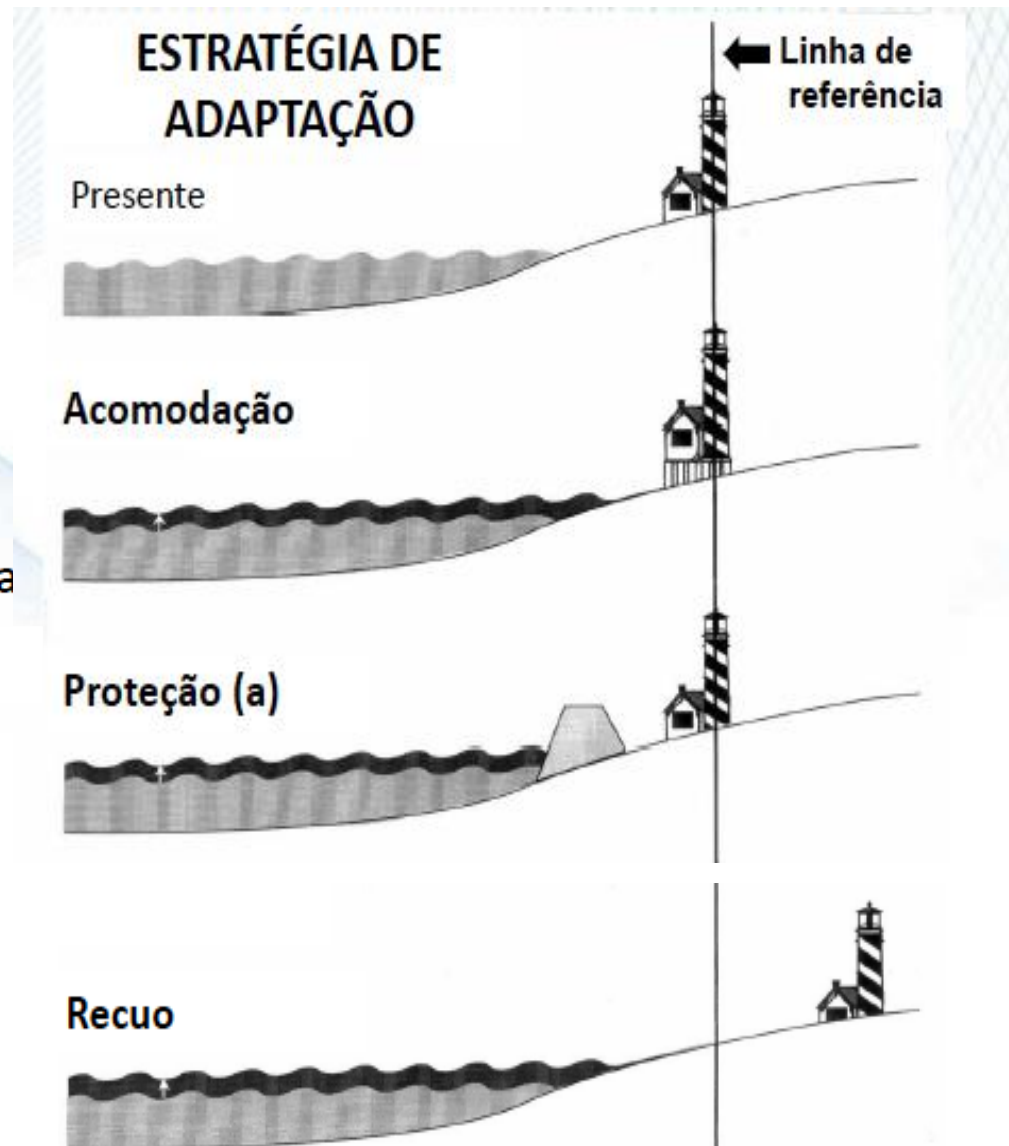
# Identificação de medidas de Adaptação

## • Adaptação planejada

Medidas proativas e planejadas para preservar e proteger os recursos em antecipação aos impactos.

