

# **PLANO DE AÇÃO CLIMÁTICA DE SANTOS (PACS)**

## **PARTE I - CONTEXTO CLIMÁTICO EM SANTOS**

**Janeiro de 2022**

# **PLANO DE AÇÃO CLIMÁTICA DE SANTOS (PACS)**

## **SUMÁRIO**

### **INTRODUÇÃO**

### **APRESENTAÇÃO PMS**

### **APRESENTAÇÃO GIZ- PROADAPTA**

## **PARTE I - CONTEXTO CLIMÁTICO EM SANTOS**

### **1. ANTECEDENTES**

#### **1.1 CONSTRUÇÃO DO PROCESSO DE REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO PMMCS: SEMINÁRIOS REALIZADOS PELA CMMC E PELO PROJETO PROADAPTA**

##### **1.1.1 SEMINÁRIOS PARA A ATUALIZAÇÃO DO PMMCS**

#### **1.2 PROJETOS E AÇÕES DE ADAPTAÇÃO EM SANTOS**

##### **1.2.1 ADAPTAÇÃO BASEADA EM ECOSISTEMAS (ABE) NO MONTE SERRAT**

##### **1.2.2 LACUNAS DO CONHECIMENTO E VULNERABILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO LITORAL PAULISTA**

##### **1.2.3 ESTUDOS DE ARRANJOS INSTITUCIONAIS E GOVERNANÇA CLIMÁTICA**

##### **1.2.4 ATUALIZAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA (PMMA) DE SANTOS**

##### **1.2.5 INSERÇÃO DA ÓTICA DE GÊNERO NO PMMCS**

##### **1.2.6 O PROJETO METROPOLE**

##### **1.2.7 PROJETO PILOTO PARA MONITORAMENTO E MITIGAÇÃO DOS EFEITOS EROSIVOS DA PONTA DA PRAIA - GEOBAGS**

### **2. ANÁLISE DE POLÍTICAS PÚBLICAS MUNICIPAIS E INCIDENTES NO MUNICÍPIO E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

### **3. O CLIMA EM SANTOS: HISTÓRIA, HOJE E NO FUTURO**

#### **3.1 HISTÓRICO**

#### **3.2 O CLIMA EM SANTOS: HOJE E NO FUTURO - RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES DE DADOS DE MODELAGEM CLIMÁTICA**

##### **3.2.1 MODELAGEM CLIMÁTICA**

##### **3.2.2 EVENTOS CLIMÁTICOS ATUAIS E FUTUROS - EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS**

##### **3.2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES PARA OS DADOS DE TEMPERATURA**

#### **3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CLIMA FUTURO**

### **4. ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL (IRCVS) PARA SANTOS**

- 4.1 MODELAGEM DO TERRITÓRIO URBANO E AVALIAÇÃO DE ATUAIS VULNERABILIDADES**
- 4.2 ANÁLISE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL EM SANTOS**
  - 4.2.1 ASPECTOS FÍSICOS**
  - 4.2.2 ASPECTOS SOCIAIS**
  - 4.2.3 DIMENSÃO CLIMÁTICA**
  - 4.2.4 CÁLCULO DO ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL (IRCVS)**
  - 4.2.5 RISCO E ADAPTAÇÃO**
  - 4.2.6 MAPAS DAS VARIÁVEIS PARA O ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL (IRCVS)**
- 4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL (IRCVS)**
- 4.4 ANÁLISES DA VULNERABILIDADE AO RISCO CLIMÁTICO DE ACORDO COM O IRCVS PARA O CENÁRIO FUTURO PESSIMISTA**
- 4.5 OFICINAS PARTICIPATIVAS PARA APRIMORAMENTO DO IRCVS**
  - 4.5.1 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS FUTUROS DE RISCOS CLIMÁTICOS DO MUNICÍPIO (1ª OFICINA PMMCS)**
  - 4.5.2 IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS CRÍTICAS DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE SANTOS (2ª OFICINA PMMCS)**

## PARTE I - CONTEXTO CLIMÁTICO EM SANTOS

### 1. ANTECEDENTES

Santos, no Estado de São Paulo, é considerado um dos municípios brasileiros com alta vulnerabilidade às mudanças climáticas, sobretudo em decorrência dos riscos relacionados à elevação do Nível Relativo do Mar (NRM), ocorrência de eventos extremos de chuvas, ressacas, deslizamentos de terra, picos de calor e, sobretudo, às consequências socioambientais decorrentes desses eventos.

A cidade de Santos tem como característica em sua área insular um território quase totalmente urbanizado e intensamente verticalizado. A área continental municipal, em sua maior parte, é coberta por áreas protegidas do Parque Estadual da Serra do Mar (PESM) e pela Área de Proteção Ambiental (APA) Santos Continente, recobertas pela Mata Atlântica. As partes mais baixas, voltadas para o canal de Bertioga, estão em processo de expansão portuária e urbana (Sousa Júnior, 2015). Santos é também polo de uma região metropolitana formada por nove municípios. Possui área territorial de 281.033 km<sup>2</sup> e população, em 2020, de 433.656 habitantes, sendo que a maior parte se encontra na área insular do município (IBGE, 2020).

A Região da Baixada Santista está localizada ao Sul do Trópico de Capricórnio, compreendendo a área da escarpa da Serra do Mar, planície sedimentar costeira, até o mar, entre os rios Mongaguá e Itapanhaú (Bertioga), totalizando 2.402 km<sup>2</sup> de área. Os municípios que compõem a Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS) são: Santos, São Vicente, Praia Grande, Mongaguá, Cubatão, Itanhaém, Guarujá, Itanhaém e Bertioga.

Como muitas cidades litorâneas, Santos sofre os impactos das variações climáticas, devido a problemas de uso e ocupação do solo, de suas peculiaridades físicas e dos fenômenos meteorológicos registrados historicamente (Santos, 2016).

A ocupação desordenada na cidade resultou em impactos ambientais e na alteração da dinâmica da orla municipal. Nas áreas socialmente vulneráveis, o avanço das construções de palafitas sobre o mangue gerou sua destruição, impactando a provisão de serviços ecossistêmicos, e uma maior exposição de populações a eventos extremos. A ocupação urbana construída em cota 0, em alguns bairros, facilita a ocorrência de alagamentos mesmo sem chuva, apenas com as mudanças das marés, entre outros impactos climáticos observados.

Nesse contexto de vulnerabilidade climática, o ponto de partida das ações de adaptação foi a criação da Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima (CMMC) e a elaboração do Plano Municipal de Mudança do Clima de Santos (PMMCS), alinhado ao Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) e com a premissa de transversalidade com outros planos e projetos municipais.

Ao ser confrontado com um quadro bastante preocupante decorrente dos eventos extremos atuais e que poderão se agravar nos próximos anos, o governo santista se uniu aos munícipes e criou, em 30 de novembro de 2015, a Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima (CMMC), por meio do Decreto nº 7.293<sup>1</sup>, com vistas à elaboração do Plano Municipal de Mudança do Clima de Santos (PMMCS). É importante destacar que essa medida da prefeitura de Santos antecedeu o Plano

---

<sup>1</sup> Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima (CMMC). Decreto 7.293, de 30 de novembro de 2015. Disponível em: <<https://egov1.santos.sp.gov.br/do/1316/2015/do01122015.pdf>>

Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), instituído em 10 de maio de 2016, por meio da Portaria 150.

A CMMC de Santos resultou do esforço de múltiplos atores que atuam na comissão de forma complementar aos trabalhos realizados em outras secretarias e setores do município - universidade e partes interessadas. A CMMC foi encarregada pela elaboração e monitoramento do Plano Municipal de Mudança do Clima de Santos (PMMCS), apresentado no ano seguinte à formação da comissão.

Dadas as características sociais, ambientais e de risco climático, Santos tem sido foco de atenção por meio de diversos projetos relacionados à adaptação às mudanças climáticas. Em 2014, o Ministério do Meio Ambiente (MMA) selecionou Santos como município piloto no âmbito do projeto ProAdapta, liderado pelo MMA e com apoio técnico e financeiro da Agência GIZ, cujo objetivo é apoiar o Brasil na implementação efetiva da agenda de adaptação às mudanças climáticas, visando aumentar sua resiliência climática, por meio de estudos de caso e modelos replicáveis para outros municípios.

O projeto ProAdapta é financiado pelo Ministério Nacional do Meio Ambiente, Conservação da Natureza e Segurança Nuclear da Alemanha (BMU) e tem como parceiro de execução o Ministério do Meio Ambiente (MMA). A agência executora é a *Deutsche Gesellschaft für Internationale Zusammenarbeit* (GIZ) e conta com um investimento total de 7 milhões de euros, sendo 5 milhões de euros do governo alemão e 2 milhões de euros do governo brasileiro.

Outro importante projeto realizado no município foi o Projeto Metropole, financiado pelo Fórum Belmont e coordenado pelo Centro Nacional de Monitoramento e Alertas de Desastres Naturais (CEMADEN), que visa avaliar as medidas de adaptação às mudanças climáticas em áreas costeiras, elaborar cenários de elevação do nível do mar para 2050 e 2100, avaliar o índice de capacidade adaptativa e definir, em conjunto com os *stakeholders* locais, um conjunto de soluções para as situações extremas (chuva, maré, ressacas, etc.; FAPESP, 2015).

Os progressos científicos alcançados pela equipe multidisciplinar que elaborou o projeto Metropole permitiram análises de cenários futuros que serviram de ponto de partida para importantes discussões, com a participação de inúmeras instituições. Porém, é preciso destacar que os resultados só foram obtidos porque desde o princípio a equipe científica contou com apoio irrestrito da Prefeitura de Santos, da Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM) e dos vários segmentos da sociedade santista.

O Plano Municipal de Mudança do Clima de Santos foi elaborado em consonância com o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), instituído em 2016, com os planos setoriais de mitigação e adaptação e com as decisões sobre adaptação climática assumidas pelo Brasil, no âmbito da Conferência das Partes (COP), órgão supremo da Convenção Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC, sigla em inglês).

O PMMCS considerou ainda o preconizado no Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana, definido na Lei Municipal nº 1005/2018<sup>2</sup>, particularmente em seu Título IV, das Políticas e Planos Setoriais, Capítulo IV, da Redução de Riscos, que no artigo 152 preconiza que o Plano Municipal de Redução de Riscos deverá considerar a integração com os diversos planos setoriais,

---

<sup>2</sup> Disponível em:

[https://www.santos.sp.gov.br/static/files\\_www/files/portal\\_files/plano\\_diretor\\_lc1005\\_2018.pdf](https://www.santos.sp.gov.br/static/files_www/files/portal_files/plano_diretor_lc1005_2018.pdf)

particularmente com o Plano de Mudanças Climáticas, “com o objetivo de reduzir os riscos naturais e antrópicos, promover a segurança da comunidade e minimizar os danos decorrentes de eventos adversos, visando ao desenvolvimento sustentável”.

O processo de elaboração da 1ª fase do plano, em 2016, foi coordenado pela Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima (CMMC), com o apoio técnico do projeto ProAdapta, e contou com a participação de especialistas de vários setores, incluindo pesquisadores, cientistas, universidades e população, para recebimento de subsídios. Essa ampla contribuição multidisciplinar foi efetivada mediante reuniões mensais, divulgadas por meio do Diário Oficial de Santos. Também foram considerados os documentos de referência produzidos por outros Estados e pela União, sendo norteados pelo Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA).

O PMMCS somou-se às iniciativas de orientar a implementação de medidas adaptativas para os diversos setores e políticas públicas municipais em Santos, incluindo também a mitigação dos impactos da mudança do clima causados pela geração de emissões de gases de efeito estufa (GEE). Importante ressaltar a sinergia existente entre as iniciativas de adaptação à mudança do clima previstas no PMMCS e o arcabouço nacional e municipal para gestão de riscos e alerta a desastres naturais, sobretudo a Política Nacional de Proteção e Defesa Civil (PNPDEC), instituída pela Lei Nº 12.608, de 10 de abril de 2012, alinhada ao PNA.

Santos tem uma longa tradição no controle de riscos geotécnicos a partir dos trabalhos da Defesa Civil do Estado de São Paulo. No final da década de 1970, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) foi contratado para realizar um estudo das áreas de risco do município e propor ações para estabilizar e controlar os deslizamentos na cadeia de morros da parte insular do município. O trabalho, coordenado pelo geólogo Álvaro Rodrigues dos Santos, envolveu levantamentos topográficos, geológicos e geomorfológicos, avaliando a ocupação urbana no maciço central da ilha. A conclusão deste trabalho resultou na primeira Carta Geotécnica do Brasil, lançada em 1980, servindo até hoje de guia para a urbanização nos morros de Santos e referência para diversos outros trabalhos em regiões serranas tropicais do país.

Os estudos para o PMMCS de 2016 identificaram como principais impactos decorrentes das mudanças climáticas: a erosão costeira, danos eventuais de parte da infraestrutura urbana, interrupções de operações portuárias, prejuízos à mobilidade urbana e ao sistema de drenagem, aumento nas ações em áreas de risco, alterações nos ecossistemas naturais e aumento do nível do mar<sup>3</sup>.

Para a atualização do PMMCS, foram realizados dois seminários, em 2018 e 2019, com a CMMC, a SEMAM e a Agência Alemã de Cooperação Internacional (GIZ) por meio do projeto ProAdapta. As principais recomendações para a elaboração do PMMCS decorrentes desses seminários foram: a criação de uma base de dados municipais sobre mudanças climáticas; incentivo às iniciativas públicas e privadas para mitigação de gases do efeito estufa (GEE) e adaptação às mudanças climáticas; definição de metas de redução de emissões de GEE e o desenvolvimento de estratégias de mitigação e adaptação; a perspectiva de implantar o monitoramento contínuo para prevenção de riscos climáticos em Santos; capacitação dos agentes municipais e da população para enfrentar as situações de risco; introdução de medidas de eficiência no consumo de energia e recursos hídricos e de ampliação das áreas verdes e da resiliência urbana municipal às mudanças climáticas.

---

<sup>3</sup> Disponível em: <http://www.santos.sp.gov.br/?q=content/santos-apresenta-plano-municipal-de-mudancas-climaticas-em-seminario>

Os trabalhos de revisão e atualização do PMMCS tiveram sequência durante os anos de 2020 e 2021, conforme exposto a seguir.

### **1.1 CONSTRUÇÃO DO PROCESSO DE REVISÃO E ATUALIZAÇÃO DO PMMCS: SEMINÁRIOS REALIZADOS PELA CMMC E PELO PROJETO PROADAPTA**

O objetivo geral definido no PMMCS de 2016 que vem guiando as ações em curso é o de promover a gestão e a minimização do risco climático frente aos efeitos adversos da mudança do clima, de forma a aproveitar as oportunidades emergentes, evitar perdas e danos, construir instrumentos que permitam a adaptação aos sistemas naturais, humanos, produtivos e de infraestrutura e aprimorar a interação do poder público com entidades setoriais da economia, academia, sociedade civil e outros atores interessados, de modo a promover o contínuo desenvolvimento da estratégia de adaptação do município frente aos impactos das mudanças climáticas.

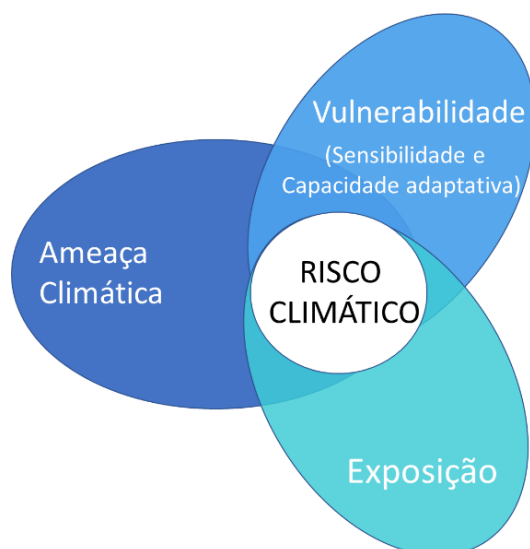
A atualização do PMMCS em 2021 conta com a gestão executiva da Prefeitura Municipal de Santos e, em especial, da Secretaria Municipal de Meio Ambiente (SEMAM), por meio da Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima (CMMC), para o alcance dos objetivos, a seguir apresentados.

O elemento central da atualização do PMMCS desenvolvido em 2021 foi a elaboração do **Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental (IRCVS)** para o território do município de Santos, com o objetivo de proporcionar uma visão estratégica para o enfrentamento dos impactos das mudanças do clima, incorporando os impactos climáticos tendenciais e futuros a partir dos prognósticos climáticos futuros fornecidos por modelagens climáticas disponíveis, com o objetivo de desenvolver o Plano de Ação Climática Municipal para o horizonte de 2030.

Para tal, foi fundamental adquirir conhecimento sobre os impactos das mudanças climáticas, possibilitando uma nova atitude e postura por parte de seus agentes e induzindo à reflexão acerca de estratégias de resposta ao risco climático que atingem de forma diferenciada o território do município de Santos.

O primeiro passo foi a identificação e avaliação dos impactos ocorridos nas últimas décadas. Em seguida, por meio da apresentação das ameaças climáticas prognosticadas a partir da aplicação de modelos climáticos, da exposição e do nível de vulnerabilidade (**Figura 1.1.1**), levantar o nível de risco climático no município de Santos, auxiliando, assim, na identificação de áreas sob maior risco no território municipal (*hotspots*).

A definição do risco climático utilizada no PMMCS segue a definição do *Intergovernmental Panel on Climate Change* (IPCC, 2012).



**Figura 1.1.1. Definição de risco climático segundo o IPCC (2012). Risco climático é a combinação de ameaça climática, exposição e vulnerabilidade.**

Desta forma, a atualização do Plano Municipal de Mudanças do Clima de Santos (PMMCS) objetiva torná-lo um instrumento estratégico, estruturante e de longo prazo. Os resultados da atualização do PMMCS também subsidiarão processos relevantes de capacitação de tomadores de decisão, de gestores públicos, de líderes setoriais e da sociedade.

A atualização do PMMCS requereu a provisão de informações e parâmetros científicos sobre os modelos climáticos disponíveis, de forma organizada e sistematizada, para formular prognósticos referentes aos principais eventos climáticos.

Para que Santos possa enfrentar os próximos anos em condições razoáveis de crescimento econômico e bem-estar da população, sob um clima com acelerada e perigosa mudança, é preciso que sejam adotadas medidas de engajamento, sensibilização dos diversos setores da sociedade e a definição de ações e medidas de adaptação à mudança do clima, principalmente nas áreas atualmente já vulneráveis e naquelas potencialmente mais sensíveis aos riscos climáticos futuros.

O resultado esperado é a formulação e o aperfeiçoamento de políticas públicas municipais e processos de tomada de decisão para o planejamento, desenho e implementação de medidas de adaptação à mudança do clima, necessárias para enfrentar os riscos climáticos e aumentar a capacidade adaptativa e a resiliência aos impactos climáticos na cidade de Santos.

Objetivos Específicos:

- I. Promover a sensibilização para o entendimento da vulnerabilidade aos riscos climáticos local e desenvolver políticas públicas responsivas, desenho de medidas de adaptação necessárias e, ao mesmo tempo, investimento estratégico para o enfrentamento do risco climático;
- II. Identificação e priorização de medidas de adaptação à mudança do clima a partir da análise de risco climático, considerando o horizonte temporal atual e futuro, e associado à compreensão da cadeia de impactos sobre os sistemas sociais, econômicos, ambientais e físicos;



- III. Desenvolvimento de mecanismo de identificação de ações prioritárias à adaptação à mudança do clima para a busca de fontes de financiamento.

**O Plano Municipal de Mudança do Clima de Santos (PMMCS)** na sua formulação em 2016 definiu 12 Eixos Temáticos:

1. Desenvolvimento Urbano
2. Licenciamento, Prevenção e Controle Ambiental/Avaliação Ambiental Estratégica/Biodiversidade
3. Energia/Produção, Comércio e Consumo/Trabalho e Geração de Renda
4. População Vulnerável
5. Gestão de Risco de Desastres Naturais
6. Gerenciamento de Recursos Hídricos, Resíduos e Efluentes
7. Infraestrutura
8. Cidades Resilientes
9. Educação, Capacitação e Informação
10. Saúde
11. Zona Costeira
12. Elevação da concentração de CO<sub>2</sub> (inventário de emissões de GEE no território municipal e na Região Metropolitana da Baixada Santista (RMBS)). Acidificação e outros impactos

#### **1.1.1 SEMINÁRIOS PARA A ATUALIZAÇÃO DO PMMCS**

Os estudos para o PMMCS identificaram como os principais impactos decorrentes das mudanças climáticas: **erosão costeira, danos eventuais de parte da infraestrutura urbana, interrupções de operações portuárias, prejuízos à mobilidade urbana e ao sistema de drenagem, aumento nas ações em áreas de risco e alterações nos ecossistemas naturais e aumento do nível do mar**<sup>4</sup>.

As principais recomendações para o PMMCS decorrentes desses estudos foram: a criação de uma base de dados sobre mudanças climáticas; incentivo às iniciativas públicas e privadas para mitigação de emissões de gases de efeito estufa (GEE) e adaptação às mudanças climáticas; criar metas de redução de emissão de GEE, com estratégias de mitigação e adaptação; implantar monitoramento contínuo para prevenção de riscos em áreas costeiras; capacitar a população para enfrentar as situações de riscos; e introduzir medidas de eficiência energética, de recursos hídricos e de ampliação de áreas verdes e da resiliência urbana municipal.

#### **SEMINÁRIOS REALIZADOS PELA CMMC EM 2018 E 2019**

Os seminários realizados em 2018 e 2019 forneceram subsídios importantes para a atualização do PMMCS, em especial para a revisão dos eixos temáticos e para a formulação de diretrizes e indicadores para o monitoramento periódico do plano.

##### **1º SEMINÁRIO DA CMMC (2018)**

O seminário, realizado em 09/12/2018, contou com diversas palestras, apresentação de resultados de coleta de subsídios anteriores ao seminário e com a realização de trabalhos em grupo em torno dos temas: **vulnerabilidade, adaptação, populações vulneráveis, políticas públicas e setor privado**.

---

<sup>4</sup> Disponível em: <http://www.santos.sp.gov.br/?q=content/santos-apresenta-plano-municipal-de-mudancas-climaticas-em-seminario>.

Participaram membros da iniciativa pública e privada, assim como representantes da sociedade civil e da academia, que compartilharam seus conhecimentos técnicos e científicos na busca de gerar insumos para a atualização do Plano Municipal de Mudança do Clima de Santos (PMMCS) e para contribuir com a construção de uma plataforma digital de gestão de conhecimento em vulnerabilidade à mudança do clima no Litoral Paulista.

O seminário contou com a presença de pesquisadores que têm o Litoral Paulista como área de estudo. De tal modo, o seminário visou dar seguimento ao processo de “**consolidação de uma rede de pesquisadores para apoio às decisões no âmbito do CMMC, identificando estudos, experiências e lacunas de conhecimento sobre as mudanças climáticas**”. A seguir, o cartaz de convocação do 1º Seminário da CMMC, em 2018.



Figura 1.1.1.1. Cartaz de divulgação do 1º Seminário da CMMC. Fonte: CMMC (2018).

Os Objetivos do 1º Seminário são apresentados a seguir:

#### Objetivo Geral

- Gerar insumos para a atualização do Plano Municipal de Mudança do Clima de Santos (PMMCS);
- Contribuir para construção de uma plataforma digital de gestão de conhecimento em vulnerabilidade à mudança do clima no Litoral Paulista.

#### Objetivos Específicos

1. Dar continuidade à formação de uma rede de pesquisadores para apoio à Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima de Santos (CMMC);
2. Compartilhar informações referentes às pesquisas e experiências sobre adaptação à mudança do clima no Litoral Paulista;

### 3. Identificar lacunas de conhecimento relacionadas à adaptação à mudança do clima no Litoral Paulista.

#### Perguntas Orientadoras

As perguntas orientadoras durante o seminário foram:

1. Quais são as lacunas de conhecimento e informação para minimizar os impactos da mudança do clima no Litoral Paulista?
2. Por que temos necessidade da informação?
3. Quais são as recomendações para fortalecer a gestão dos impactos da mudança do clima no Litoral Paulista?

Os principais resultados do 1º Seminário são apresentados a seguir:

#### I. Vulnerabilidade Climática

Lacunas de conhecimento e informação	Justificativa da necessidade das informações
1. <u>Alinhamento de conceitos: vulnerabilidade e risco climático;</u>	Definir foco de atuação no Município de Santos; Articular e engajar outros atores em torno de um entendimento comum.
2. <u>Sistematização e conexão entre informações: meteorológicas, processos geológicos, saúde, oceanográficos, sociais e econômicas;</u>	A informação existe, mas não “chega à ponta” de forma aplicável; Há carência de informações; É importante conectar dados observacionais com os cenários climáticos.
3. <u>Monitoramento contínuo: informações climáticas, biofísicas, desastres;</u>	Os dados observacionais são fundamentais para se adaptar aos eventos presentes e adequar os cenários futuros.
4. <u>Pesquisa e extensão universitária: interdisciplinaridade e fontes de recursos financeiros.</u>	A gestão pública precisa passar de uma posição passiva para uma ativa - de propor e coordenar pesquisas a partir das necessidades e carências identificadas nos estudos climáticos.

#### Vulnerabilidade Climática - Recomendações para o PACS

- Conceito de Vulnerabilidade: social, ambiental, meio físico, saúde - resultado de fragilidade e suscetibilidade;
- Elaboração de cadeias de impacto climático setoriais, que depois se combinam para compor o panorama geral do sistema;
- Criação de um sistema único de dados relevantes para adaptação (construção de resiliência) - banco de dados que cruze dados observacionais e cenários climáticos;

- **Banco de dados com acesso a toda a população;**
- **Mapeamento de informações e atores relevantes** - construção de narrativas e estratégias de comunicação para cada grupo;
- **Elaboração de narrativas para cada grupo a partir do sistema de informações;**
- **Referência** - Projeto Portugal (sistema de informações e boletins para municípios);
- **Estruturar projeto junto com INPE** para analisar a aderência dos cenários produzidos pelos modelos climáticos HADGEM e MIROC à região;
- **Mapeamento das oportunidades de financiamento para a pesquisa e extensão universitária** - formular os projetos de pesquisa junto à academia a partir das necessidades e demandas por dados, informações e conhecimento;
- **Criação de um novo eixo sobre mudança do clima na Fundação Parque Tecnológico de Santo (FPTS).**

## **II. Medidas de Adaptação com foco em conservação da biodiversidade**

<b>Lacunas de conhecimento e informação</b>	<b>Justificativa da necessidade da informação</b>
1. <b><u>Conceitos envolvidos: Definição de conservação da geobiodiversidade; Definição de medida de adaptação;</u></b>	Entender quais são os diferentes compartimentos e suas interações; Definir de forma clara a comunicação entre pesquisadores e com os demais atores envolvidos.
2. <b><u>Integrar e compilar o conhecimento científico e tradicional existente;</u></b>	Ampliar a base de conhecimento; Fortalecer o diálogo com a sociedade; Produzir documentos de referência; Otimização de esforços e dar base para novas pesquisas.
3. <b><u>Fortalecer a transferência do conhecimento para todos os setores da sociedade;</u></b>	Engajamento e sensibilização.
4. <b><u>Lacunas de dados socioambientais e monitoramento;</u></b>	Análise de cenários, modelagem climática e indicação de medidas de adaptação.
5. <b><u>Cenários de impactos das mudanças climáticas em nível local (município);</u></b>	Facilitar a tomada de decisão e priorizar esforços.
6. <b><u>Percepção do risco e desastres pela sociedade e poder público;</u></b>	Facilitar a aceitação de medidas de adaptação.
7. <b><u>Conhecimento sobre as respostas do ambiente, dos gestores, da sociedade - (gestão costeira).</u></b>	Resposta das universidades para a sociedade; Feedback da gestão para embasar as pesquisas; Melhorar a conscientização da geobiodiversidade; Compreensão do homem como parte do ambiente.*

### **Medidas de adaptação com foco em conservação da biodiversidade - Recomendações**

1. Discussão aberta sobre os conceitos, tanto os já consolidados quanto os mais novos;
2. Criação de um glossário que fortaleça a divulgação e o uso do conceito pelos pesquisadores de diferentes áreas;
3. Fortalecimento da inclusão do conceito na educação formal/não formal;
4. Fortalecimento da Rede de Colaboração e Fórum Permanente (criação da Comissão Consultiva Acadêmica (CCA));
5. Fomento do fórum/rede para diálogos com o setor privado (Comissão Consultiva do Setor Público (CCP));
6. Fomento de diálogos entre poder público, academia e setor privado;
7. Políticas públicas cientificamente embasadas;
8. Parceria técnico-científica - gestão pública/academia;
9. Ciência a serviço da cidadania.

### **III. Populações vulneráveis e metodologias de engajamento e participação pública**

<b>Lacunas de conhecimento e informação</b>	<b>Justificativa da necessidade da informação</b>
1. <b><u>Identificação dos tipos e graus de vulnerabilidade (diferencial) e as particularidades/perfil das populações;</u></b>	Identificar áreas e populações prioritárias, definição das medidas de adaptação.
2. <b><u>Identificação das metodologias, casos de sucesso e direitos da participação efetiva da sociedade no planejamento, construção das políticas e tomadas de decisão;</u></b>	Atualizar/revitalizar os meios de participação da sociedade.
3. <b><u>Percepção da situação de vulnerabilidade existente nas populações;</u></b>	Sensibilização e conscientização da situação de vulnerabilidade climática.
4. <b><u>Conhecimento dos instrumentos de comunicação e formas diferentes para diferentes públicos;</u></b>	Definir planos, ações, índices de adaptação/mitigação específicas da realidade.
5. <b><u>Integração dos desafios locais aos regionais até o nacional e global;</u></b>	Proposta de ações que possam ser replicáveis e coerentes às diferentes regiões; Potencializar a comunicação.

- |   |  |
|---|--|
| <p>6. <b><u>Reconhecimento das sinergias dos diferentes atores para o acesso de recursos.</u></b></p> | <p>Otimização de acesso e uso de recursos e impacto das ações.</p> |
|---|--|

**Populações vulneráveis e metodologias de engajamento e participação pública - Recomendações**

1. **Criação de índices (parâmetros) de vulnerabilidade (Atlas da Vulnerabilidade Municipal/IPEA);**
2. **Inclusão da listagem e espaços de participação pública no PACS** e mecanismos para dar maior visibilidade a esses espaços;
3. **Integrar ações de diferentes setores com as comunidades;**
4. **Empoderar as comunidades com o conhecimento técnico-científico** - Referências Plano Alerta e Preparação de Comunidades para Emergências em Nível Local (APELL); Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC).

**IV. Políticas públicas municipais**

<b>Lacunas de conhecimento e informação</b>	<b>Justificativa da necessidade da informação</b>
<p>1. <b>Atualização da base cartográfica geodésica e do sistema de drenagem do município, considerando as mudanças climáticas e o aumento do nível do mar;</b></p>	<p>Discrepância de informações produzidas e usadas pelos órgãos; Falta de articulação entre os sistemas; Necessidade de conhecimento físico e técnico para a tomada de decisão.</p>
<p>2. <b>Lacuna de informações em linguagem gerencial</b>, para tomada de decisão a partir dos dados técnicos;</p>	<p>Necessidade de conhecimento físico e técnico para tomada de decisão.</p>
<p>3. <b>Continuidade das políticas além dos mandatos de governo</b> (agenda política versus agenda pública);</p>	<p>Políticas implementadas e por vezes descontinuadas nas transições de governos.</p>
<p>4. <b>Atualizações de informações técnicas regionais:</b></p>	<p>CETESB, SABESP, CODESP, secretarias estaduais.</p>
<p>5. <b>Integração entre as pastas de transporte, meio ambiente, saúde e diferentes grupos sociais;</b></p>	<p>Sem isso as políticas não são implementadas; Faltam informações em linguagem acessível e conectada às diferentes realidades.</p>
<p>6. <b>Falta de integração entre topografia e batimetria;</b></p>	<p>As Informações precisam ser analisadas de forma integrada.</p>

<b>7. Falta de sistema de gestão costeira ambiental integrada entre níveis municipal, estadual e federal;</b>	Falta de sinergia entre as ações; Sistema de governança frágil.
<b>8. Entendimento da política pública ambiental nos 3 níveis;</b>	Governança frágil; Conflito de interesses.
<b>9. Falta de política integrativa entre políticas de níveis diferentes e com a sociedade civil;</b>	Planos federal, estaduais e municipais de mudança do clima não integrados;
<b>10. Falta de capacidade para elaboração de projetos;</b>	Municípios pequenos e sem capacidade gerencial.
<b>11. Monitoramento de políticas: quais resultados estão sendo gerados, aprendizados, etc.</b>	Informações cruciais para que boas práticas possam ser replicadas, aprendizados compartilhados e recursos otimizados.

#### Políticas públicas municipais/estaduais - Recomendações

- 1. Atualizar e integrar sistemas, usando uma mesma base metodológica;**
- 2. Integração entre topografia e batimetria** - maior autonomia e recursos para o município desenvolver estudos e estabelecer redes - buscar parcerias;
- 3. Realização de seminário entre os diferentes níveis de governo sobre os planos e projetos existentes sobre mudança climática no litoral paulista;**
- 4. Organizar as políticas e a governança ambiental;**
5. Referência: Relatório Luz (ODS) - academia poderia se envolver para produzir relatórios para gestão pública;
- 6. Plataforma como repositório para o litoral - seção setor costeiro na AdaptaClima, que seja gerida pela Secretaria Estadual de Meio Ambiente (por meio da CPLA/SIMA);**
- 7. Desenvolver estratégia de comunicação social / percepção de risco;**
- 8. Criação de setor específico de mudança do clima nos municípios;**
- 9. Criação de fundo regional/municipal (AGEM/CONDESB);**
- 10. Capacitação/assistência para elaboração de projetos;**
- 11. Elaborar/Fomentar o Plano Municipal de Gerenciamento Costeiro nos Municípios;**
- 12. Realização de Simpósio Regional de Mudança Climática para apresentação de trabalhos acadêmicos;**
- 13. AdaptaClima como um *locus*, expandir sua atuação em diferentes níveis governamentais e diferentes setores da sociedade.**

## V. Setor privado (incluir prestadores de serviços essenciais, de áreas como saúde, segurança e universidades)

<b>1. Mecanismos de segurança dos negócios - Estudos de riscos nos planos de negócios;</b>	Incorporação de dados (produção científica orientada) em contratos garantem sua continuidade; Importância dos estudos de matrizes de risco na adaptação da logística e processos indenizatórios; Segurança pública; Reconhecimento das empresas “engajadas” pela sociedade e pelo poder público.
<b>2. Intercâmbio entre universidades privadas e poder público e entre universidades públicas e o setor privado;</b>	
<b>3. Senso de cadeia de fornecimento: produtos, serviços e logística;</b>	
<b>4. Identificar e conhecer os impactos da mudança climática no fornecimento de serviços de interesse público (suprimentos de hospitais, segurança, eletricidade, resíduos, alimentação);</b>	
<b>5. Mapeamento dos setores estratégicos.</b>	

### Setor privado - Recomendações

1. Capacitação para os diferentes grupos: contribuições e resultados;
2. Financiamento privado à pesquisa;
3. Chamamento ao setor privado para contribuir/dialogar na construção e implementação do PACS;
4. Possíveis desdobramentos:
  - Transporte (hidroviário/ferroviário);
  - Matriz energética;
  - Indicadores para incorporação a políticas públicas;
  - Critérios de compras públicas que incorporem certificação “climática”.

#### Comentários:

- O setor privado também inclui prestadores de serviços essenciais, como saúde, segurança e universidades;
- Maior reconhecimento do setor público a empresas que dão importância à questão climática;
- Políticas públicas proibitivas podem, por vezes, minar as cadeias produtivas;
- Evitar políticas contraditórias - estímulo à construção, mesmo que verdes, levam ao aumento de emissões de gases de efeito estufa;
- Identificar como o setor privado pode se inserir na gestão do PACS;
- Maiores empresas da região são empresas estatais (Petrobrás, Porto e SABESP);
- Quando se referir ao setor privado tem que deixar claro que se refere a empresas incluindo as de capital misto.

#### Próximos passos acordados



Decisões acordadas	Responsável
Participar das reuniões da CMMC;	CMMC.
Elaborar Plano de Ação da Comissão Acadêmica, com matriz de atribuições;	CMMC - Comissão Acadêmica.
Participar de elaboração/atualização do PACS;	CMMC.
Formalizar a Comissão Acadêmica (por Decreto Municipal);	Marcos Bandini (SEMAM), Vivian Merola (UNISantos) e Marcos Libório (SEMAM).
Realizar II Seminário da CMMC;	Ronaldo Christofolletti (UNIFESP) e CMMC.
Repositório de trabalhos;	CMMC/Adilson Gonçalves (SAPIC).
<b>Mobilizar outras instituições que até agora não estiveram presentes.</b>	



Figura 1.1.1.2. Atividades do 1º Seminário da CMMC, 2018. Fonte: CMMC (2018).



Figura 1.1.1.3. Participantes do 1º Seminário da CMMC, 2018. Fonte: CMMC (2018).

## SEGUNDO SEMINÁRIO DA COMISSÃO MUNICIPAL DE ADAPTAÇÃO À MUDANÇA DO CLIMA DE SANTOS (CMMC)

O processo contou com a devolutiva referente ao 1º Seminário da CMMC ocorrido em 2018, a **coleta de subsídios para a atualização do Plano Municipal de Mudança do Clima de Santos e com a escolha da Comissão Consultiva Acadêmica (CCA).**

Realizado em 17 de novembro de 2019, o seminário contou com a participação e contribuições de um total de 49 pessoas, sendo em sua maioria pesquisadores/professores de universidades públicas e privadas locais e da Grande São Paulo, além de integrantes da Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima do município de Santos.

A partir das lacunas de conhecimento levantadas no 1º Seminário da CMMC de Santos, realizado em novembro de 2018, observou-se a necessidade da realização do **2º Seminário, com o intuito de revisão dos eixos temáticos do PACS e a inclusão de objetivos e metas a curto, médio e longo prazo, além das estratégias de ações para o alcance destas metas.**

O evento também visou a escolha do(a) coordenador(a) e vice coordenador(a) da Comissão Consultiva Acadêmica (CCA).

**Quadro 1: Grupos e respectivos Eixos Temáticos a seguir mostram a organização abordada no seminário**

### Grupos Temáticos

**Grupo I - Riscos climáticos**

**Grupo II - Cidades resilientes**

### Subtemas

Gestão de risco de desastres naturais;  
Eventos extremos; Poluição, contaminação e efeitos cumulativos.

Infraestrutura (energia, transporte,

### Grupo III - Geobiodiversidade

mobilidade urbana); Desenvolvimento urbano; Cidades resilientes; Drenagem urbana.

### Grupo IV - Educação, Comunicação e Governança

Gerenciamento de recursos naturais; Adaptação baseada em Ecossistemas; Elevação da concentração de CO<sub>2</sub>; Comprometimento de recursos naturais e biodiversidade.

### Grupo V - Saúde e Emissão de GEE

Educação, capacitação e comunicação em mudanças do clima; Participação pública e tecnologias sociais; Arranjo institucional e governança.

### Grupo VI - Gestão da zona costeira

Saúde e qualidade de vida; Emissão de Gases de Efeito Estufa; Economia de carbono e infraestrutura verde.

### Grupo VII - Trabalho, Produção e Consumo

Gerenciamento da zona costeira; Turismo; Relação Porto-Cidade.

Licenciamento, prevenção e controle ambiental; Produção, comércio, consumo, trabalho e geração.

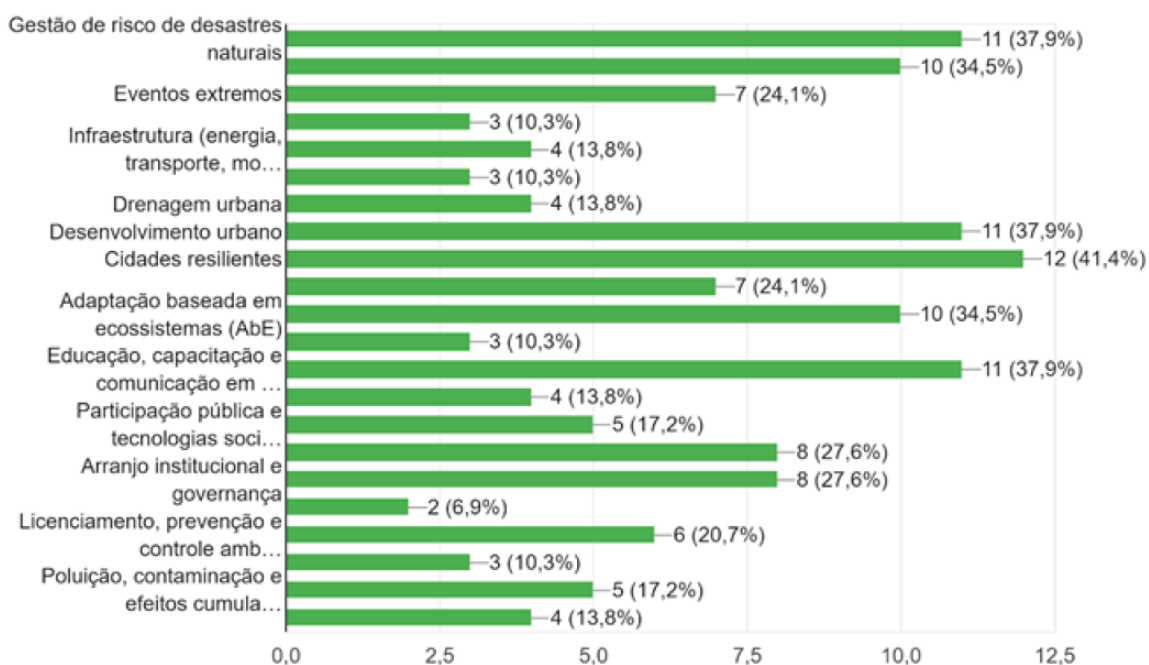


Figura 1.1.1.4. Gráfico da distribuição de escolha dos eixos de interesse dos pesquisadores. Fonte: Relatório final do 2º Seminário da CMMC (2019).

### Objetivos do 2º Seminário

#### Objetivo Geral

1. **Atualizar os eixos temáticos** do Plano Municipal de Mudança do Clima de Santos;
2. **Coletar subsídios para construção de TDR** para atualização do PACS;
3. **Definir a coordenação** (titular e suplente) da CCA (Comissão Consultiva Acadêmica).

### Objetivos específicos

1. **Elaboração de metas a serem alcançadas a curto, médio e longo prazos;**
2. **Elaboração de indicadores para monitoramento dos objetivos e metas propostos;**
3. **Levantamento de fontes de financiamento para apoiar o Plano Municipal de Mudança do Clima de Santos (PACS).**

Os resultados do 2º Seminário da CMMC são apresentados na sequência.