## • Adaptação reativa

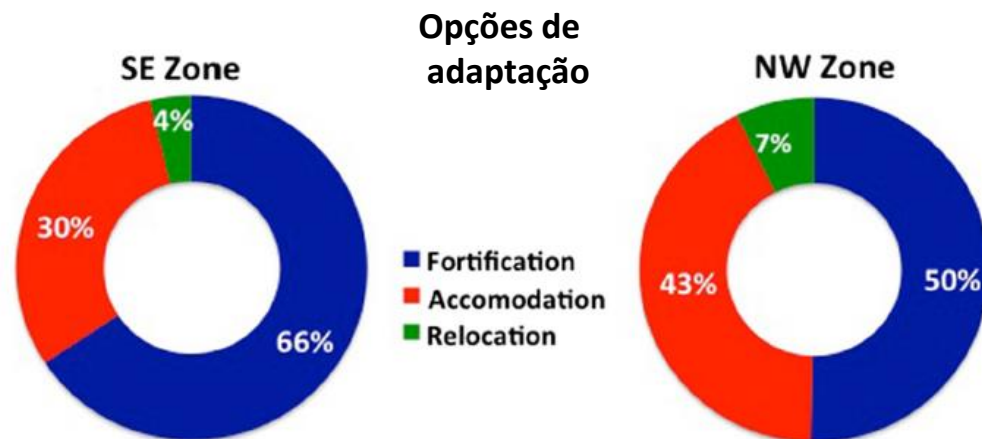
Medidas reativas/emergência implementadas após impactos



# Vulnerabilidade Costeira-Santos/SP



Cenários de inundações na SEZ  
projetado para 2100 e estimado de  
perdas econômicas para um nível de  
mar de 0.45 m



(A)



(B)



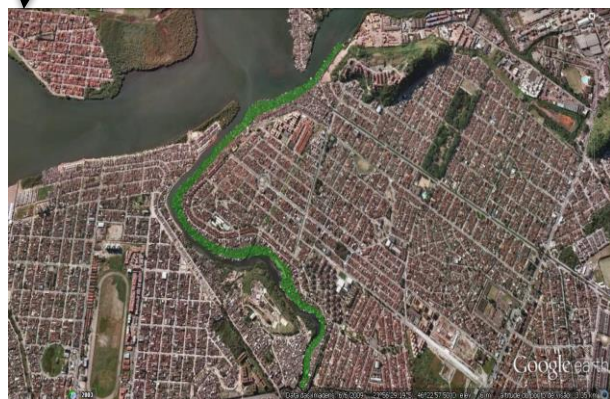
# Medidas de adaptação propostas pela população de Santos na zonas noroeste e sudeste (Marengo et al., 2017).



**Dragagem**



**Preservação e restauração de manguezais**



**Engordamento da praia e recuperação de dunas**



**Reforço estrutural e melhoras em diques já existentes**



Medidas de adaptação propostas pela população de Santos na zonas noroeste e sudeste (Marengo et al., 2017). Perdas acumuladas (US \$) para cenários de alto e baixo SLR nas zonas SE de Santos (Ponta da Praia), para cenário de no-adaptação

<i>Ano</i>	<i>Subida nivel do mar</i>	<i>Danos Zona SE</i>
<b>2010-2050</b>	<b>Low (0.0-0.18 m)</b>	<b>268,616,063</b>
	<b>High (0.0-0.23 m)</b>	<b>304,751,652</b>
	<b>IPCC (0.0-0.30 m)</b>	<b>361,726,435</b>
<b>2051-2100</b>	<b>Low (0.18-0.36 m)</b>	<b>601,477,102</b>
	<b>High (0.23-0.45 m)</b>	<b>738,746,597</b>
	<b>IPCC (0.30-1.00 m)</b>	<b>1,318,436,303</b>
<b>2010-2100</b>	<b>Low (0 m-0.36 m)</b>	<b>870,093,165</b>
	<b>High (0 m-0.45 m)</b>	<b>1,043,498,149</b>
	<b>IPCC (0 m-1.00 m)</b>	<b>1,680,162,737</b>





# Comissão vai elaborar plano para enfrentar elevação do mar

Documento analisará cenários, impactos, áreas estratégicas e planejará programas e ações necessários



No prazo de um ano, Santos contará com plano para enfrentar as alterações climáticas como a elevação do nível do mar. O documento será elaborado pela Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima.