<b>Grupo I - Riscos Climáticos</b>			<b>Observações</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>● Gestão de risco de desastres naturais;</li> <li>● Eventos extremos;</li> <li>● Poluição, contaminação e efeitos cumulativos.</li> </ul>			
<b>Curto Prazo 2020\2021</b>	<b>Médio Prazo 2025</b>	<b>Longo Prazo 2030</b>	
Atualizar mapas de riscos e perigos geodinâmicos, em escala de detalhe (área insular e continental).	Desenvolvimento de planos de redução e desastres, contingência com medidas de adaptação não estruturais e estruturais, com participação das comunidades e indicadores de acompanhamento de sucesso.	Atualização dos estudos e revisão dos planos. As questões das mudanças climáticas precisam de estudos contínuos e revistos frequentemente (5 anos).	Atualização do PMMCS
Elaborar mapeamento de riscos tecnológicos (Porto\indústrias) e região metropolitana.	Difusão comunicação permanente com a comunidade (região metropolitana).	Avaliação de sucesso dos planos.	Desdobramentos do PMMCS
Atualizar os levantamentos de microdrenagem e fontes de contaminação por esgotos (Região Metropolitana da Baixada Santista).	Fiscalização		Questão para o Planejamento Metropolitano RMBS - PDUI
Estudos de vulnerabilidade socioambiental com foco nos perigos e de percepção de riscos.			Atualização do PACS

### Indicadores Socioambientais:

- Grau de vulnerabilidade;

- Número de moradias irregulares;
- Grau de percepção de risco.

### Indicadores de sucesso dos planos

- Registro de ocorrências (atendimento da defesa civil);
- Acompanhamento das medidas de adaptação implementadas;
- Redução de perdas e danos ambientais e materiais;
- Número de óbitos ocorridos por vulnerabilidade.

**Balço de Resultados - A atualização do PMMCS (Atual PACS) com a elaboração do Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental (IRCVS) no município atende as diretrizes determinadas no 2º Seminário, com exceção das medidas em escala metropolitana para a RMBS.**

<b>Grupo II - Cidades Resilientes</b>			<b>Observações</b>
<b>Considerando</b> Infraestrutura (energia, transporte, mobilidade urbana); desenvolvimento urbano e drenagem urbana.			
<b>Curto Prazo</b> 2020\2021	<b>Médio Prazo</b> 2025	<b>Longo Prazo</b> 2030	
<b>Arranjo regional</b> 1) Santos 2) Ilha de São Vicente 3) Regional RMBS	<b>Gestão do Plano de Ação de Riscos Climáticos</b>	<b>Criação de plataforma de assentamento dos imóveis em áreas de risco a partir de imóveis ociosos na área central.</b>	<b>A elaboração do PACS e outros esforços paralelos estão em articulação pela SIMA e GIZ para atender a RMBS.</b>
<b>Plano de ação de risco - Monitoramento ativo da população, mobilização social (ciência cidadã)</b>	<b>Atualização do Cadastro de Drenagem (Santos, São Vicente e Porto). O último foi feito em 1992.</b>	<b>Criação ou adequação de um simulador de cenários para definição de ações estratégicas (software).</b>	<b>Medidas a serem incluídas no PACS.</b>
<b>Infraestrutura geodésica - Modelo geodésico local integrado ao SGB</b>	<b>Atualização do ZEE costeiro em 2023.</b>		<b>Medida de abrangência regional e estadual.</b>
<b>Articular política de clima com a Política de Desenvolvimento Urbano (PDU).</b>	<b>Adequação e atualização SIG Santos ao padrão OGC (política de dados abertos e integração com outros SIGs).</b>		<b>Elaboração do PACS.</b>
<b>Inventário de imóveis ociosos da área central</b>	<b>Inventário de imóveis ociosos da área central</b>		<b>Responsabilidade da SEDURB a ser articulada com o PACS.</b>
	<b>Atualização de estratégias de adaptação às mudanças climáticas</b>		<b>Elaboração do PACS.</b>

### Considerações do grupo:

A proposta de um Plano de Ação de Risco em curto prazo se relaciona com o que o grupo I apresentou sobre índices de vulnerabilidade.

As comunidades em situação de alta vulnerabilidade podem ser agentes de monitoramento ativo, de modo a promover a ciência cidadã a partir do relato de incidentes ocorridos em seu território. Essa

ferramenta é importante por promover a participação social e possibilitar o cruzamento de informações e dados científicos com dados observacionais.

Outra meta mais focada e presente nas explicações do grupo é **a atualização do Cadastro de Drenagem (Santos, São Vicente e Porto)**, já que o último levantamento é de 1992 e se refere apenas à área insular. A dificuldade é que o documento é físico e não foi digitalizado. Sendo assim, é importante e necessário atualizar o cadastro de drenagem, mas não somente focado na região de Santos, e sim com a inclusão de São Vicente e do Porto de Santos.

#### **Estratégias para o alcance das metas:**

1. **Pleitear junto ao governo do Estado a transferência das atribuições e funções da Emplasa, que foi extinta recentemente, para a Agência Metropolitana da Baixada Santista (AGEM), via pleito do CONDESB;**
2. **Criação de Fundo Municipal de Adaptação a Mudanças Climáticas;**
3. **Implementação do Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e de Redução de Riscos Geológicos (PDN), com atendimento da população residente na área de risco regional - Decreto Estadual nº 64.673/2019;**
4. **Plano Local de Habitação de Interesse Social (HIS);**
5. **Outorga Onerosa do Direito de Construir - canalizada parcialmente para medidas de adaptação;**
6. **Desenvolvimento de plano estratégico e de trabalho da CCA.**

#### **Indicadores**

Base cartográfica/geodésica com dados do IBGE, IGC, Marinha e DHN, de modo a atualizar e aperfeiçoar constantemente as informações.

#### **Grupo III - Geobiodiversidade:**

Gerenciamento de recursos naturais;  
Adaptação baseada em Ecossistemas;  
Elevação da concentração de CO<sub>2</sub>;  
Comprometimento de recursos naturais e biodiversidade

#### **Observações**

<b>Curto Prazo 2020\2021</b>	<b>Médio Prazo 2025</b>	<b>Longo Prazo 2030</b>	
<b>Sistematização dos dados e informações existentes (repositório) com as lentes climáticas para a área de recursos naturais e hídricos.</b>	Atualização de dados e levantamentos.	Atualização de dados.	<b>Ação de interesse geral em curso pelo PACS e PMMA, CETESB/FEHIDRO - capacitação de gestores municipais.</b>
<b>Levantamento de dados - fontes emissoras e de fixação de gases.</b>	Mapeamento das informações\áreas; Ferramenta de disponibilização das informações (SIG/site).	Atualização de dados disponibilizados.	<b>Ação relacionada a inventário de GEE para o município e RMBS.</b>
<b>Criação de índice de riscos\vulnerabilidade de áreas para, a partir disso,</b>	Política de realocação de comunidades vulneráveis.	Aplicação de política pública para mitigação de gases do efeito estufa e	<b>Criação de índice de riscos\vulnerabilidade no PACS.</b>

elaborar onde e como irão acontecer ações estratégicas.

Implementação de AbE piloto.

também de proteção de áreas e organismos chaves para essa adaptação.

Implantação de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) em novas áreas.

A questão do inventário ainda está para ser equacionada na escala da RMBS.

AbE em curso no Monte Serrat pelo PACS. Novas áreas para implementação serão definidas no âmbito do PACS.

### Consideração do grupo:

Readequação dos eixos temáticos para quatro grandes temas: **recursos naturais (recursos hídricos, fauna e flora), biodiversidade, concentração de gases do efeito estufa e elevação do nível do mar e Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE).**

Como já existem muitos estudos sobre os eixos temáticos trabalhados, **há necessidade de criação de um site ou plataforma que aglutine essas informações e as deixe mais acessíveis.** Também é necessário um repositório de dados e projetos a fim de promover diversidade e democratização das informações. **Outra colocação importante é buscar estudos que apontem quais são as espécies de fauna e flora ameaçadas pelas mudanças climáticas.**

### Estratégias para o alcance das metas:

- Envolver as universidades a fim de ampliar a aplicação da Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) e a plataforma de divulgação dos levantamentos de dados.

### Indicadores

- Número de acessos nas plataformas de dados;
- % de área do município em que esses índices foram aplicados;
- % das áreas vulneráveis que foram atendidas;
- Número de informações produzidas (artigos publicados, dissertações realizadas);
- % de redução nas fontes de GEE.

### GRUPO IV - Educação, capacitação e comunicação em mudanças do clima; Participação pública e tecnologias sociais; Arranjo institucional e governança.

Curto Prazo 2020\2021	Médio Prazo 2025	Longo Prazo 2030	Observações
Programa de sensibilização, conscientização e mobilização social baseados no Programa Municipal de Educação Ambiental de Santos (ProMEA) X Plano Municipal de Mudança do Clima.	Elencar fontes de financiamento: porcentagem do governo, EIV SEDURB, ou por meio de empresas (licenciamento municipal)	Fomentar e divulgar atividades, projetos e tecnologias, de modo a incluir estudos de tecnologia veiculares para a redução das emissões de gases do efeito estufa.	Articulação com o PACS.

**Promoção da educação ambiental crítica e contextualizada para adoção das práticas ambientais sustentáveis, com ênfase na questão de mobilidade e consumo.**

Buscar referência para ações nesse eixo com base no Programa Nacional de Educação Ambiental (ProNEA), no Programa Municipal de Educação Ambiental de Santos (ProMEA) e também no Programa de Comunicação Social do CBH.

**Programa Municipal de Educação Ambiental.**

**Programa Municipal de Educação Ambiental.**

**Considerações do grupo:**

Foi sugerida a alteração do nome do eixo para **Educomunicação e Governança**. A educação precisa chegar a todas as pessoas e a Educomunicação pode ser um instrumento para essa capilaridade.

O ProMEA pode ser uma base para atuar nesse eixo e estabelecer diálogo com o PMMCS.

**Estratégias para o alcance das metas:**

- Inserir a área continental nos debates e implantação das ações na área de educação ambiental para mudanças do clima;
- Parceria com lideranças locais e as redes de ensino pública e privada;
- Elaborar “Cardápio” de projetos de educação ambiental;
- Envolvimento do alto escalão do setor privado nas discussões e trocas de informação que poderiam ocorrer por meio de incentivo fiscal com a indústria;
- Fortalecer a Rede de Educação Ambiental de Santos (REAS) por meio de encontros presenciais; representação da CMMC na REAS;
- Definição de estratégias para mobilização, engajamento e comunicação dos diferentes públicos-alvo (planejamento específico);
- Espaços compartilhados para encontros de formação e informação nas universidades, nas escolas e nas sedes de ONGs;
- Democratizar as informações por meio de levantamentos de dados e estudos num só local, site ou plataforma;
- Criar um banco de talentos de tecnologias sustentáveis;
- Transformar a teoria em prática \promover sentimento de pertencimento.

**Indicadores**

- Número de parcerias consolidadas - ação conjunta do grupo de EA com os municípios;
- Número de ações conjuntas e projetos catalogados e contemplados com incentivos e financiamento, assim como a quantidade e diversidade de pessoas participantes das ações;



- Número de participantes da rede - pessoas que queiram participar da REAS e também da comissão do clima;
- Número de participantes dos eventos de educação ambiental relacionados às mudanças climáticas;
- Bairros contemplados por projetos, representatividade social, gênero e minorias;
- Observação do grupo: é importante frisar que os indicadores qualitativos são de extrema relevância, embora os indicadores listados aqui sejam quantitativos. Só não foi possível abordá-los devido ao pouco tempo da atividade.

#### **V - Saúde e Emissão de Gases de Efeito Estufa (GEE)**

No momento da distribuição dos participantes por interesse dos eixos não houve nenhuma aderência ao grupo de trabalho de **Saúde e Emissão de GEE**, embora o tema saúde tenha permeado a discussão dos outros seis grupos. Ao final da plenária da parte da manhã, essa ausência foi debatida com o intuito de verificar as possíveis causas desta não aderência.

Chegou-se à conclusão de que ainda se faz necessário que esse eixo seja avaliado de forma pontual, visto que envolve, por exemplo, questões como saneamento e controle de vetores.

**O tema será tratado no âmbito do PACS em relação aos efeitos das mudanças climáticas na saúde da população e com a definição de medidas preventivas. Trata-se de uma lacuna de conhecimento a ser superada no âmbito da CMMC. O Inventário de GEE deverá ser desenvolvido, assim como a formulação de um Plano de Mitigação da geração de GEE na escala da RMBS.**

#### **VI - Gestão de Zona Costeira; Turismo; Relação Porto-Cidade.**

Observações

##### **Curto Prazo 2020\2021**

**Compilação de informações e dados existentes no espaço da zona costeira (reorganização da sistematização do plano existente).**

##### **Médio Prazo 2025**

**Compatibilização espacial dos instrumentos de uso e controle do espaço com incorporação da lente climática.**

##### **Longo Prazo 2030**

**Fortalecimento de entes federados ante os eventos extremos e situações de emergência.**

##### **Observações**

**Medida de articulação do PACS para a revisão do ZEE e GERCO na RMBS.**

#### **Estratégias para o alcance das metas:**

- Criação de uma plataforma de dados\estudos (compilação);
- Mapa de cruzamento de planos;
- Fortalecimento dos entes federados através da criação de um grupo de trabalho, planejamento estratégico, convênios e parcerias.

#### **Indicadores:**

- Artigos publicados;
- Instituições envolvidas na gestão da plataforma;
- Comunidades envolvidas;
- Planos municipais e estaduais;

- Projetos e programas existentes;
- Planos revisados pela lente do clima;
- Convênios firmados.

#### **GRUPO VII - Trabalho, Produção e Consumo**

Licenciamento, prevenção e controle ambiental;  
Produção, comércio, consumo, trabalho e geração de renda.

#### **Observações**

<b>Curto Prazo 2020\2021</b>	<b>Médio Prazo 2025</b>	<b>Longo Prazo 2030</b>	
<b>Implementação do Licenciamento Municipal alinhado ao PACS.</b>	<b>Implementação do Licenciamento Municipal alinhado ao PACS.</b>	<b>Implementação do Licenciamento Municipal alinhado ao PACS.</b>	<b>Articulação entre a PACS e a política de Licenciamento Ambiental.</b>
<b>Criação de legislação de incentivo à energia limpa e 3 Rs (gestão de resíduos sólidos).</b>	<b>Criação de legislação de incentivo à energia limpa e 3 Rs (gestão de resíduos sólidos).</b> <b>Inserir lente climática em Licenciamento Ambiental Municipal e encaminhar sugestões alinhadas ao PMMCS às outras esferas.</b> <b>Implementar energia limpa em prédios públicos.</b>	<b>Criação de legislação de incentivo a energia limpa e 3 Rs (gestão de resíduos sólidos).</b>	<b>Medida de adaptação em sintonia com o PACS.</b>  <b>Articulação entre a PACS e a política de Licenciamento Ambiental.</b>  <b>Medida de adaptação em sintonia com o PACS.</b>

#### **Estratégias para o alcance das metas:**

- Fomentar o turismo;
- Incentivo para o uso de energias renováveis;
- Gestão de resíduos sólidos com base na hierarquia da Política Nacional de Resíduos Sólidos (Não geração, Redução, Reutilização, Reciclagem);
- Mecanismo de incentivo para produção de energia mais limpa (IPTU Verde);
- Reaproveitamento e destinação adequada de resíduos sólidos;
- Arranjo institucional\criação de setor de mudança do clima que busque recursos e seja responsável por desenvolvimento de projetos específicos (desenho\elaboração);
- Criação de um corpo técnico;
- Transversalidade de informações.

#### **Indicadores**

- % de estabelecimentos e casas atendidas por energia limpa
- consumo por setores para identificar os grandes consumidores);

Volume de resíduos sólidos urbanos (RSU) enviado para compostagem;

- Adoção de indicadores dos Objetivos de Desenvolvimento Sustentável (ODS): **7 - Energia Acessível e Limpa, 12 - Consumo e Produção Responsáveis e 13 - Ação Contra a Mudança Global do Clima.**

#### **Fontes de financiamento para o Plano de Ação Climática de Santos**

Os seis grupos de trabalho apresentaram possíveis fontes de financiamento, sendo que algumas delas foram citadas por mais de um grupo. Abaixo, apresenta-se a lista de fontes de financiamento sugeridas:

- Agências de fomento,
- Editais públicos e privados,
- Fundo Estadual de Recursos Hídricos (FEHIDRO),
- Fundo da Ageo (terminais),
- Fundos provenientes das câmaras de compensação ambiental,
- Port-City Universities League,
- 100 Resilient Cities,
- The Rockefeller Foundation,
- Comissão Econômica para a América Latina e o Caribe (CEPAL),
- Iniciativa de Cidades Emergentes e Sustentáveis (ICES) do Banco Interamericano de Desenvolvimento (BID) e Caixa Econômica Federal,
- Local Governments for Sustainability (ICLEI),
- Banco Mundial,
- Fundos Estaduais (Fehidro, Saneamento Básico, etc.)
- ROYALTIES do petróleo,
- Fundo de Interesses Difusos do Estado de São Paulo (FID),
- C40 CITIES - Grandes Cidades para Liderança do Clima,
- Network of Regional Governments for Sustainable Development,
- Fundos municipais tais como: Meio Ambiente;
- Termo de Ajustamento de Conduta- TAC
- Parcerias com instituições de ensino e pesquisa,
- Convênios\acordos de cooperação\Protocolo de intenção,
- Parceria Pública Privado (PPP),
- Fundo Clima, que é o mecanismo financeiro da Política Nacional sobre Mudança do Clima (PNMC),
- Ministério do Meio Ambiente (MMA) - apoio a projetos<sup>5</sup>,
- Emendas de parlamentares da região.

Apesar do levantamento de várias fontes de financiamento para enfrentamento das mudanças do clima, notou-se a preocupação dos participantes quanto à forma de acesso a esses fundos. Também foi apontada a necessidade de criar um “Banco de Projetos” que possa atender aos diferentes níveis de exigências técnicas para acesso aos fundos disponíveis.

Conforme sugestão de vários pesquisadores, faz-se necessária a formação/capacitação de um corpo técnico para a localização de fontes de financiamento e elaboração de projetos que atendam os requisitos dos proponentes.

Foi apresentada a sugestão de aderência do governo municipal à rede de Governos Locais pela Sustentabilidade (ICLEI - Brasil). Embora exista uma taxa anual a ser paga, são muitos os benefícios que o município recebe em contrapartida, entre eles a capacitação para acesso a outras fontes de financiamento.

---

<sup>5</sup> Disponível em:

[https://www.mma.gov.br/images/arquivos/apoio\\_a\\_projetos/fontes\\_de\\_financiamento/Fontes-de-Financiamento-Climatico.pdf](https://www.mma.gov.br/images/arquivos/apoio_a_projetos/fontes_de_financiamento/Fontes-de-Financiamento-Climatico.pdf)

No momento, a SEMAM não possui um recurso específico para adaptação às mudanças do clima. Foi sugerida a designação de uma pessoa para realizar a captação de recursos, pois cada fundo tem um formato e exigências específicas.



**Figura 1.1.1.5. Resultados dos Grupos de Trabalho do 2º Seminário da CMMC, 2019. Fonte CMMC (2019).**



**Figura 1.1.1.6. Organização do 2º Seminário da CMMC, 2019. Fonte CMMC (2019).**



**Figura 1.1.1.7. Grupo de Trabalho no 2º Seminário da CMMC, 2019. Fonte CMMC (2019).**

### **Comissão Consultiva Acadêmica (CCA)**

Um dos objetivos do 2º Seminário da Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima de Santos era a escolha do coordenador e vice-coordenadores da Comissão Consultiva Acadêmica (CCA).

O professores Ronaldo Christofolletti, da Unifesp, Débora Freitas, da UNESP, e Johannes Alberto Vaz, da UniSantos, propuseram-se a participar da CCA exercendo as funções de coordenador e vice coordenadores, tendo como principais atribuições:

- Participação nas reuniões da CMMC;
- Apoio a consultores e membros da CMMC na atualização do PACS.

### **Encaminhamentos/Recomendações do 2º Seminário**

- Criação de repositório de projetos em andamento e de lacunas do conhecimento para consulta das universidades;
- Preenchimento das lacunas de conhecimento por meio da consulta das universidades;
- Seminário em 2021 com a apresentação do Plano Municipal de Mudança do Clima de Santos atualizado;
- Alteração do nome de Comissão Consultiva Acadêmica (CCA) para Comissão Consultiva Técnica Acadêmica (CCTA) e sua institucionalização;

- Comissão Consultiva Técnica Acadêmica (CCTA) e criação de Fundo Municipal de Mudanças do Clima;
- Definição de uma coordenação, vice-coordenação e um ponto focal em cada grupo para facilitação;
- Estudar um arranjo institucional que inclua representantes de outras instituições da sociedade civil, uma vez que houve interesse de participação de outros setores;
- Ampliar o convite às universidades que não estiveram presentes no evento a participarem dos Grupos de Trabalho (GTs);
- Os representantes da CCTA serão responsáveis por articular dentro das universidades o que está acontecendo na comissão junto aos seus pares.

## **REORGANIZAÇÃO DOS EIXOS TEMÁTICOS DO PMMCS**

Os 12 eixos temáticos originais do PMMCS de 2016 são apresentados a seguir:

**EIXO 1. DESENVOLVIMENTO URBANO**

**EIXO 2. LICENCIAMENTO, PREVENÇÃO E CONTROLE AMBIENTAL/AVALIAÇÃO AMBIENTAL ESTRATÉGICA/BIODIVERSIDADE**

**EIXO 3. ENERGIA/PRODUÇÃO, COMÉRCIO E CONSUMO/TRABALHO E GERAÇÃO DE RENDA**

**EIXO 4. POPULAÇÃO VULNERÁVEL**

**EIXO 5. EDUCAÇÃO, CAPACITAÇÃO E INFORMAÇÃO**

**EIXO 6. SAÚDE**

**EIXO 7. GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES NATURAIS**

**EIXO 8. GERENCIAMENTO DE RECURSOS HÍDRICOS, RESÍDUOS E EFLUENTES**

**EIXO 9. INFRAESTRUTURAS**

**EIXO 10. CIDADE RESILIENTE**

**EIXO 11. ZONA COSTEIRA**

**EIXO 12. EMISSÕES DE GEE E ELEVAÇÃO DA CONCENTRAÇÃO DE CO<sub>2</sub>**

## **Reorganização Proposta para os Eixos Temáticos do PMMCS**

**EIXO 1. PLANEJAMENTO URBANO E MEIO AMBIENTE**

**EIXO 2. GESTÃO DE RISCOS CLIMÁTICOS E VULNERABILIDADE**

**EIXO 3. VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL**

**EIXO 4. CIDADE RESILIENTE**

**EIXO 5. ZONA COSTEIRA RESILIENTE**

**EIXO 6. INFRAESTRUTURAS E GRANDES EQUIPAMENTOS SOCIAIS**

**EIXO 7. GOVERNANÇA E PARTICIPAÇÃO**

**EIXO 8. MITIGAÇÃO DAS EMISSÕES DE GEE**



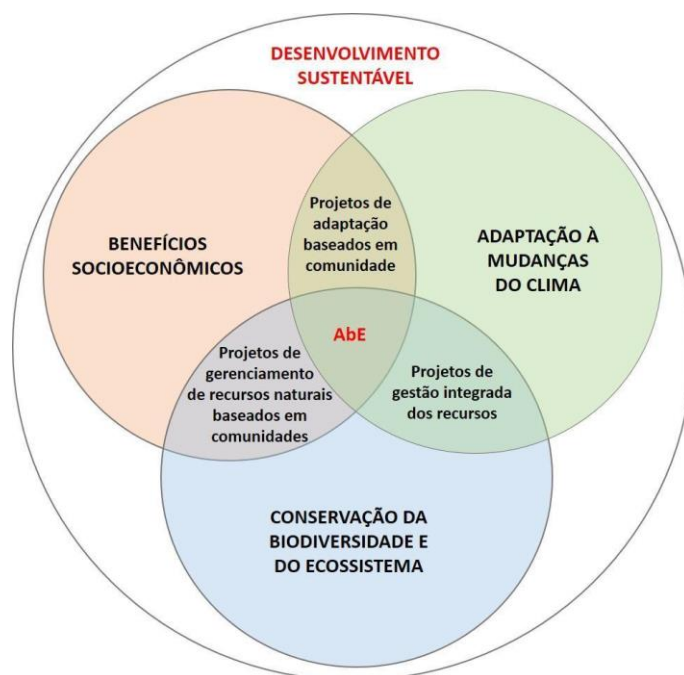
## 1.2 PROJETOS E AÇÕES DE ADAPTAÇÃO EM SANTOS

Os projetos a seguir se baseiam nas principais diretrizes estratégicas e eixos do PMMCS. Encontram-se em diferentes estágios de desenvolvimento e contribuem para a implantação do plano.

### 1.2.1 ADAPTAÇÃO BASEADA EM ECOSISTEMAS (ABE) NO MONTE SERRAT

A Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) é o uso da biodiversidade e dos serviços ecossistêmicos como parte de uma estratégia geral de adaptação, a fim de ajudar as pessoas a se adaptarem aos efeitos adversos da mudança do clima. Os serviços ecossistêmicos podem auxiliar na redução das vulnerabilidades aos efeitos das mudanças climáticas.

Assim, a melhor forma de implementar a AbE é adotá-la como elemento de uma estratégia de adaptação mais ampla (FEBA, 2019) para o desenvolvimento sustentável, envolvendo projetos de gerenciamento dos recursos naturais baseados em comunidades, oferecendo benefícios socioeconômicos, projetos de adaptação à mudança do clima e projetos de conservação da biodiversidade e do ecossistema (Figura 1.2.1).



**Figura 1.2.1.1. AbE - Adaptação baseada em ecossistemas**  
Fonte: Adaptado de MIDGLEY *et al.* (2012) e FEBA (2019).

A metodologia de AbE tem como principais etapas a avaliação do risco climático, identificação das medidas de adaptação, priorização e seleção das medidas de adaptação, a implementação e, por fim, o monitoramento e avaliação constantes.



**Figura 1.2.1.2. Metodologia de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE). Fonte: ProAdapta Santos - GIZ (2018).**

### Medida de AbE no Monte Serrat - Santos

O projeto está sendo desenvolvido pela Prefeitura Municipal de Santos em parceria com o projeto ProAdapta, implementado pela GIZ Brasil. O ProAdapta é executado por meio de convênio entre o Governo Alemão e o MMA com o objetivo de reforçar a resiliência climática do Brasil.

A perspectiva de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) tem como referência os serviços ecossistêmicos, que são serviços fornecidos pelos ecossistemas aos seres humanos, essenciais para a manutenção da vida e das formas de produção e de organização social. A recuperação desses serviços é importante para minimizar os impactos das mudanças climáticas e diminuir a vulnerabilidade da comunidade.

Com base nesses conceitos, está sendo implantada e monitorada uma medida de AbE para a área de intervenção localizada no Monte Serrat. O projeto inclui a participação da comunidade e a capacitação de técnicos da equipe da Prefeitura de Santos para replicarem/adequarem a metodologia de AbE em outras localidades da cidade, a partir das orientações dos estudos realizados no PMMCS.

De acordo com dados do IBGE (2010), a comunidade do Monte Serrat é composta por 654 homens e 721 mulheres, sendo a maior parte das mulheres residentes na faixa etária de 25 a 29 anos. A comunidade se localiza no morro Monte Serrat, onde remanescentes da Mata Atlântica auxiliam na contenção de encostas, na regulação do microclima e no bem-estar da população, além de seus outros relevantes atributos ecológicos dessa floresta.

Devido ao seu histórico de desmatamento, ocupação desordenada e urbanização, a Mata Atlântica sofre com a alta fragmentação de seus remanescentes de vegetação, que potencializam as ameaças da mudança do clima. As medidas de AbE representam umas das várias metodologias da estratégia de Soluções baseadas na Natureza (SbN) e abordam as necessidades de conservação e recuperação da biodiversidade existente na Mata Atlântica, gerando múltiplos benefícios para a sociedade, somadas à própria adaptação à mudança climática.

Em seu Plano Municipal de Mudança do Clima (Santos, 2016), apoiado pelo projeto ProAdapta, os membros do Departamento de Proteção e Defesa Civil municipal (DEPRODEC) da CMMC indicaram como solução para a área do Monte Serrat, onde houve a demolição de moradias devido ao risco de escorregamento, o desenho e a implementação de medidas de AbE.



**Figura 1.2.1.2. Estudo no morro Monte Serrat. Fonte: AbE Monte Serrat - ProAdapta (2019).**

Para a redução do risco climático, optou-se pelas SbN, por meio da ampliação do remanescente de Mata Atlântica, junto com a participação dos moradores da região, com destaque para a presença das mulheres.

A Secretaria de Segurança Pública possui como seu representante o Departamento de Proteção e Defesa Civil (DEPRODEC), que tem trabalhado na demolição de moradias construídas em áreas de alto risco de deslizamento no morro Monte Serrat, devido às fortes chuvas, intensificadas pela mudança do clima.

### **Esquema Metodológico**



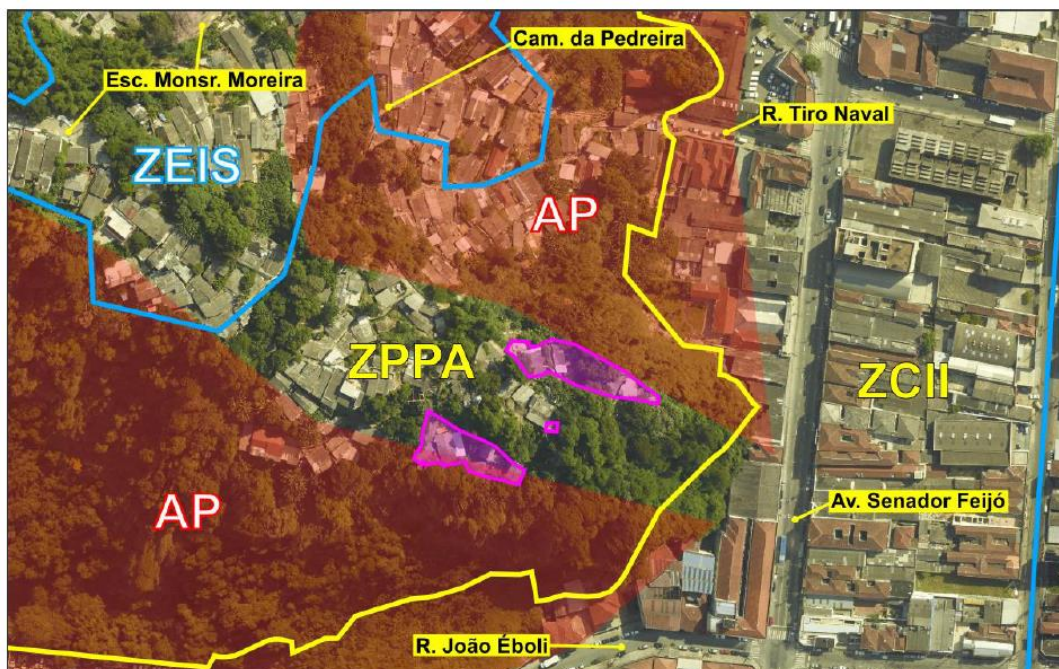
Figura 1.2.1.3. Esquema Metodológico de AbE. Fonte: ProAdapta Santos (2019).

O projeto junto à comunidade do Monte Serrat começou em 2019, sendo interrompido a partir de fevereiro de 2020, em virtude de chuvas torrenciais e, na sequência, da pandemia de COVID-19.

### Avaliação de Risco em Trecho do Caminho Pedreira - Monte Serrat

No município de Santos, a gestão do risco é responsabilidade do Departamento de Proteção e Defesa Civil (DEPRODEC), vinculado à Secretaria Municipal de Segurança (SESEG), e regulamentada no Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana do Município de Santos, instituído pela Lei Complementar nº 1.005/2018. As análises e avaliações contidas no Parecer Técnico nº 03/2019 do Departamento de Proteção e Defesa Civil - **Avaliação do Risco Geotécnico Monte Serrat (SANTOS, 2019)** guardam relação com o Programa Estadual de Prevenção de Desastres Naturais e de Redução de Riscos Geológicos (PDN), criado pelo Decreto Estadual nº 57.512/2011.

O ordenamento do uso e da ocupação do solo na Macroárea Insular de Santos, definido pela Lei Complementar nº 1.006/2018, define o setor de encosta analisado, no bairro Monte Serrat, como Zona de Proteção Paisagística e Ambiental (ZPPA; **Figura 1.2.1.4**), incluindo o Caminho da Pedreira e seu entorno, além do extenso paredão rochoso, parcialmente formado por antiga exploração de brita. Na ZPPA, a legislação prevê o manejo ambiental a partir de programas de proteção ambiental, recuperação de áreas degradadas ou de risco geológico e controle de ocupações, entre outros, não sendo previsto o uso habitacional, conforme art. 11, inciso XIV da citada Lei Complementar.



**Figura 1.2.1.4. Zoneamento do morro Monte Serrat (Zona Especial de Interesse Social - ZEIS; Zona de Proteção Paisagística e Ambiental - ZPPA; Zona Central II - ZCII; Área de Pedreira - AP). Fonte: Santos (2019).**

A imagem do SigSantos mostra o zoneamento da área de intervenções e entorno. Notar as edificações prioritárias para remoção (em rosa) presentes em trecho de ZPPA.

O Parecer Técnico nº 03/2019 do Departamento de Proteção e Defesa Civil - **Avaliação do Risco Geotécnico Monte Serrat (SANTOS, 2019)** - indicou a área como setor de encosta impróprio à ocupação urbana, com características geológico-geotécnicas restritivas, devidamente mapeadas no Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) como de Risco Muito Alto (R4), ou seja, com muito alta potencialidade para ocorrência de processos destrutivos em eventos meteorológicos extremos. Ressalte-se ainda a ocupação irregular deste setor, do histórico de ocorrências, das severas restrições da legislação urbanística e ambiental e da impossibilidade de consolidação e regularização urbanística.

Foram recomendadas as seguintes medidas para a área de estudo:

- Elaboração em caráter emergencial pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SEDURB), pela Secretaria de Meio Ambiente (SEMAM) e pelo Departamento de Proteção e Defesa Civil (DEPRODEC) de estudo de concepção e recuperação socioambiental da área objeto da remoção das edificações e respectivo entorno, identificando medidas estruturais de estabilidade e medidas não estruturais complementares, conforme preconiza o Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR);
- Interdição, remoção e demolição das demais edificações irregulares e também construídas em setor de Risco Muito Alto (R4), na porção superior do setor;
- Viabilização pelas Secretarias Municipais de Infraestruturas e Edificações (SIEDI), de Serviços Públicos (SESERP) e de Meio Ambiente (SEMAM) da implantação das medidas estruturais e não estruturais previstas no estudo de concepção e posterior projeto executivo que deverá prever, entre outras, execução/ampliação do sistema de drenagem de águas pluviais com a

instalação de canaletas, replantio de espécies adequadas ao local e demais medidas de recuperação ambiental da área;

- Intervenção da fiscalização de obras da SIEDI de maneira a vistoriar preventivamente todas as edificações construídas no sopé da encosta, ao longo da Avenida Senador Feijó e Rua João Éboli, identificando eventuais irregularidades visando à adoção das medidas administrativas compatíveis;
- O permanente monitoramento do risco geológico no setor e entorno pelo DEPRODEC.

Foi formulado em 2020, no âmbito do ProAdapta, o Relatório de Viabilidade Técnica da Medida de AbE no Monte Serrat. A seguir, apresentamos os principais destaques deste estudo.

A concepção da medida de AbE a ser desenvolvida no Monte Serrat apresenta características muito peculiares por ser uma área urbana e de morro. Essas condicionantes tornam o projeto delicado e inovador, necessitando desenvolver uma proposta específica, criativa e factível com o contexto.

No projeto, deverão ser utilizadas plantas arbóreas de médio porte, bem como arbustivas e herbáceas. Dessa maneira, espera-se fazer uma rápida cobertura do solo e promover a diversidade biológica e suas funções no ambiente para diminuir o impacto das chuvas, enxurradas e do vento sobre o terreno, visando minimizar os riscos de desmoronamentos.

A comunidade também será ouvida para conhecer possíveis espécies de interesse e uso por eles para serem inseridas na proposta de AbE.

O estudo considerou viável a elaboração e execução do projeto de AbE no Monte Serrat. Destaca-se no projeto a participação dos consultores do ProAdapta, dos técnicos da prefeitura e o envolvimento da Associação de Melhoramento do Monte Serrat, que tem auxiliado a procurar meios de aumentar a participação dos moradores nas reuniões futuras, a credibilidade da proposta e potencializar a sua replicação.

No final de 2019 e no início do ano de 2020, foram desenvolvidas oficinas voltadas à equipe de servidores e servidoras de Santos e junto à comunidade do Morro com ênfase nas relações de gênero. Em período concomitante, foi desenvolvido estudo de massas e projeto urbanístico para implementação de AbE pelo arquiteto da prefeitura responsável pelo trabalho, Aguinaldo Secco, apoiado pela SEMAM, da Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima de Santos (CMMC) e do Departamento de Proteção e Defesa Civil (DEPRODEC).

### **O Processo Participativo**

As oficinas junto à comunidade contaram com a participação de homens e mulheres da comunidade e promoveram momentos de reflexão sobre diferentes impactos que os participantes sofrem em eventos de risco. O objetivo do projeto é que os benefícios advindos da recuperação do ecossistema de Mata Atlântica sejam compartilhados entre os gêneros da comunidade de forma equitativa.

Para definir a proposta foi utilizado o modelo “*Reach, Benefit, Empower Framework*” SENDERS A., MENSINK M. 2019. Embora desenvolvido em contexto rural, o modelo conceitual pode ser adaptado aos demais ambientes. O estudo identificou que é preciso distinguir as abordagens: ***i. para alcançar as mulheres, ii. para beneficiar as mulheres, e iii. para empoderar as mulheres participantes do projeto.*** E isso não se refere apenas aos objetivos do projeto, mas também às atividades e estratégias e à mensuração dos impactos/indicadores.

As atividades do projeto desenvolvidas até o momento atenderam ao item “alcançar” e “beneficiar”. As oficinas desenvolvidas junto à comunidade do Monte Serrat focaram o convite às mulheres, dado que foi reforçada à presidência da Sociedade de Melhoramentos do Monte Serrat a importância da presença das mulheres.



**Figura 1.2.1.5. Início do plantio de espécies nativas da Mata Atlântica nos morros. Fonte: SEMAM (2020).**

Visto isso, **os próximos passos seriam a avaliação e aprovação do projeto junto à comunidade do Monte Serrat, desenvolvimento e aprovação de indicadores para monitoramento do projeto e início dos plantios de espécies selecionadas.**

Devido ao contexto de pandemia, a articulação junto à comunidade foi suspensa até que lá haja melhores condições sanitárias, o que ainda não aconteceu, infelizmente. Assim, segue proposta preliminar de indicadores de gênero para futura implementação do projeto, ainda aberta a sugestões e aprovação dos parceiros locais e consultores(as) associados(as).

### **1.2.2 LACUNAS DO CONHECIMENTO E VULNERABILIDADE ÀS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO LITORAL PAULISTA**

Após a realização do 1º Seminário da Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima de Santos (CMMC), em 2018, foram observadas algumas lacunas de informação sobre a vulnerabilidade às mudanças do clima. Diante deste cenário, duas etapas foram realizadas: I. Mapeamento de estudos e pesquisas existentes sobre vulnerabilidade às mudanças no clima no Litoral Paulista e II. Identificação das áreas de conhecimento que necessitam de maior desenvolvimento, segundo os potenciais usuários e fornecedores de informações sobre mudanças do clima na região.

O mapeamento de estudos e pesquisas sobre vulnerabilidade às mudanças do clima foi efetuado por meio de levantamento bibliográfico, utilizando “*scripts*” de busca em dissertações, teses e artigos. Também foram indicados estudos por especialistas e documentos de instituições locais.

Para a etapa de identificação das áreas de conhecimento que necessitam de maior desenvolvimento, foi aplicado um questionário aos pesquisadores, além de encontros com usuários da informação em nível local.

O diagnóstico de lacunas de informação sobre mudanças no clima está inserido no projeto ProAdapta na Baixada Santista com a finalidade de contribuir para identificar os estudos em andamento sobre vulnerabilidade às mudanças do clima e já concluídos na região do litoral paulista. Outro objetivo do diagnóstico é identificar, da parte dos usuários e fornecedores de informações sobre o clima, quais conhecimentos/informações são ainda necessários para promover a gestão do risco climático na região.

As lacunas de informação sobre vulnerabilidade foram identificadas no diagnóstico por meio da combinação de dados qualitativos (entrevistas presenciais e online) e quantitativos, provenientes de levantamento bibliográfico em bases de periódicos, teses e dissertações.

Os dados quantitativos provenientes do mapeamento de estudos sobre vulnerabilidade às mudanças do clima existentes no litoral paulista foram coletados a partir das bases de dados de Periódicos CAPES<sup>6</sup> e da Biblioteca Digital de Teses e Dissertações (BDTD)<sup>7</sup>, além da contribuição dos pesquisadores entrevistados, membros da CMMC e especialistas da GIZ.

Os dados qualitativos foram obtidos por meio de: i) grupos focais no 1º Seminário da CMMC; ii) entrevistas presenciais semiestruturadas; e iii) questionário estruturado.

O encontro entre pesquisadores e funcionários do governo local, proporcionado pelo seminário, possibilitou o levantamento da percepção dos fornecedores de informação e dos usuários. Por meio da divisão dos participantes em grupos, o resultado foi um mapeamento de principais lacunas e recomendações por eixo temático. A atividade demonstrou que iniciativas de colaboração entre meio acadêmico, gestão pública e sociedade civil podem possibilitar uma visão multifacetada sobre o tema, levando a soluções criativas e mais condizentes à realidade.

Segundo as conclusões do estudo, no Litoral Norte há predominância de trabalhos sobre movimentos de massa e ecologia. Por outro lado, há lacunas em estudos sobre populações vulneráveis (e temas associados a este eixo) e políticas públicas (e temas associados ao eixo).

Na Baixada Santista, existem estudos sobre contaminação, hidrodinâmica e qualidade de vida, mas faltam estudos dentro dos eixos de vulnerabilidade e populações vulneráveis (e temas associados). Por sua vez, no Litoral Sul Paulista há grande número de estudos sobre processos erosivos e ecologia, mas ausência de pesquisas dentro de todos os eixos temáticos: **vulnerabilidade, medidas de adaptação, populações vulneráveis e políticas públicas** (e temas associados).

O mapeamento de estudos e os dados provenientes das entrevistas indicaram entre as principais barreiras para a compreensão da vulnerabilidade às mudanças no clima **a transversalização/interdisciplinaridade do tema; comunicação e engajamento público; compromisso político; sensibilização de setor econômico/privado; alinhamento de conceitos;**

<sup>6</sup> Disponível em: <https://www.periodicos.capes.gov.br/>

<sup>7</sup> Disponível em: <http://bdttd.ibict.br/vufind/>



**acesso a dados de instituições públicas; sinergia entre academia, setor público e sociedade civil; e, entre as principais lacunas, a falta de dados e estudos sobre drenagem, vulnerabilidade, projeções em escala local e base cartográfica geodésica, ausência de plano emergencial em Santos, articulação e sistematização de pesquisas, fonte de recursos financeiros e monitoramento.**

#### **Próximos passos: Ações e Estudos futuros**

A partir dos resultados do estudo, tem-se como sugestão: análise de barreiras e lacunas pelos tomadores de decisão para verificação se há ou não concordância com aquelas levantadas pelo estudo; e reunir barreiras e lacunas com alto grau de concordância do grupo para integrá-las a metas ao longo do tempo, a fim de propor agenda climática a nível local e regional.

Além dos pesquisadores e funcionários públicos, a imprensa, a população vulnerável, organizações e instituições locais e sociedade civil como um todo são também usuárias das informações. Estudos de percepção sobre a vulnerabilidade climática com estes públicos poderiam compor cenário mais abrangente da temática.