O grupo será coordenado pelo secretário de Desenvolvimento Urbano (Sedurb), Nelson Gonçalves, com representantes titulares e suplentes do Gabinete do Prefeito, da própria Sedurb e das

pastas de Comunicação e Resultados (Secor), Meio Ambiente (Semam), Serviços Públicos (Seserp), Infraestrutura e Edificações (Siedi), Assuntos Portuários e Marítimos (Seport), Segurança (Seseg), Desenvolvimento Econômico e Inovação (Sedes) e da Fundação Parque Tecnológico de Santos (FPTS).

#### INTEGRANTES

Os integrantes da comissão serão indicados pelas

secretarias e órgãos e, em seguida, nomeados pelo prefeito Paulo Alexandre Barbosa.

O documento, que deverá estar em consonância com o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) e o Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana de Santos, avaliará cenários, impactos, áreas estratégicas, além de planejar programas e ações, entre outras atribuições.

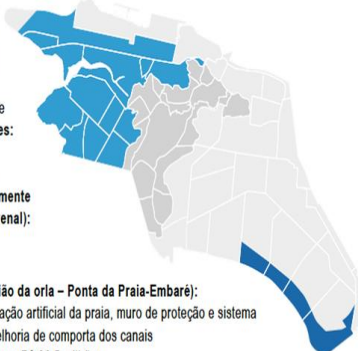
## Medidas previstas

### ZONA NOROESTE:

dragagem, sistema de comportas e estações de bombeamento e recuperação de mangue  
Custo das intervenções: R\$ 201,9 milhões  
Prejuízo estimado se nada for feito (somente com imóveis/valor venal): R\$ 236,4 milhões

### ZONA SUDESTE (região da orla – Ponta da Praia-Embaré):

engordamento/alimentação artificial da praia, muro de proteção e sistema de bombeamento e melhoria de comporta dos canais  
Custo das intervenções: R\$ 36,5 milhões  
Prejuízo estimado se nada for feito (somente com imóveis/valor venal): R\$ 1 bilhão



Medidas de adaptação precisarão de investimento de R\$ 238 milhões

**Exemplo a ser seguido: em janeiro de 2016, a Prefeitura de Santos criou o Plano Municipal de Adaptação a Mudanças Climáticas.**

**Neste plano lida com:**

1. aumento do nível do mar
2. mudanças nos extremos climáticos
3. acesso à informação
4. planejamento de ocupação territorial
5. moradia resiliente
6. mobilidade
7. transporte e operação portuária
8. proteção e adaptação para população vulnerável e
9. definir áreas estratégicas vulneráveis para intervenção em termos de proteção contra inundações em áreas que estão atualmente expostas a danos causados por tempestades e inundações.
10. monitoramento
11. educação ambiental
12. cria um arranjo institucional envolvendo a cidade e o governo estadual, a população, os setores comercial, produtivo e também acadêmico .

# Considerações finais: algumas recomendações para tomadores de decisões

Realizar novas avaliações de risco de desastres associados particularmente nas cidades do Norte e Nordeste.

Planejar adaptação de forma a permitir transição para o desenvolvimento sustentável”.

Soluções de governança e políticas para os problemas das mudanças climáticas terão caráter integrado e não setorial.

Criar planos municipais de adaptação, à luz do plano nacional, e viabilizar financiamento da implementação!--  
.Santos