**Estudos de valoração ecossistêmica e aplicação de medidas de adaptação baseada em ecossistemas devem ser ampliados nos próximos anos. O contexto territorial do município de Santos é favorável a tais estudos, uma vez que é cercado por áreas protegidas de Mata Atlântica. Foram também indicados os estudos de projeções climáticas a nível regional e local, além de mapeamento de drenagem de Santos e bacias hidrográficas dependentes.**

O desenvolvimento de estudos com equipes multidisciplinares e distintas abordagens metodológicas mostra-se como tendência para os próximos anos, tendo em vista que as lacunas são amplas e incluem diversas áreas de pesquisa.

**Como observação, o atual estágio do trabalho de atualização do PACS desenvolveu estudos de projeções climáticas a nível regional e local para Santos e a RMBS, baseados nas informações fornecidas por diversos modelos climáticos. Os resultados estão disponíveis no contexto deste projeto.**

### **1.2.3 ESTUDOS DE ARRANJOS INSTITUCIONAIS E GOVERNANÇA CLIMÁTICA**

A mudança e a adaptação ao clima constituem desafios inevitáveis para o planejamento e a política contemporâneos. Neste contexto, o principal objetivo deste trabalho foi identificar e examinar modelos de arranjo institucional (político e científico) compostos por múltiplos atores e setores. Além disso, foram identificados modelos de governança da política ambiental e da mudança do clima para subsidiar os tomadores de decisão no nível municipal e regional, contribuindo para ampliar sua capacidade de governança no gerenciamento dos desafios associados às mudanças do clima e ao aumento da resiliência local.

O trabalho utilizou como método de pesquisa o *Large-n*, em que foram selecionados dez casos nacionais e dez casos internacionais. Houve a coleta de dados por meio de revisão sistemática de documentos de políticas, sites oficiais e artigos científicos.

Por meio desses dados, buscou-se identificar e caracterizar arranjos institucionais municipais, nacionais e internacionais construídos para a governança do clima local, avaliar o estado atual do

conhecimento científico sobre arranjos institucionais na literatura e identificar modelos de governança climática.



**Figura 1.2.3.1. Governança Climática Local para o Avanço da Adaptação. Fonte: Estudo de Arranjos Institucionais e Governança Climática - GIZ, ProAdapta (2020).**

O estudo identificou aspectos institucionais que condicionam a capacidade de governança do clima municipal, que obstaculizam ou favorecem o planejamento, a tomada de decisão, a implementação e a gestão administrativo-política da adaptação às mudanças do clima, como resposta aos impactos associados ao clima, de modo a identificar **modelos de arranjo institucional voltados à governança do clima municipal, que sejam aderentes às cidades brasileiras.**

Os principais produtos deste estudo são os seguintes:

- Relatórios Analíticos (Levantamento de Experiências; Levantamento Bibliográfico; Análise de estudos de caso; Análise Comparativa);
- **Ferramenta de Avaliação de Efetividade Institucional na Governança do Clima Local;**
- Workshop Construindo Governança Climática (2020);
- Artigo científico/Sumário Executivo.

Os casos selecionados para a Análise Comparativa são apresentados na tabela a seguir:

**Tabela 1.2.3.1: Casos Selecionados para a Análise Comparativa**

Nível	Município	Arranjo Institucional
Nacional	Campinas	Secretaria do Verde, Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável (SVDS), Conselho Diretor do Programa de Pagamento por Serviços Ambientais (CDPSA), Departamento de Defesa Civil de Campinas, Grupo de Estudos sobre Ordenamento Territorial, Resiliência e Sustentabilidade (GEOTRES) e Comitê da Cidade Resiliente de Campinas (CCR)
	Fortaleza	Fórum de Mudanças Climáticas (FORCLIMA) e Célula de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas (CECLIMA)
	Recife	Secretaria de Desenvolvimento Sustentável e Meio Ambiente (SDSMA), Comitê de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas (COMCLIMA) e Grupo Executivo de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas (GECLIMA)
Internacional	Montevideo	Grupo Interdisciplinario de Trabajo en Cambio Climático
	New York City	Mayor's Office of Recovery & Resiliency/Mayor's Office of Climate Policy & Programs
	Roterdã	Roterdã Climate Proof (RCP) e Resilient Roterdã Office

Fonte: ProAdapta (2020).

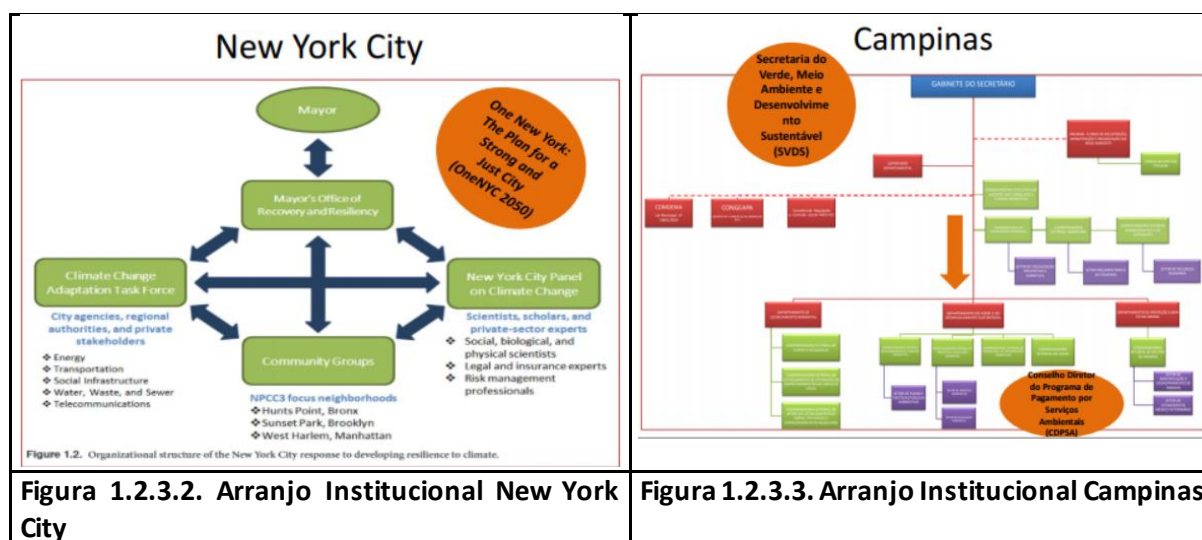
## Conclusões da Análise Comparativa sobre Governança Climática

### Oportunidades de Adaptação

Nos casos estudados, identificaram-se oito grandes fatores que geram oportunidades de tomada de decisões, planejamento e implementação da adaptação às mudanças do clima: **impactos, exposição e vulnerabilidade aos impactos, custos econômicos; governança climática movida pela necessidade de responder aos múltiplos desafios do clima; interface, integração e sinergia com políticas existentes; influência de diferentes atores e processos participativos; redes e coeração de conhecimentos; redes de suporte e acesso a recursos e financiamentos; e governança climática movida pelo horizonte de transformação e inovação.**

### Barreiras à Adaptação

O estudo conseguiu identificar, nos casos analisados, os fatores geradores de barreiras à adaptação climática. Assim, com mais ou menos clareza, pode-se identificar nos arranjos institucionais estudados os seguintes fatores geradores de barreiras institucionais: **incertezas associadas às mudanças do clima; fatores institucionais e de gestão; falta de financiamento e de instrumentos de investimento; falta de liderança, capacidade técnica e vontade política; dificuldades no envolvimento de stakeholders e de parcerias; dificuldades de e na implementação real das políticas de adaptação; e ausência ou excesso de marcos regulatórios.**



Fonte: ProAdapta (2020).

### Arranjos Institucionais - Principais aprendizados de cada caso estudado

<p><b>Campinas</b>  <b>Comitê da Cidade Resiliente de Campinas - ligado à Secretaria Municipal de Governo e Departamento de Defesa Civil</b>  <b>Conselho Diretor do Programa de Pagamento Por Serviços Ambientais -</b></p>	<p>Apesar do forte desenvolvimento institucional da cidade, as agendas de resiliência e clima ainda não se encontram perfeitamente integradas. Mesmo sendo conduzidas pela mesma estrutura de governança, a Prefeitura Municipal, seguem como agendas que pouco dialogam entre si, perdendo em capacidade de sinergia entre os distintos arranjos institucionais que as lideram. Os objetivos de clima, por exemplo, guardam muito da influência dos atores e redes que os patrocinam, como a rede ICLEI e</p>
--	--

<b>Secretaria de Meio Ambiente e Desenvolvimento Sustentável</b>	Compact of Mayors (CoM), tendendo sempre mais para o componente de mitigação das emissões de GEE nos setores de transporte ou de pagamento por serviços ambientais.
<b>Fortaleza - Fórum Municipal de Mudança do Clima de Fortaleza - Secretaria de Urbanismo e Meio Ambiente (SEUMA)</b>	Na implementação de estratégias de clima, descrevem um arranjo institucional baseado em sistema de governança vertical com uma abordagem por mandato (departamental, dedicada, exclusiva), cujas interações, sempre verticais, se dão entre a governança climática global e nacional e sua política subnacional. Adaptação como objetivo principal.
<b>Recife - Grupo Executivo de Sustentabilidade e Mudanças Climáticas - Secretaria de Meio Ambiente e Sustentabilidade</b>	Tentativa de governança horizontal por meio dos arranjos COMCLIMA e GECLIMA, que atuam como instrumentos multiatores de consulta e planejamento. Estas estruturas estabelecem funções institucionais e de interação, assim como questões de escala, e influenciam direta ou indiretamente as decisões e respostas das agendas de clima da cidade. Neste ambiente institucional, outro aprendizado a destacar é a forte influência dos atores e redes que patrocinam a cidade, como a rede ICLEI, por exemplo, tendendo sempre mais para o desenvolvimento do componente de mitigação das emissões de GEE no combate às mudanças climáticas locais - mesmo em uma das cidades sabidamente mais vulneráveis aos impactos das mudanças do clima.
<b>Montevideu - Diretoria de Planejamento e Unidade Executiva de Resiliência de Montevideu</b>	Forte coordenação interdepartamental e novas áreas de coordenação intradepartamental, como o Grupo de Trabalho sobre Mudanças Climáticas do Município de Montevideu, além de vários grupos interdisciplinares e atores da sociedade civil. A análise de vulnerabilidade da Região Metropolitana de Montevideu refletiu não apenas a presença de impactos gerados diretamente pelas mudanças climáticas, mas também fragilidades derivadas de dificuldades organizacionais ou institucionais. As medidas de adaptação e mitigação propostas previam também um processo de fortalecimento institucional e o fornecimento de novas ferramentas e instrumentos para o apoio de sua efetiva implementação
<b>New York City - Ligado ao Escritório de Resiliência e Recuperação - Gabinete do Prefeito - Plano ONE NYC 2020.</b>	Hölscher <i>et al.</i> (2019) avaliam que na cidade de New York está surgindo uma abordagem integrada, experimental e inclusiva para a governança climática, que atravessa vários setores e domínios de políticas (por exemplo, transporte, energia, saúde, justiça), envolve uma variedade de atores e facilita soluções inovadoras. A previsão, a meta de longo prazo e a integração do conhecimento, a experimentação e a entrada em coalizões para mudança ajudam a fornecer a base (incluindo princípios orientadores, urgência, redes de atores, soluções inovadoras) para a governança climática transformadora. <b>Nova York é exemplo de cidade que fornece liderança global e estabelece um padrão para adaptação e mitigação de mudanças climáticas com agendas ambiciosas e transversais de clima, sustentabilidade e resiliência e um portfólio de soluções inovadoras para mitigação e adaptação ao clima.</b>

<b>Roterdã (Holanda) -- Governança do Roterdã Cidade Resiliente</b>	A cidade de Roterdã é exemplo de cidade que fornece liderança global e estabelece um padrão para adaptação e mitigação de mudanças climáticas com agendas ambiciosas e transversais de clima, sustentabilidade e resiliência e um portfólio de soluções inovadoras para mitigação e adaptação ao clima. A capacidade de administração em Roterdã é limitada por uma distribuição de responsabilidades pouco clara e pela falta de integração de abordagens de gestão de risco de longo prazo.
---	--

Fonte: Extraído de Casos Estudados: Governança e Arranjos Institucionais - ProAdapta (2020).

#### 1.2.4 ATUALIZAÇÃO DO PLANO MUNICIPAL DE CONSERVAÇÃO E RECUPERAÇÃO DA MATA ATLÂNTICA (PMMA) DE SANTOS

Os trabalhos do PMMA de Santos têm como objetivos:

- Atualizar e aprimorar a proposta do Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA) de Santos em convergência com o Plano Municipal de Mudança do Clima (adaptação e mitigação) e outros planos locais vigentes;
- Identificar lacunas e contradições na proposta elaborada em 2015 em face de Planos (municipais) e a Legislação Ambiental (estadual e nacional);
- Inserir a “Lente Climática” e uma abordagem de Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE) no PMMA; e
- Promover o envolvimento e a mobilização da comunidade e atores locais, sobretudo sociedade civil, governo, setor acadêmico e econômico, no COMDEMA e na CMMC.

O objetivo é que o PMMA de Santos seja um plano de ação lastreado juridicamente e um marco regulatório do município. Para isso, se faz necessária a identificação das contradições e incongruências entre o plano diretor e outros planos que envolvem a ação do território e que possam afetar a Mata Atlântica do município, levando-se em conta que o bioma é um grande ativo do município, influenciando a vocação ao turismo da cidade.

Outro aspecto importante é que os riscos relativos às mudanças climáticas contemplados no **PACS e no Plano Municipal de Redução de Riscos**, em especial as ações e medidas de adaptação, apresentam interfaces com o **PMMA** por meio da **Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE)**: manguezais e restingas, topos de morros e encostas, áreas verdes urbanas e áreas continentais inundáveis. Tais medidas estão voltadas à ampliação da resiliência do município às mudanças climáticas.

O PMMA foi aprovado pelo Conselho Municipal da Defesa do Meio Ambiente de Santos (COMDEMA). As medidas de adaptação sob a perspectiva da AbE propostas no Plano de Ação do PMMA são consideradas como subsídios para a formulação das diretrizes, metas e ações para o Eixo de Resiliência e Adaptação baseada em Ecossistemas do Plano de Ação Climática de Santos (PACS).

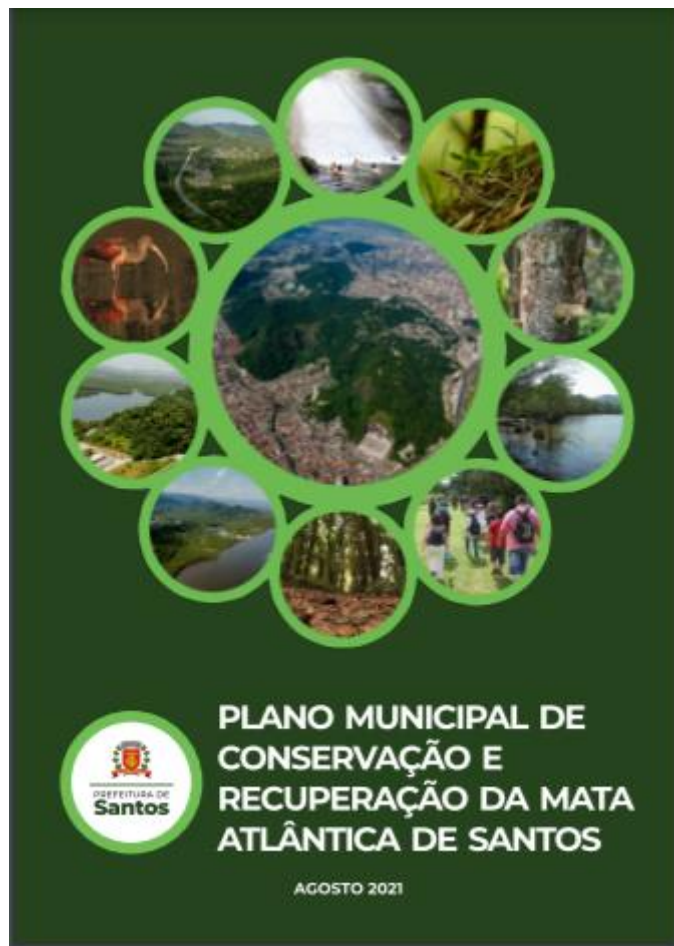


Figura 1.2.4.1. CAPA do Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA) de Santos. Fonte: SEMAM (2021).

### 1.2.5 INSERÇÃO DA ÓTICA DE GÊNERO NO PMMCS

O estudo destaca a aplicação do **Objetivo de Desenvolvimento Sustentável (ODS) 5 - Igualdade de Gênero**, voltado à promoção do empoderamento de mulheres e meninas para que possam atuar na busca pelo desenvolvimento sustentável por meio de participação na política, economia e tomada de decisão<sup>8</sup>. Além de ser um objetivo por si só na Agenda 2030 para o Desenvolvimento Sustentável da ONU, igualdade de gênero é um tema transversal a todos os demais 16 ODS, sendo de observância obrigatória em todos os demais setores e demais dimensões.

Outro destaque foi a adoção do **Plano de Ação de Gênero** na COP23, a **23ª Conferência das Partes (COP23) da Convenção-Quadro das Nações Unidas sobre Mudança do Clima (UNFCCC)**, realizada em 2017, em Bonn, na Alemanha. O principal objetivo do Plano é assegurar que mulheres possam influenciar as decisões sobre o enfrentamento das mudanças climáticas e mulheres e homens estejam igualmente representados em todos os aspectos da Convenção sobre Clima.

---

<sup>8</sup> Disponível em: <https://brasil.un.org/pt-br/sdgs/5>

As relações de gênero são construídas socialmente e se materializam de forma desproporcional na sociedade. Contudo, tais relações se modificam ao longo do tempo e espaço. Sendo assim, compromissos sociais para promoção de igualdade podem servir como uma das molas propulsoras para alterar esta realidade. O mesmo potencial transformador está presente em planos e projetos que se comprometam a contribuir para a redução das desigualdades de gênero.

No caso de Santos, segundo dados do relatório baseados no **Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS) de 2010**, entre as mulheres chefes/responsáveis de/pelas domicílios/famílias em regiões classificadas como de alta e muito alta vulnerabilidade, 45,7% tinham menos de 30 anos. Além das mulheres, as crianças também compõem um grupo vulnerável, uma vez que a porcentagem daquelas com menos de seis anos residindo em regiões de alta/muito alta vulnerabilidade é de 23,1% do total da população desses grupos<sup>9</sup>. **De acordo com o IPVS, as regiões de Santos onde se concentra a população mais vulnerável, muitas vezes em ocupações irregulares, incluem as áreas estuarinas, que apresentam ecossistemas de manguezais, e de morros, onde ocorre a floresta ombrófila densa.**

A conservação e a recuperação da Mata Atlântica podem contribuir para garantir a segurança alimentar e até proporcionar fontes de renda, considerando o desenvolvimento de atividades sustentáveis e compatíveis com a conservação e/ou recuperação do bioma.

---

<sup>9</sup> Disponível em: <http://ipvs.seade.gov.br/view/index.php>.

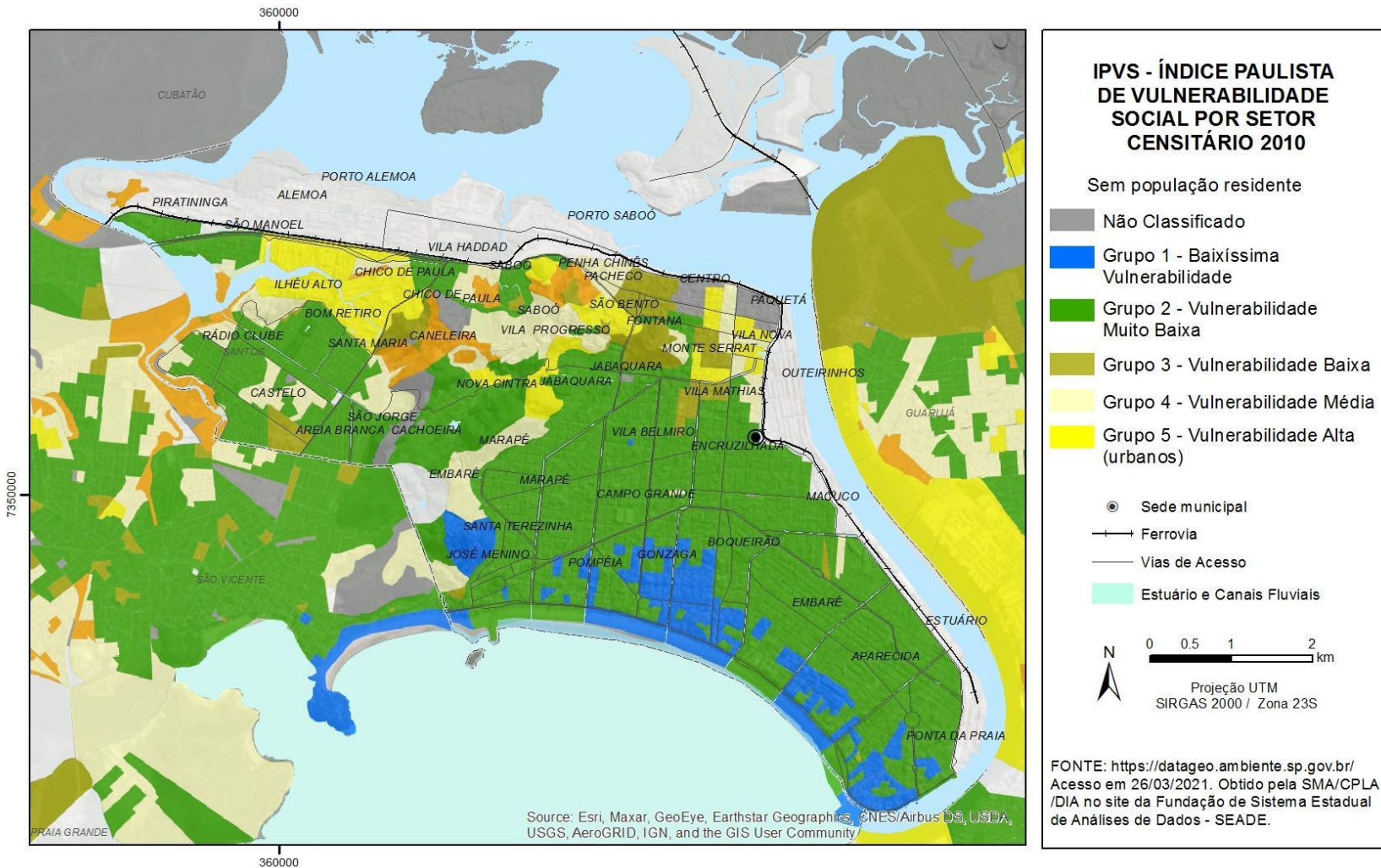


Figura 1.2.5.1. Mapa de Vulnerabilidade Social em Santos, Setor Censitário.





Figura 1.2.5.2. Cartaz do evento “Mudanças Climáticas e as Mulheres”. Fonte: SEMAM (2021).

### 1.2.6 O PROJETO METROPOLE

O Projeto Metropole (FAPESP, 2015) é um projeto de pesquisa financiado pela Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP), sob o Processo 2012/51876-0, tendo como título: “**Uma estrutura integrada para analisar tomada de decisão local e capacidade adaptativa para mudança ambiental de grande escala: estudos de caso de comunidades no Brasil, Reino Unido e Estados Unidos**” (FAPESP, 2018)<sup>10</sup>. Ele contribui para a avaliação de estratégias de adaptação face às previsões de elevação do nível do mar em relação às opções de adaptação e de financiamento que podem facilitar ou dificultar a adaptação no município de Santos.

Os tomadores de decisão, os cidadãos e representantes dos setores público e privado participaram de duas oficinas organizadas pela equipe científica do Projeto Metropole e pela Secretaria de Desenvolvimento Urbano (SEDURB) de Santos. Estas oficinas foram concebidas para aumentar a sensibilização sobre os riscos relacionados ao nível do mar e inundações no presente e no futuro.

**Elas propiciaram a interação dos stakeholders com o modelo para obter resultados distintos, variando cenários e opções de adaptação. O modelo COAST, por exemplo, produziu mapas de projeções futuras de inundações causadas pela elevação do nível do mar, juntamente com as respectivas estimativas de danos econômicos a imóveis para duas áreas de estudo em Santos (Zonas Sudeste e Noroeste).**

<sup>10</sup> Disponível em: <https://bv.fapesp.br/pt/auxilios/81993/uma-estrutura-integrada-para-analisar-tomada-de-decisao-local-e-capacidade-adaptativa-para-mudanca-a/>



**Figura 1.2.6.1. Áreas de estudos do Projeto Metropole. Fonte: Eduardo Kimoto Hosokawa/Projeto Metropole/FAPESP (2015).**

Um dos importantes resultados do estudo foi a projeção da elevação do nível do mar, elaborada exclusivamente para as condições de Santos. Para o ano de 2050, o cenário considerado otimista projeta um aumento de 0,18 metro como parte de um conjunto de eventos extremos simultâneos com tempo de recorrência de 1%, ou seja, com probabilidade de 1% de acontecer em 100 anos. O segundo cenário, considerado pessimista, projeta elevação de 0,23 metro. Considerou-se, ainda, o cenário global mais crítico (RCP8,5) projetado pelo IPCC 2015, que indica aumento de 0,30 metro.

Para o ano de 2100, o cenário considerado otimista projeta aumento de 0,36 metro em meio a um conjunto de eventos extremos simultâneos com tempo de recorrência de 1%, ou seja, com probabilidade de 1% de acontecer em 100 anos. Pelo segundo cenário, considerado pessimista, a projeção é de aumento de 0,45 metro. Pelo cenário de referência, considerando a visão macro do IPCC 2015 (5º IPCC AR), a projeção é de aumento de 1 metro.

Os resultados esperados incluem a geração de um novo sistema de avaliação para quantificar a influência da integração de dados científicos, econômicos e culturais no planejamento adaptativo e tomadas de decisão.

**O cenário "sem ação" forneceu uma estimativa inicial dos possíveis custos até 2100 para as regiões vulneráveis de Santos. Modelos com várias "opções de adaptação", incluindo fortificação, realocação e acomodação, forneceram uma série de resultados possíveis que poderiam ajudar a justificar uma decisão para mitigar os impactos das inundações devido ao aumento do nível do mar, frente a extremos de ressaca e tempestade.**

A análise foi limitada ao setor imobiliário e a um número gerenciável de cenários de inundação. Portanto, as opções de adaptação consideradas são simplificações e podem subestimar os custos de possíveis eventos futuros de inundações, como impactos na infraestrutura municipal e no sistema municipal de saúde e perda de equipamentos públicos essenciais, a exemplo dos hospitais.

**Segundo dados do Projeto Metropole, os prejuízos poderão atingir quase R\$ 1,3 bilhão, caso nada seja feito para minimizar a destruição provocada por esses eventos e o nível do mar suba 45 centímetros (cm) até 2100, conforme prevê o cenário mais pessimista sobre o impacto das mudanças climáticas no balneário paulista.**

**Mas as perdas acumuladas poderão se restringir a R\$ 200 milhões ao longo das próximas oito décadas se o município implementar um rol de ações paliativas, como o alargamento das praias, a dragagem de áreas assoreadas, o restauro e a preservação de mangues e o reforço estrutural de paredes de contenção do mar (FAPESP, 2015)<sup>11</sup>.**

**A escolha de Santos pelo Projeto Metropole deveu-se a uma dramática combinação: embora com enorme importância econômica para o país, com um quarto das importações e exportações brasileiras passando por seu porto, a cidade poderá ter sua área afetada se o nível do mar subir em demasia nas próximas décadas. Outro fator relevante para essa escolha foi a existência de uma série histórica com registros dos níveis do mar desde a década de 1940.**

### **1.2.7 PROJETO PILOTO PARA MONITORAMENTO E MITIGAÇÃO DOS EFEITOS EROSIVOS DA PONTA DA PRAIA - GEOBAGS**

A dinâmica das praias na Baía de Santos sofreu grandes alterações nos últimos 50 anos, consequência de várias intervenções humanas aliadas à ocupação desordenada da linha de costa. por estar próxima à embocadura do Estuário Santista, no qual localiza-se o Porto de Santos, a Ponta da Praia possui um histórico de retração da linha de costa acentuado, causando muitos prejuízos à prefeitura, principalmente nos grandes eventos de ressaca.

A região da Ponta da Praia encontra-se atualmente em condições críticas de erosão, visto que a faixa de areia é praticamente inexistente e a Prefeitura de Santos tem promovido intervenções emergenciais no local, tais como alimentação artificial com areia retirada de dentro dos canais 2 e 3 e colocação de pedras junto aos muros de praia para tentar proteger as estruturas existentes.

Diversos estudos realizados no local, utilizando-se de modelagem matemática, apontaram para um comportamento das ondas associado ao transporte de sedimentos contrastantes com os efeitos observados em campo.

O projeto realizado em Santos pela Faculdade de Engenharia Civil, Arquitetura e Urbanismo da Universidade Estadual de Campinas (FEC/UNICAMP) teve início a partir do diagnóstico que constatou um recuo significativo do perfil praiial a partir de 2010, mudança de direção das ondas que incidem na região da Ponta da Praia e incoerência entre resultados observados em campo e dados obtidos em modelos matemáticos.

---

<sup>11</sup> Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2015/12/15/prevenir-vale-a-pena/>



**Figura 1.2.7.1. Perfil praial erodido após evento de ressaca de setembro de 2016. Fonte: Projeto Piloto para Monitoramento e Mitigação dos Efeitos Erosivos da Ponta Da Praia (2018)<sup>12</sup>.**

As ressacas são fenômenos costeiros destrutivos originados por forçantes atmosféricas em larga escala. Uma ressaca pode ser caracterizada como a elevação do nível do mar (maré meteorológica positiva) em conjunto com a ação das ondas. Os principais sistemas atmosféricos geradores de ressacas são os ciclones extratropicais - centros de baixa pressão atmosférica em superfície com fortes ventos que giram no sentido horário no Hemisfério Sul.

PUGH (1987)<sup>13</sup> explica o fenômeno de empilhamento de água na costa, causado por tais ventos, descrevendo o nível do mar observado consistindo na maré astronômica somada à maré meteorológica. Na costa brasileira, ventos oriundos do quadrante sul geram eventos de maré meteorológica positiva, enquanto ventos vindos do nordeste produzem maré meteorológica negativa. Além da alteração do nível do mar, os ventos que sopram sobre o oceano geram ondas na superfície do mar em um processo explicado por YOUNG (1999)<sup>14</sup>. O somatório das ondas junto com as marés meteorológicas positivas oferece um grande risco às cidades costeiras, representando eventos altamente energéticos e destrutivos. MACHADO *et al.* (2010) declaram que “sistemas meteorológicos como ciclones extratropicais de alta intensidade geram ondas de alta energia, que podem levar um perfil de praia de um estágio máximo acrescido ao máximo erodido em poucas horas”<sup>15</sup>.

A solução proposta para a Ponta da Praia foi um projeto piloto de baixo impacto e fácil remoção, de maneira a ampliar os conhecimentos sobre a dinâmica local e diminuir os prejuízos causados quando há invasão da água do mar junto à infraestrutura urbana existente no local. Com o monitoramento da obra implantada, procura-se expandir o conhecimento sobre os impactos nas áreas adjacentes e indicar intervenções definitivas para as regiões mais afetadas e/ou de interesse no município.

O projeto piloto foi definido para gerar uma solução de baixo custo de implantação, portanto, de dimensões limitadas, mas que pudesse proporcionar um monitoramento adequado da resposta do

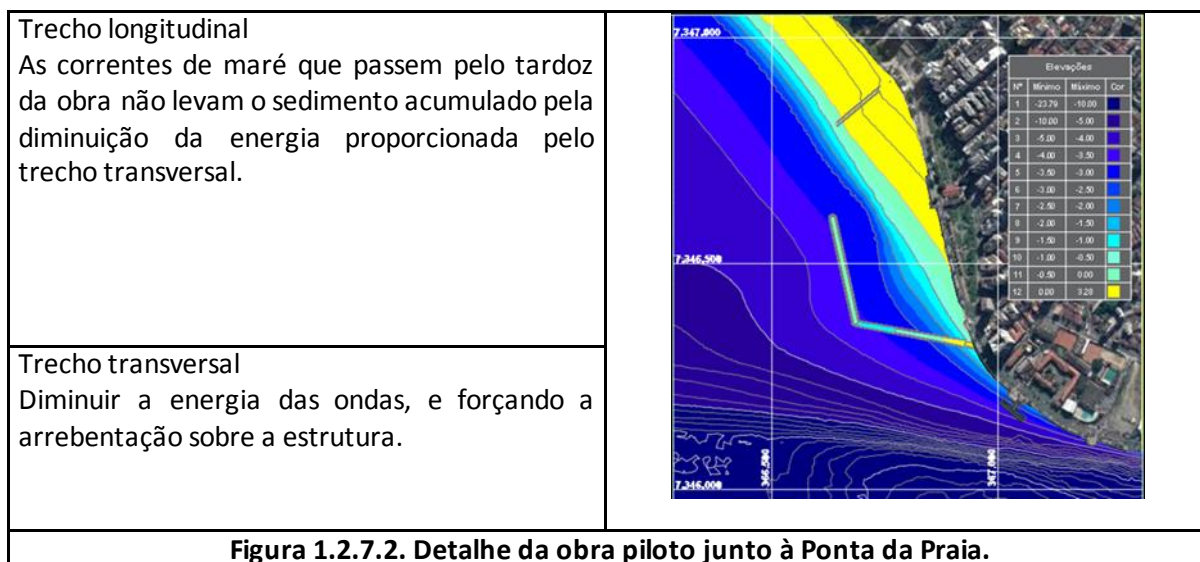
<sup>12</sup> Disponível em: <http://revistapesquisa.fapesp.br/2015/12/15/prevenir-vale-a-pena/>

<sup>13</sup> PUGH, D.T. TIDES, SURGES AND MEAN SEA LEVEL. A handbook for Engineers and Scientists, John Wiley & Sons Ltd, New York, 472 pp., 1987.

<sup>14</sup> YOUNG, I.R. WIND GENERATED OCEAN WAVES. Amsterdam, Netherlands, Elsevier Science Ltd, 1999.

<sup>15</sup> MACHADO, A.A., CALLIARI, L.J., MELO, E., KLEIN, A.H.F. HISTORICAL ASSESSMENT OF EXTREME COASTAL SEA STATE CONDITIONS IN SOUTHERN BRAZIL AND THEIR RELATION TO EROSION EPISODES. PanAmerican Journal of Aquatic Sciences, 5(2): 105-114, 2010.

meio à obra em um prazo curto. Na **Figura 1.2.7.2** a seguir, é possível observar um detalhe do alinhamento da obra.



A obra proposta se constitui de dois segmentos lineares, sendo o primeiro enraizado junto ao muro de praia e seguindo mar adentro por 275 metros, com rumo de 280,15° em relação ao norte verdadeiro até atingir a isóbata de 3,5 metros em relação ao Nível de Redução da Marinha na região. A figura acima apresenta as coordenadas UTM de início e fim deste segmento da obra piloto, que foi chamado de trecho transversal, ambos referidos ao Datum Horizontal SIRGAS 2000.

O projeto piloto confeccionado com geotubos<sup>16</sup> submersos constitui-se em uma solução econômica e ambientalmente interessante em comparação com soluções convencionais. No caso específico da Ponta da Praia de Santos, o projeto permitirá, a partir de seu monitoramento, preencher as lacunas de conhecimento em relação ao comportamento dos agentes hidrodinâmicos que vêm provocando um intenso processo erosivo na região.

Segundo a Nota Técnica da Unicamp (2017) a obra possui as seguintes funções:

- Reduzir de maneira significativa a velocidade das correntes de maré que se direcionam para a embocadura do estuário santista no trecho entre a obra e a linha de costa, principalmente no ciclo de enchente, o que não só impediria o acúmulo de sedimentos atrás da obra, como poderia induzir à formação de uma cava na região;
- Servir de proteção e dar suporte ao acúmulo de sedimentos esperado entre a obra proposta e a linha de costa atual;
- Proporcionar uma adequada circulação da corrente superficial, evitando, assim, a deterioração da qualidade da água e, por conseguinte, da condição de balneabilidade no tardo da obra.

Caso a resposta do ambiente à introdução do projeto piloto proposto não seja favorável, a remoção da estrutura terá custo mínimo e não causará qualquer impacto à região, uma vez que o material de enchimento dos geotubos apenas retornaria ao sistema costeiro. Ainda assim, os resultados obtidos

<sup>16</sup> Geotubos: forma têxtil tubular para aplicações hidráulicas, confeccionada a partir de um geocomposto de poliéster de alta tenacidade, elevada capacidade filtrante e proteção UV.

desta análise permitirão propor novas intervenções com maior chance de solucionar os problemas verificados na região.

Por outro lado, caso o ambiente responda conforme o esperado, o piloto proposto poderá se configurar como solução definitiva para o trecho em que foi instalado, podendo ser replicado para os quase três quilômetros compreendidos entre a Ponta da Praia e o Canal 4. Isto posto, espera-se que cesse definitivamente o recuo que a linha de costa vem sofrendo na região. Como efeito, estariam protegidos da ação das ressacas a orla e todos os equipamentos urbanos nela instalados. Outra vantagem esperada é que o santista não precisaria se conformar com uma mudança significativa na vista da baía, na característica da arrebentação das ondas ou nas condições de balneabilidade das praias de Santos.

Os resultados do monitoramento do Projeto Piloto apresentados até 2021 na análise da evolução da linha zero DHN ressaltam que a linha zero está avançando em direção ao mar no trecho localizado no tardoz da obra, novamente comprovando que a obra está lentamente contribuindo para devolver a parte emersa da praia no local. Enquanto isso, a região não protegida continua recuando em direção à linha da costa e precisou de alimentações artificiais de areia para controlar o recuo.



Figura 1.2.7.3. Reportagem sobre o Projeto Piloto na Ponta da Praia. Fonte: A Tribuna de Santos (2021)<sup>17</sup>.

<sup>17</sup> <https://www.tribuna.com.br/cidades/santos/monitoramento-aponta-que-geobags-ajudaram-a-engordar-orla-da-ponta-da-praia-de-santos>

## **2. ANÁLISE DE POLÍTICAS PÚBLICAS MUNICIPAIS E INCIDENTES NO MUNICÍPIO E AS MUDANÇAS CLIMÁTICAS**

### **Aspectos Metodológicos**

A análise das legislações, políticas setoriais e programas procuram identificar a compatibilidade e eventuais conflitos e lacunas a partir do entendimento de que a política de mudanças climáticas é transversal às demais políticas públicas municipais.

Segundo a Constituição Federal, a Política Nacional do Meio Ambiente (PNMA), de 1981, e o Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA), instituído em 2016, as ações voltadas às questões ambientais devem ser implementadas por meio da integração entre políticas públicas, considerando os diversos níveis de governo, setores e as características territoriais que ultrapassam as fronteiras de estados e municípios.

Em 2018, o IPCC avaliou os impactos do aquecimento global de 1,5°C acima dos níveis pré-industriais e das trajetórias globais das emissões de gases-estufa, no contexto do fortalecimento da resposta global à ameaça das mudanças climáticas, do desenvolvimento sustentável e dos esforços para erradicar a pobreza, consistentes com a meta mais ambiciosa do Acordo de Paris. Neste documento, são apresentadas orientações para atender ao limite de 1,5°C, destacando-se, entre outras, diretrizes de adaptação para o Planejamento Urbano, Infraestrutura e Transporte, Edifícios e Eletrodomésticos, Uso do Solo Resiliente ao Clima, Infraestrutura Urbana Verde e Serviços (IPCC, 2018).

De acordo com essas referências, espera-se que as diretrizes para adaptação aos efeitos das mudanças climáticas sejam aplicadas de maneira estratégica nas diferentes políticas públicas municipais, não só permeando as demais políticas, mas servindo como linha mestra para a ação multidisciplinar focada na redução das vulnerabilidades a que as populações estão submetidas pelo impacto das mudanças climáticas.

Ao falar de mudanças climáticas, é necessário falar de riscos. Segundo BECKS (2010), os desastres são anunciados, não devendo ser vistos como fatalidades, podendo, na maioria das vezes, serem previstos e evitados.

Embora a previsão de riscos possa embasar decisões que diminuam a vulnerabilidade climática, existem incertezas em relação às consequências das mudanças climáticas na escala local e no cotidiano que impactam a capacidade de resposta e a definição de medidas de mitigação e adaptação. Na maior parte das médias e grandes cidades brasileiras, ainda é limitado o conhecimento da dinâmica climática (MARANDOLA Jr., 2014).

Para UITTENBROEK, JANSSEN-JANSEN E RUNHAAR (2013), o planejamento urbano pode criar inovações tecnológicas e sociais que promovam a adaptação climática, além de ser um instrumento que usualmente abrange múltiplos objetivos, podendo resultar em novas correlações sobre o tema.

O Plano Nacional de Adaptação à Mudança do Clima (PNA) tratou dessa correlação ao apresentar a diretriz de que a adaptação à mudança do clima seja considerada no aperfeiçoamento de modelos de planejamento urbano, visando à integração entre o planejamento do uso e ocupação do solo e a preservação ambiental, voltada à prevenção dos riscos de desastres naturais (BRASIL, 2016).

Diante de um cenário de incertezas e riscos múltiplos, ganha destaque a gestão preventiva dos riscos climáticos, para a qual as cidades brasileiras precisam se estruturar, vencendo o desafio de internalizar e implementar a cultura da prevenção.

Colocam-se como desafios para as cidades a promoção da sustentabilidade e a redução da vulnerabilidade com formas inovadoras de gestão e planejamento urbano, considerando-se que a maioria dos impactos decorrentes das mudanças climáticas pode ser prevista e medidas de adaptação podem ser adotadas para reduzir custos socioambientais e de perdas em grupos sociais vulneráveis.

A partir dessas considerações, foi realizada uma análise crítica e sínteses sobre os aspectos convergentes e os que apresentam conflitos potenciais nas políticas públicas e legislações setoriais, principalmente nas políticas ambientais e de planejamento urbano municipal para verificar pontos de aprimoramento das mesmas e/ou aspectos a serem introduzidos como diretrizes e eixos estratégicos do PMMCS.

Apesar desta transversalidade das políticas setoriais não ter ocorrido de maneira completa, algumas ações já puderam ser observadas, como a inclusão de um capítulo específico sobre mudanças climáticas no Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana e na Lei de Uso e Ocupação do Solo de Santos.

O objetivo desta análise é a identificação do contexto atual do município, analisando o cenário legal em que está inserido, compilação das políticas, programas, projetos e recursos já existentes **com potencial de influenciar o desenvolvimento da resiliência climática, assim como políticas, planos e projetos que podem representar conflitos à agenda de clima em uma avaliação das forças e fraquezas da cidade para implementar o Plano de Ação Climática.**

Neste item, analisou-se a compatibilidade do PMMCS com legislações municipais, políticas setoriais e programas, a saber:

- Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana de Santos, Legislações de Uso e Ocupação do Solo das Áreas Insular e Continental e Código de Edificações;
- Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) e Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais e Inundações (março de 2014);
- Plano Municipal de Contingência para Ressacas e Inundações - Decreto nº 7.804 de 06 de julho de 2017;
- Legislação de Licenciamento Municipal;
- Programa de Educação Ambiental;
- Plano Municipal de Habitação;
- Plano Municipal de Regularização Fundiária;
- Plano Municipal de Saneamento Básico (ver localização de infraestruturas);
- Plano Municipal de Mobilidade;
- Plano de Desenvolvimento e Zoneamento do Porto de Santos (PDZPS);
- Zoneamento Ecológico-Econômico da Baixada Santista (ZEE-BS); e



- Plano da Bacia Hidrográfica da Baixada Santista.

**Os resultados desta análise são apresentados de forma sintética na sequência:**

O quadro-síntese a seguir contém as principais recomendações deste estudo para a inclusão da lente climática, considerando as atuais políticas públicas municipais.

I. Plano Diretor 2018	Pontos Fortes	Observações e Recomendações
<b>Nota. O Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana (Plano Diretor) está em revisão em 2021</b>	Entre os objetivos do Plano Diretor (capítulo 4º inciso VII), está o de “estabelecer normas gerais de proteção, recuperação e uso do solo no território do Município, visando à redução dos impactos negativos ambientais e sociais”.	Recomenda-se a inclusão de normas relacionadas aos impactos do clima entre os objetivos do Plano Diretor, importantes para o Plano Municipal de Mudanças do Clima de Santos.
	Destaca-se a questão do monitoramento dos GEE, que remete ao inventário de emissões de GEE, o qual ainda não foi desenvolvido no município, nem na escala regional da Baixada Santista. Destaca-se também o Inciso XV, que trata de vários aspectos fundamentais relacionados à ampliação da Resiliência Urbana, ao Plano Municipal de Conservação e Recuperação da Mata Atlântica (PMMA) e a ações a serem potencializadas no Plano de Ação Climática de Santos (PACS).	Recomenda-se a inserção de uma orientação estrutural no Plano Diretor que oriente como medida de fortalecimento de resiliência urbana a identificação e o fortalecimento dos corredores de infraestrutura verde e azul e a ampliação da proteção das áreas com vegetação mais importantes definidas no PMMA. A Estrutura Urbana e Ambiental estão presentes no Título III do Plano Diretor, no item Sistema Municipal de áreas Verdes e de Espaços Públicos. A orientação sugerida é a explicitação na forma de mapas, como eixos ambientais para orientar a estrutura urbana municipal, e a inclusão de ações prioritárias
	O Plano Diretor apresenta capítulos importantes diretamente relacionados ao Plano Municipal de Redução de Riscos, ao Plano Municipal de Mata Atlântica, ao Plano de Arborização Urbana e ao PACS.	O PMMA apresenta articulação com o PACS em relação ao diagnóstico das tendências de preservação ou impactos sobre a Mata Atlântica, sobre o potencial de resiliência oferecido pelos serviços ambientais fornecidos em relação à questão climática (amenização climática, absorção de CO <sub>2</sub> e outros aspectos) e como fonte para ações de adaptação climática.
	O Plano de Arborização Urbana e Manejo é elemento essencial para ampliar o potencial de resiliência oferecido pelos serviços ambientais fornecidos pela arborização urbana em relação à questão climática - artigo 157.	
	O Capítulo VIII, referente à Paisagem Urbana, oferece também diversos aspectos relacionados à resiliência urbana e à adaptação climática, a exemplo de necessidades de conforto ambiental, preservação do	

	patrimônio e todas as diretrizes da política municipal para preservação e melhoria da paisagem urbana.	
<b>DAS MUDANÇAS CLIMÁTICAS NO PLANO DIRETOR DE SANTOS, 2018 - artigos 158 e 159</b>	<p>Art. 158. O município deverá formular e implementar o Plano Municipal de Mudanças do Clima, contendo indicadores e metas de adaptação às mudanças do clima e mitigação dos gases de efeito estufa, com objetivo de ampliar seu nível de resiliência e melhorar a qualidade ambiental do território.</p> <p>Art. 159. O desenvolvimento das atividades de implantação do Plano Municipal de Mudanças do Clima será feito por meio de:</p> <p>I - Diagnóstico climático do município: situação atual, tendências, análise das vulnerabilidades socioambientais e do arcabouço institucional, visando melhorar a capacidade de adaptação às mudanças climáticas e a prevenção, preparação e respostas a eventos extremos;</p> <p>II - Elaboração de programa de cenários futuros para planejamento e gestão ambiental de investimentos, uso do solo e desenvolvimento urbano;</p> <p>III - Monitoramento, em tempo real, dos indicadores de qualidade climática e de controle da poluição, bem como de previsão e acompanhamento de eventos oceânico-meteorológicos extremos, incluindo formulação e implementação de Plano de Contingência para ressacas e inundações.</p>	<p>Estas ações estão em curso no âmbito do PACS. O capítulo referente às Mudanças Climáticas do Plano Diretor está em consonância com o previsto para o PACS em curso a partir de 2020 e previsto para 2021. Todas as diretrizes acima estão sendo desenvolvidas, com destaque para a elaboração de um Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental e de um Plano de Ação Climática, com medidas de adaptação para os principais itens observados no contexto do desenvolvimento urbano.</p> <p>Outro aspecto relevante é que os parâmetros urbanísticos previstos na Lei de Uso e Ocupação do Solo devem considerar e estar em sintonia com as áreas mais vulneráveis e com os Mapas de Susceptibilidades, Cartas Geotécnicas e o Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR).</p>

### Mapas Ilustrativos do Plano Diretor

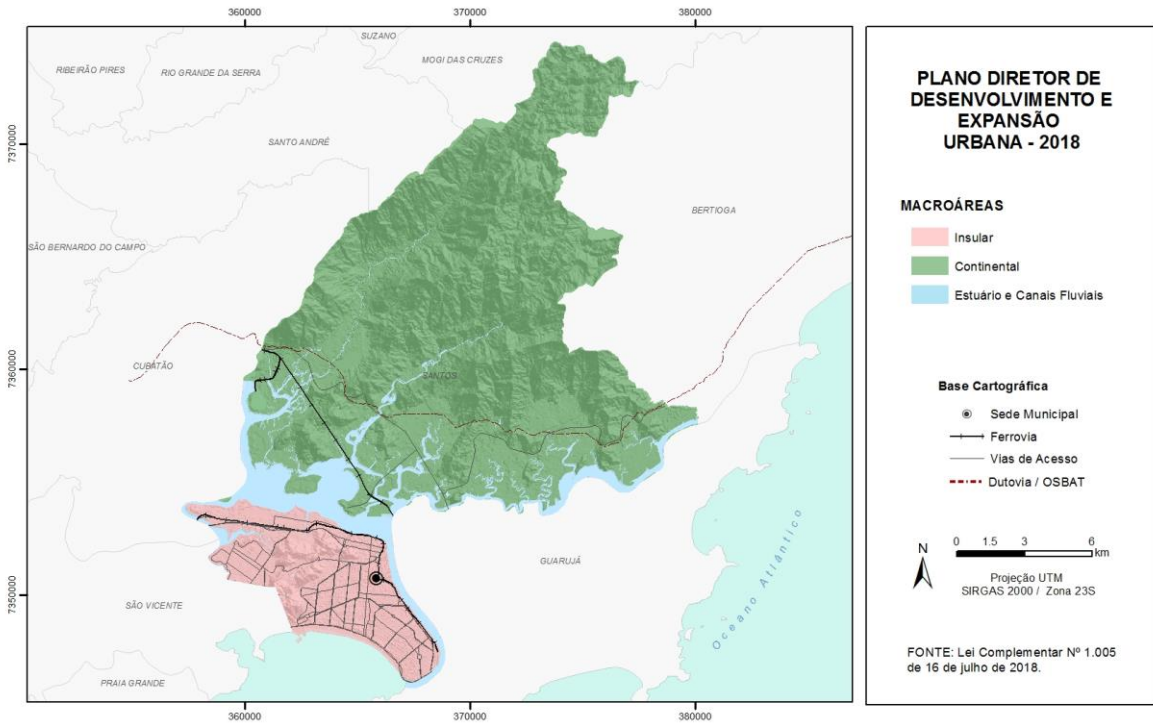
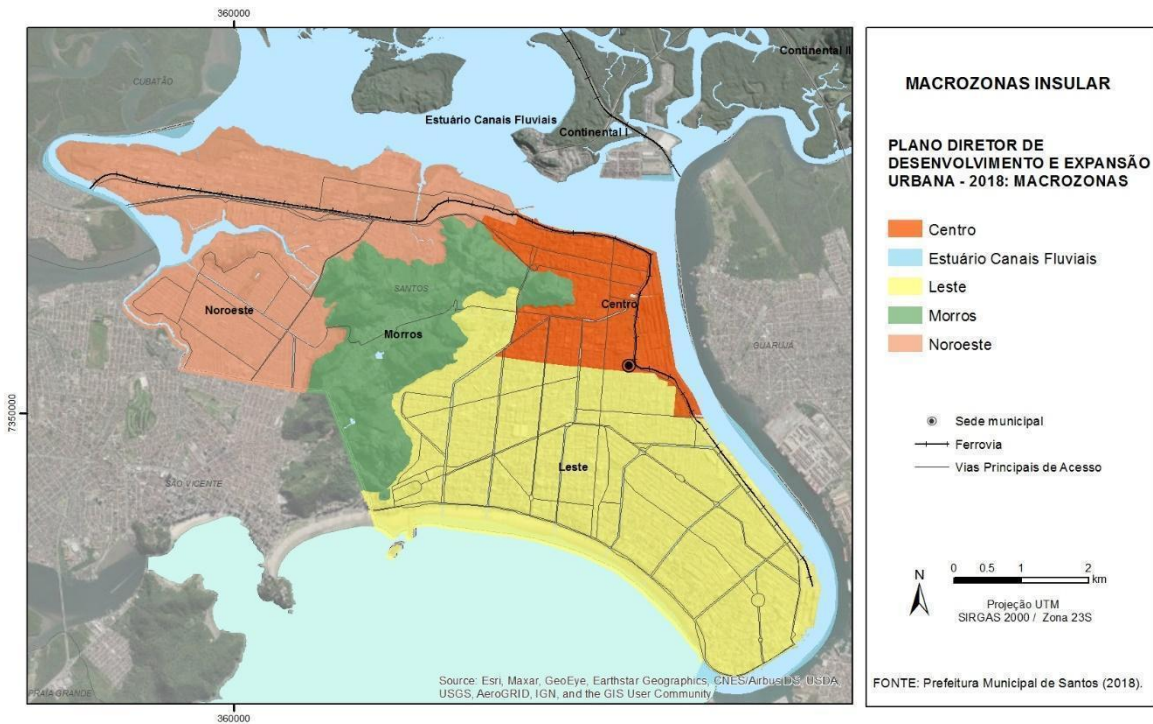


Figura 2.1. Macroáreas de Santos.



área de proteção

Figura 2.2. Macrozonas na Área Insular de Santos.

<b>OCUPAÇÃO DO SOLO (LUOS) X MUDANÇAS CLIMÁTICAS</b>		
<p><b>Leis Complementares LC N° 1006/2018</b> - Disciplina o ordenamento do uso e da ocupação do solo na Área Insular do município de Santos e dá outras providências.</p> <p><b>LC 729/2011</b> - Disciplina o ordenamento do uso e da ocupação do solo na Área Continental do Município, dá nova disciplina à Área de Proteção Ambiental - APA e dá outras providências.</p>	<p>A Taxa de Permeabilidade está prevista no Art. 50 da Lei Complementar 1006/2018, prevendo que <u>as novas edificações e reformas com ampliação acima de 50% da área construída deverão, obrigatoriamente, possuir taxa de permeabilidade de ao menos 15% da área do lote, exceto nas Zonas dos Morros I, II e III, em que deverão possuir taxa de permeabilidade de ao menos 20% da área do lote.</u></p>	<p>O aspecto mais importante é a orientação do Plano Diretor de Santos e das Leis de Uso e Ocupação do Solo na definição de parâmetros urbanísticos pautados na prevenção dos impactos negativos patrimoniais e sociais em áreas de risco geotécnico, item que suscita que na revisão das leis de uso e ocupação do solo municipal (Leis Complementares nº 729/2011 e 1006/2018) sejam considerados os Mapas de Suscetibilidades, Cartas Geotécnicas e o Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR), para a definição das restrições ao uso e ocupação do solo, bem como as áreas críticas em relação à vulnerabilidade a riscos climáticos que serão identificadas no PMMCS.</p> <p>Com o Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental (IRCVS), foram identificadas áreas críticas a serem objeto de medidas de adaptação climática, em função dos impactos climáticos tendenciais e prognosticados.</p>
	<p>A LUOS prevê benefícios para edifícios verdes, definidos como: edifícios projetados com abordagem bioclimática, adoção de tecnologias e uso de material ecológico, uso racional da água, melhoria da eficiência energética e preservação ambiental. Prevê também reservatório de retenção de acumulação e/ou reuso: local destinado a armazenar água proveniente da chuva para uso com fins não potáveis; reservatório de retenção e/ou retardo: local destinado a armazenar água proveniente da chuva com posterior descarga na rede pública de águas pluviais; e exigências para atendimento à legislação para edifícios verdes e inteligentes (artigo 147 da LUOS - Lei 1006/2018)</p>	

<b>III. CÓDIGO DE EDIFICAÇÕES - LEI</b>	Art. 20. Todo projeto arquitetônico situado em qualquer área dos	O Código de Edificações poderá receber recomendações adicionais de adaptação das
---	--	--

<b>COMPLEMENTAR Nº 1025, DE 16 DE JANEIRO DE 2019</b>	morros deverá ser submetido à manifestação dos órgãos municipais competentes e poderão ser solicitados os seguintes documentos, acompanhados da respectiva ART ou RRT.	construções a serem definidas no Plano de Ação Climática, em especial quanto à localização de obras em relação a áreas com vulnerabilidade a riscos climáticos e às orientações para o eventual ajuste das normas edilícias.
	Art. 82. Toda edificação deve dispor de instalações de águas pluviais adequadas e satisfatórias, captadas dentro do lote e canalizadas para as sarjetas por meio de calhas e condutores sob o passeio.	
	Art. 94. A execução das fundações profundas deverá atender às seguintes exigências: I - não será permitida a cravação por percussão em toda a camada superior de areia, que deverá ser ultrapassada através de pré-furação para atenuar os efeitos da cravação.	

#### Mapas Ilustrativos - Lei de Uso e Ocupação do Solo

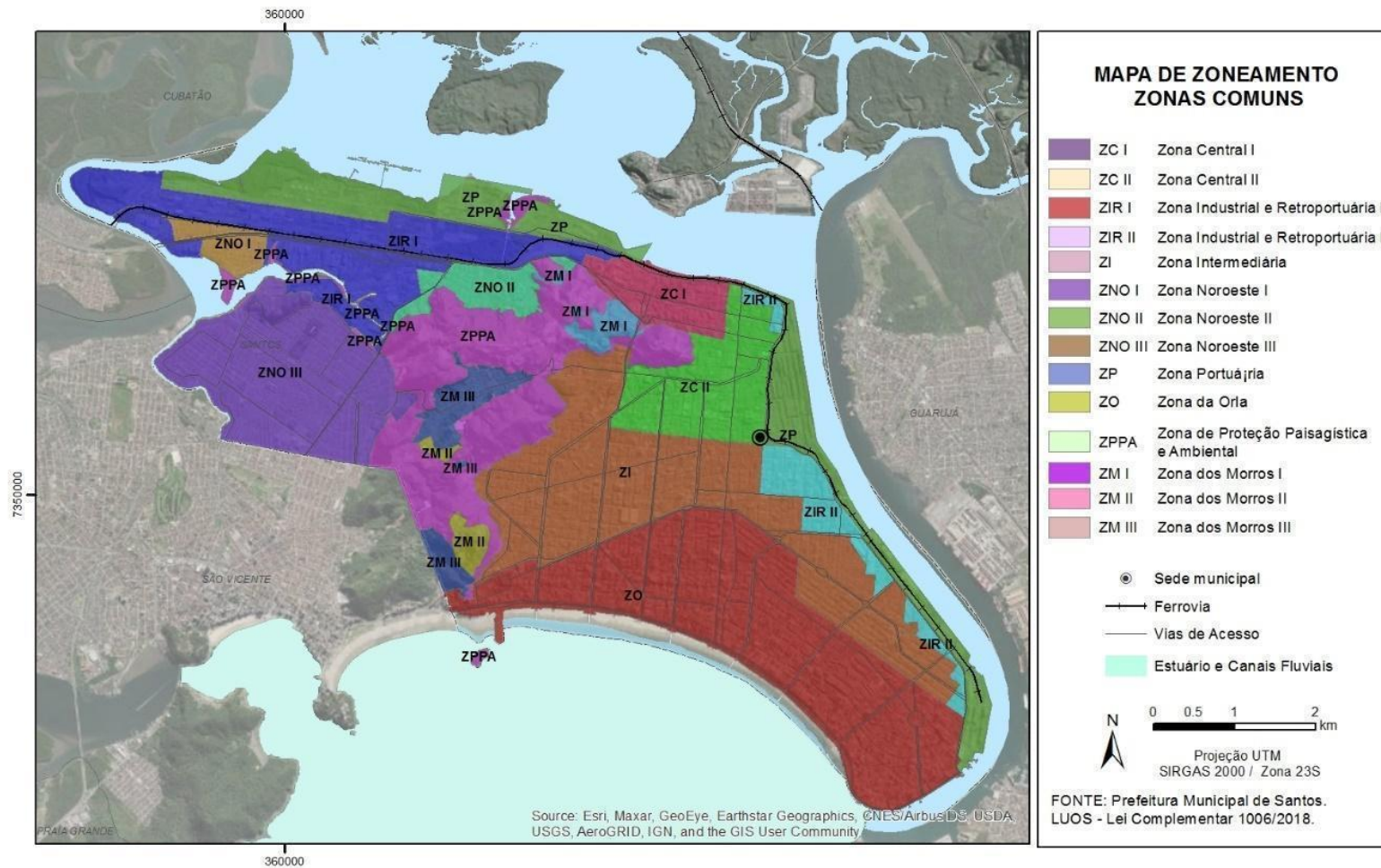
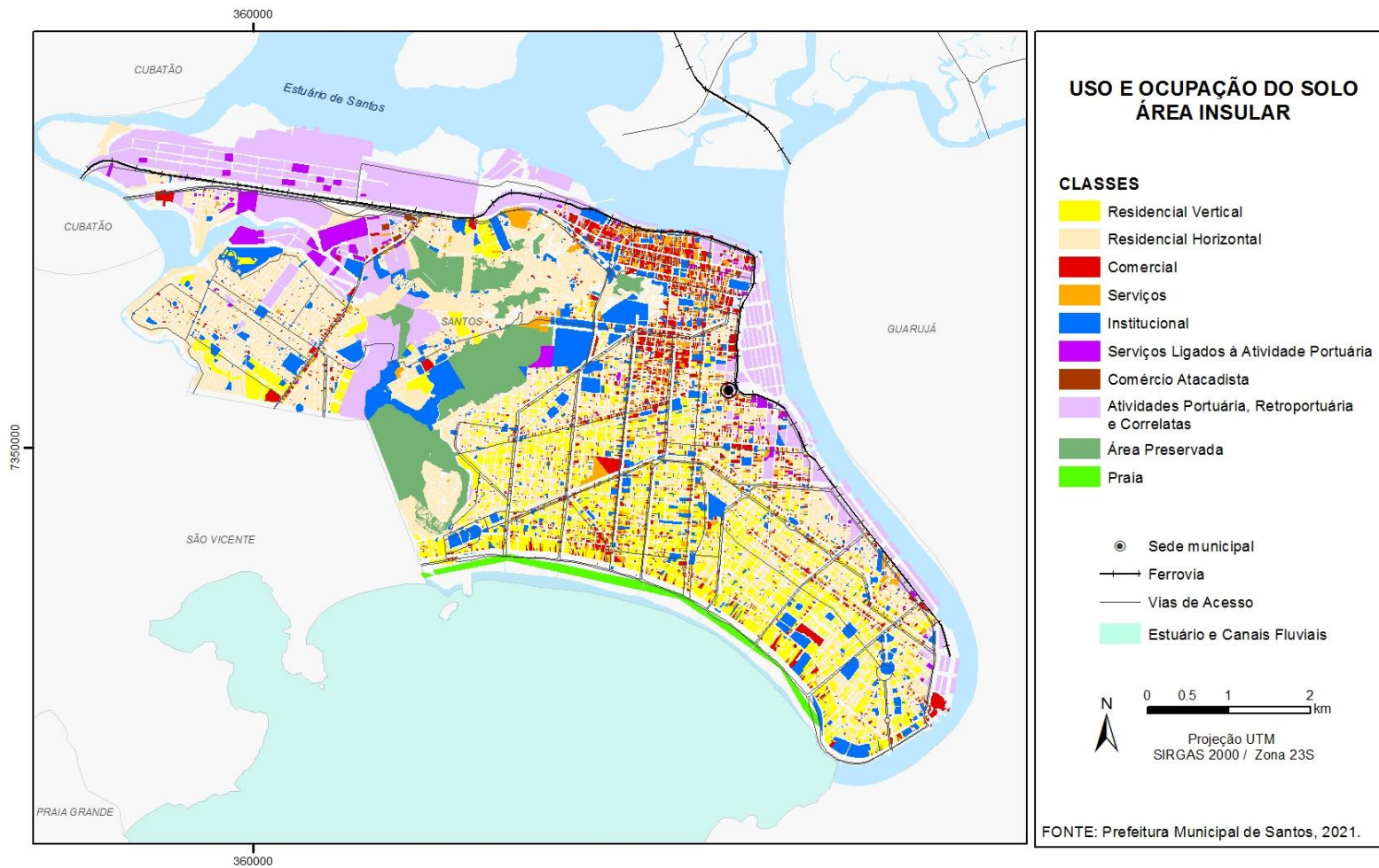


Figura 2.3. Zoneamento da Área Insular de Santos.



**Figura 2.4. Uso e Ocupação do Solo da Área Insular de Santos.**

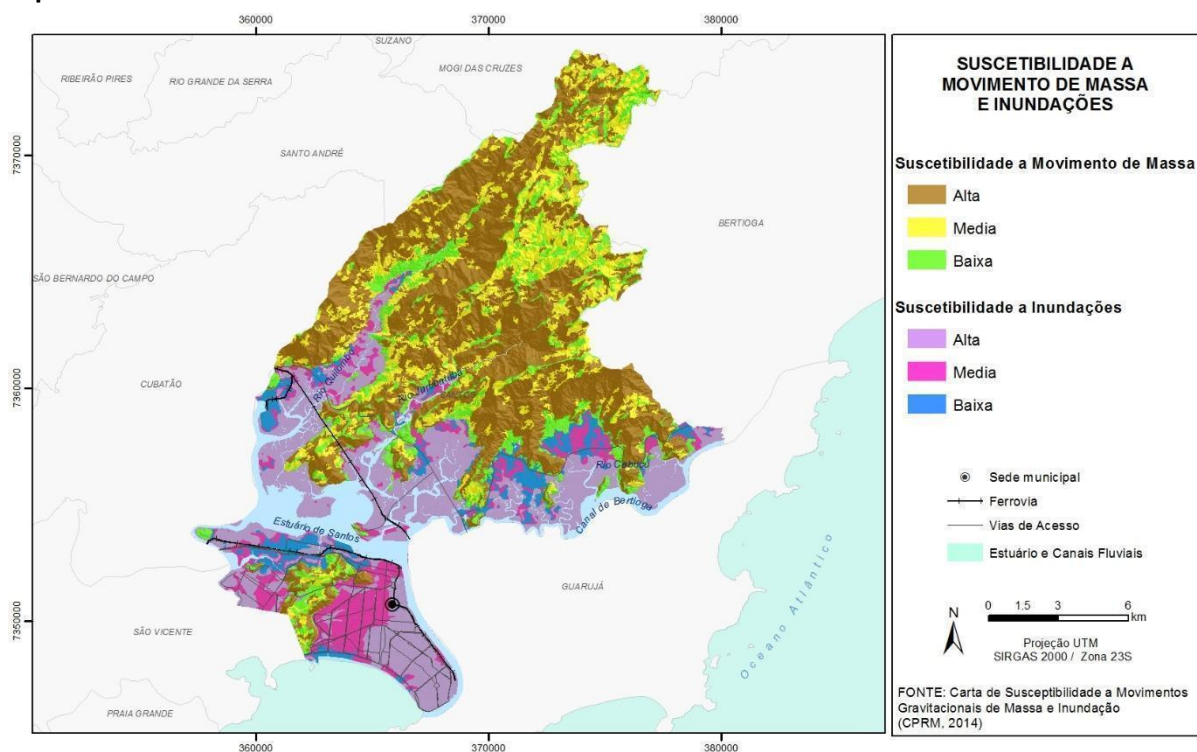
IV. POLÍTICAS E INSTRUMENTOS DE MEIO AMBIENTE	Pontos Fortes	Recomendações
<p>LICENCIAMENTO AMBIENTAL MUNICIPAL Lei Complementar nº 729, de 11 de julho de 2011, que disciplina o uso e a ocupação do solo na área continental do município de Santos</p>	<p>Art. 45. Para a implantação de empreendimento ou atividade, poderão ser exigidos os seguintes estudos ambientais para exame técnico: relatório ambiental preliminar, relatório ambiental, relatório de controle ambiental, relatório de impacto ambiental, estudo de impacto ambiental, diagnóstico ambiental, plano de controle ambiental, plano de recuperação de área degradada, plano de manejo, plano de gerenciamento, plano integrado de emergência ou análise preliminar de risco.</p>	<p>As interferências e impactos ao clima decorrentes da geração de GEE no município e as respectivas medidas mitigadoras e compensatórias são examinados no contexto dos estudos ambientais listados no artigo 45 da Lei Complementar Nº 729, de 11 de julho de 2011.</p> <p>As medidas de adaptação aplicadas a empreendimentos públicos e privados, quando definidas no Plano de Ação Climática de Santos, poderão ser requeridas no âmbito do Licenciamento Ambiental.</p>
<p>PROGRAMA MUNICIPAL DE EDUCAÇÃO AMBIENTAL (ProMEA) de SANTOS (2020) <i>Instrumento de gestão democrática participativa e integrada para a institucionalização da Educação Ambiental na cidade, objetivando debater a atual crise civilizatória, com a participação ativa e a mobilização da população em torno de iniciativas que partam do local para o global, identificando novas ações para se repensar e planejar o futuro em direção à sustentabilidade, considerando as dimensões ambiental, social, econômica e política.</i></p>	<p>Estratégias:</p> <ol style="list-style-type: none"> <li>1. Promover cursos sobre serviços baseados em natureza, em parceria com a Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima.</li> <li>2. Resgate do histórico dos acidentes ambientais da Baixada Santista;</li> <li>3. Realização de oficina/workshop para capacitação dos educadores ambientais para a redução de riscos e desastres naturais.</li> </ol>	<p>As ações estratégicas planejadas indicam as pontes já estabelecidas entre o ProMEA e o Plano de Ação Climática e não esgotam o potencial para outras ações integradas.</p>



V.POLÍTICA MUNICIPAL DE PROTEÇÃO E DEFESA CIVIL E PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS (PMRR)	Pontos Fortes	Recomendações
	<p><i>No artigo 152 do Plano Diretor, está a Política Municipal de Proteção e Defesa Civil, que prevê:</i></p> <p><i>“a implantação do Plano Municipal de Proteção e Defesa Civil abrange ações de prevenção, mitigação, preparação, resposta e recuperação e deverá integrar-se às políticas de ordenamento territorial, desenvolvimento urbano, meio ambiente, saúde, recursos hídricos, mudanças climáticas, educação, ciência e tecnologia e demais políticas setoriais, com o objetivo de reduzir os riscos naturais e antrópicos, promover a segurança da comunidade e minimizar os danos decorrentes de eventos adversos visando ao desenvolvimento sustentável.”.</i></p>	<p>Gestão dos riscos baseada em Monitoramento Meteorológico, Mapas de Suscetibilidades, Cartas Geotécnicas e Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR), dentre outros, que visam garantir a redução dos riscos de desastres em todo o território municipal, a minimização dos impactos adversos decorrentes de atividades humanas e dos processos naturais e constituem estratégia de formação de uma sociedade resiliente.</p> <p>Em linha com o PACS.</p> <p>Reforçar o Monitoramento Meteorológico e a aplicação das orientações dos Mapas de Suscetibilidades, Cartas Geotécnicas e do Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR), que são subsídios importantes para o PMMCS, dialogam diretamente com a definição de um índice de risco climático, estão em desenvolvimento na sua atualização e deverão articular-se ao PACS.</p>
<p><b>CARTA DE SUSCETIBILIDADE A MOVIMENTOS GRAVITACIONAIS E INUNDAÇÕES (MARÇO DE 2014)</b></p>	<p>A Carta foi elaborada pelo Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) e pelo Serviço Geológico do Brasil (CPRM) no âmbito do Programa de Gestão de Riscos e Resposta a Desastres Naturais, incluído no Plano Plurianual 2012-2015 do Ministério do Planejamento, Orçamento e Gestão.</p>	<p>É um documento cartográfico que subsidia as ações do PMRR e a formulação do Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental (IRCVS) de Santos.</p>
<p><b>PLANO MUNICIPAL DE REDUÇÃO DE RISCOS (PMRR) DO MUNICÍPIO DE SANTOS, SP</b></p>	<p>A identificação das áreas de risco no âmbito do PMRR foi atualizada pelo IPT, em 2020. Para tal, foi realizado o mapeamento de áreas de risco (antigas e novas), além da concepção de intervenções estruturais para os setores de risco alto e muito alto; estimativa de recursos financeiros e reavaliação da proposta de ações não estruturais; e fornecimento de subsídios para a elaboração de um Centro de Gerenciamento de Riscos Municipal. Os dados obtidos estão organizados e sistematizados por meio de mapas, plantas e documentação fotográfica, inseridos no Sistema de Informações Geográficas (SIG Santos) da Prefeitura de Santos.</p>	<p>O PMRR é fundamental para se articular ao PACS e na formulação do Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental (IRCVS) de Santos.</p> <p>As intervenções propostas no PMRR contemplam basicamente oito tipos de ações: limpeza, proteção superficial, drenagem, alterações de geometria, contenções, obras de infraestrutura, reparos e realocação de moradias.</p>

<p><b>PLANO MUNICIPAL DE CONTINGÊNCIA PARA RESSACAS E INUNDAÇÕES (PMCRI) - Decreto nº 7.804, de 06 de julho de 2017</b></p>	<p>O Plano Municipal de Contingência para Ressacas e Inundações (PMCRI) será operado segundo critérios técnicos previstos pela Coordenadoria Estadual da Defesa Civil (CEDEC), com base na legislação estadual, por meio de monitoramento de previsão meteorológica, acompanhamento de índices e de análise das condições meteorológicas, visando ações preventivas por meio de alertas à população, bem como remoção e abrigo de pessoas que se encontrem ameaçadas pelos eventos meteorológicos (Art. 2º).</p>	<p>O PLANO MUNICIPAL DE CONTINGÊNCIA PARA RESSACAS E INUNDAÇÕES (PMCRI) é fundamental para a formulação do Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental (IRCVS) de Santos. A estrutura de gestão é vital para a implantação de ações preventivas e de defesa civil para Santos, inclusive para a implementação do PACS.</p> <p>Recomenda-se o fortalecimento da estrutura existente de Defesa Civil para que ela possa operar como braço executivo do PACS.</p>
---	--	---

### Mapas Ilustrativos - Gestão de Riscos



**Figura 2.5. Carta de Suscetibilidade a Movimentos Gravitacionais e Inundações do município de Santos.**

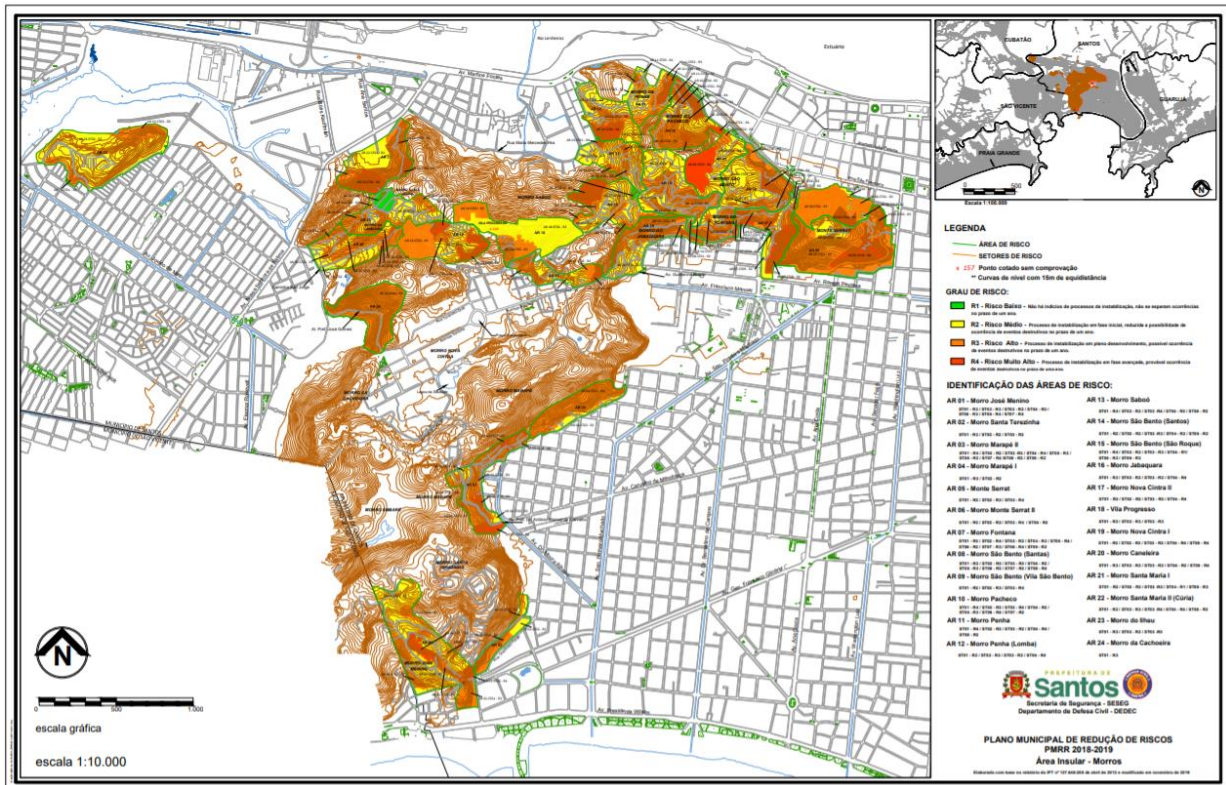


Figura 2.6. Mapa de identificação de Áreas de Risco 2018-2019. Fonte: PMRR (2018).

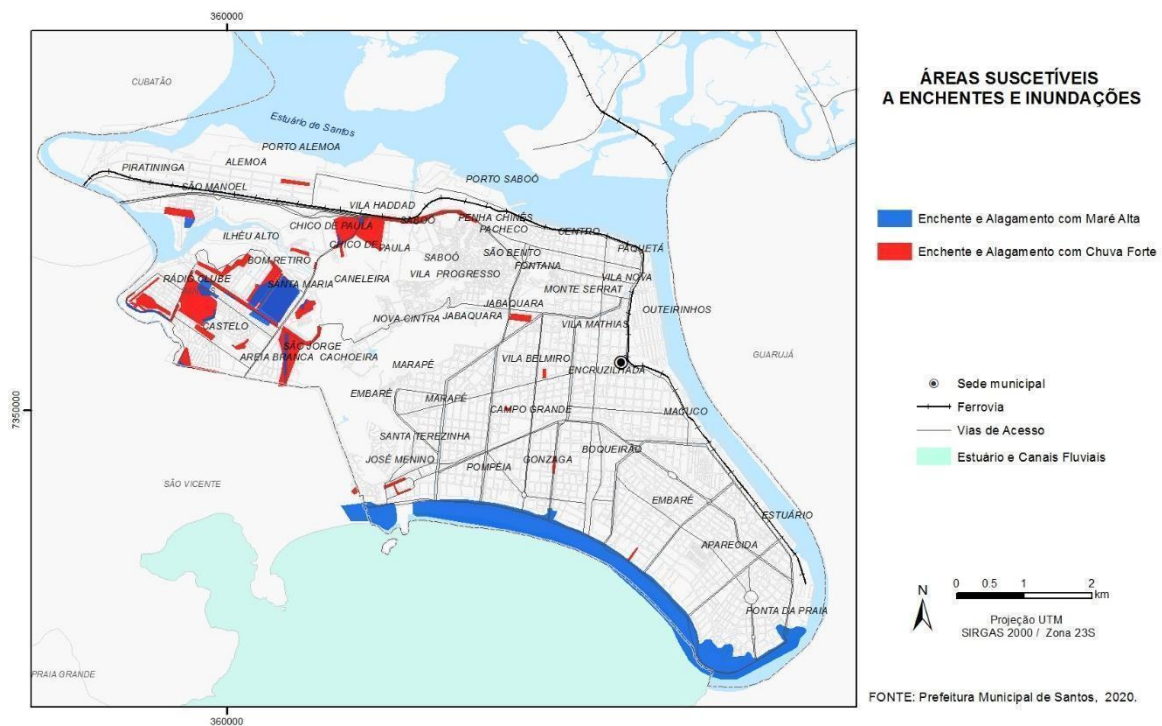


Figura 2.7. Áreas Suscetíveis a Enchentes e Inundações - Zona Noroeste. Fonte: Plano Municipal de Contingência Para Ressacas e Inundações (PMCRI, 2017).

<b>VI. Plano Municipal de Mobilidade</b>	<b>Pontos Fortes</b>	<b>Recomendações</b>
<b>Lei Complementar Nº 1087, de 30 de dezembro de 2019</b>	Orientar o planejamento urbano do Município de Santos no que se refere ao Sistema de Mobilidade e Acessibilidade Urbanas; Objetivo: implantar a mobilidade sustentável, reconhecendo a interdependência entre os transportes, a saúde, o ambiente e o direito à cidade.	Do ponto de vista de Ação Climática, o Plano de Mobilidade Urbana (PlanMob) ainda não inclui orientações para que os modos de transporte utilizados no município reduzam as emissões de poluentes e gases de efeito estufa, mediante a substituição do uso de combustíveis fósseis. Sendo o sistema de transporte um dos setores importantes em termos de geração de GEE, recomenda-se a inserção de diretrizes para a redução de emissões no sistema municipal de transportes, em particular na frota de ônibus, quando da revisão do Plano.

<b>VII. PLANO MUNICIPAL DE HABITAÇÃO - 2009</b>	<b>Pontos Fortes</b>	<b>Recomendações</b>
	O Plano Municipal de Habitação de Santos é a síntese do Planejamento Habitacional no âmbito local e trata de Habitação de Interesse Social (HIS; entre 30 até 50 m <sup>2</sup> ) e da Habitação de Mercado Popular (HMP; de 50 a 70 m <sup>2</sup> ). <u>O horizonte temporal do Plano é para 2020.</u>	Segundo o Plano Municipal de Habitação (2009), a organização territorial de Santos apresenta nítidos contornos socioeconômicos, com a divisão clara da cidade por renda. Nesta divisão, destaca-se a Zona Noroeste, a Zona dos Morros e o centro da cidade enquanto lugares de concentração da população de baixa renda. A região da orla, por outro lado, apresenta grande concentração da população com renda superior a 10 salários mínimos. As favelas ocorrem sobre mangues e em terrenos invadidos na zona noroeste e na zona dos morros, e os cortiços foram implantados em sobrados antigos no centro, região de alta concentração de serviços e empregos do setor terciário e com boa infraestrutura urbana. Com base nos dados do IBGE (2000), a Fundação João Pinheiro (FJP) levantou a necessidade de 12.115 novas moradias para o município de Santos (aproximadamente 48.460 habitantes). Este número deve estar defasado, uma vez que existem dados baseados no Censo de 2010 e praticamente mais uma década a ser avaliada na revisão do Plano de Habitação em 2021. O IBGE (2000) identificou 16.995 domicílios vagos em Santos, número que excede a necessidade de novos domicílios, segundo a FJP. O Plano de Habitação (2009) prevê a regularização de 11.715 unidades e a remoção de 5.547, atingindo 17.262 famílias. Considerando a projeção populacional da SEADE (2009), estima-se que o número deveria subir para 17.884 unidades em 2020. Estes números dão uma referência para a população vulnerável do ponto de vista social e

		servem de referência para a vulnerabilidade ambiental, para efeito de identificação de áreas críticas do ponto de vista de vulnerabilidade a impactos climáticos.
<b>Regularização Fundiária, Lei Complementar Nº 778, de 31 de agosto de 2012</b>	O Programa de Regularização Fundiária tem como objeto de intervenção os assentamentos precários de baixa renda, os assentamentos informais de baixa renda e os conjuntos habitacionais produzidos pelo poder público, visando assegurar a permanência da população nas áreas onde residem por meio da regularização jurídica da posse ou da propriedade e de sua legalização fundiária (titulação).	O Programa de Regularização Fundiária deverá estar em sintonia com as áreas críticas de risco a serem identificadas no âmbito do Plano de Ação Climática e já identificadas no PMRR, visando evitar regularizações em locais sujeitos a riscos geotécnicos e a impactos climáticos baseados nos eventos prognosticados no PACS..

#### Políticas Estaduais Incidentes no Município - Lente Climática

VIII. Políticas Estaduais para a RMBS	Pontos Fortes	Recomendações e Observações
<b>Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) Baixada Santista</b> Decreto Estadual nº 58.996, de 25 de março de 2013	O ZEE estabelece normas de uso e ocupação do solo e de manejo de recursos naturais a serem observados na legislação urbanística e na legislação ambiental municipal.	O ZEE apresenta orientações que devem ser recepcionadas pelo Plano Diretor e Leis de Uso e Ocupação do Solo, mas não apresenta interferência direta com o PACS. O ZEE está diretamente relacionado ao PMMA em relação ao manejo e proteção da Mata Atlântica.
<b>Plano de Desenvolvimento Urbano Integrado da Baixada Santista (PDUI-BS)</b>	O Projeto de lei do PDUI foi aprovado pelo Conselho de Desenvolvimento da Baixada Santista em 14/11/2017, mas ainda não foi encaminhado para a Assembleia Legislativa estadual. Essa responsabilidade é da Secretaria de Desenvolvimento Regional do Estado, que recebeu as funções da EMPLASA, extinta em 2019.	As diretrizes gerais para o alinhamento das políticas dos municípios para o ordenamento territorial da Região Metropolitana da Baixada Santista estão contidas no Macrozoneamento indicado no inciso II do artigo 3º do PL. O PDUI-BS é composto por: I. Plano Metropolitano de Desenvolvimento Estratégico da Baixada Santista (PMDE-BS), aprovado por deliberação do CONDESB nº 019, de 29 de junho de 2017; II. Macrozoneamento, correspondente ao Zoneamento Ecológico e Econômico, definido no Decreto nº 58.996, de 25 de março de 2013.
		O projeto de lei não inclui a questão das

		<p>mudanças climáticas entre as funções comuns metropolitanas, mas o PL prevê o estabelecimento de Áreas Estratégicas de Interesse Metropolitano, definindo, em detalhe, trechos específicos do território metropolitano de maneira a organizar e articular, concomitantemente, as ações interfederativas e intersetoriais para reduzir os desequilíbrios sociais, econômicos e ambientais e promover as funções públicas de interesse comum.</p> <p>No contexto do planejamento metropolitano da RMBS, há a possibilidade de realização de um inventário de emissões de Gases de Efeito Estufa na RMBS e um plano de mitigação às mudanças climáticas, a ser desenvolvido na escala metropolitana, uma vez que o PDUI estimula a integração das ações comuns de interesse metropolitano, de desenvolvimento urbano e habitação, saneamento e meio ambiente, mobilidade e logística, planejamento e desenvolvimento econômico e políticas sociais.</p>
--	--	--

O Zoneamento Ecológico Econômico (ZEE) definido para o município de Santos pode ser visto no mapa [a](#) seguir:

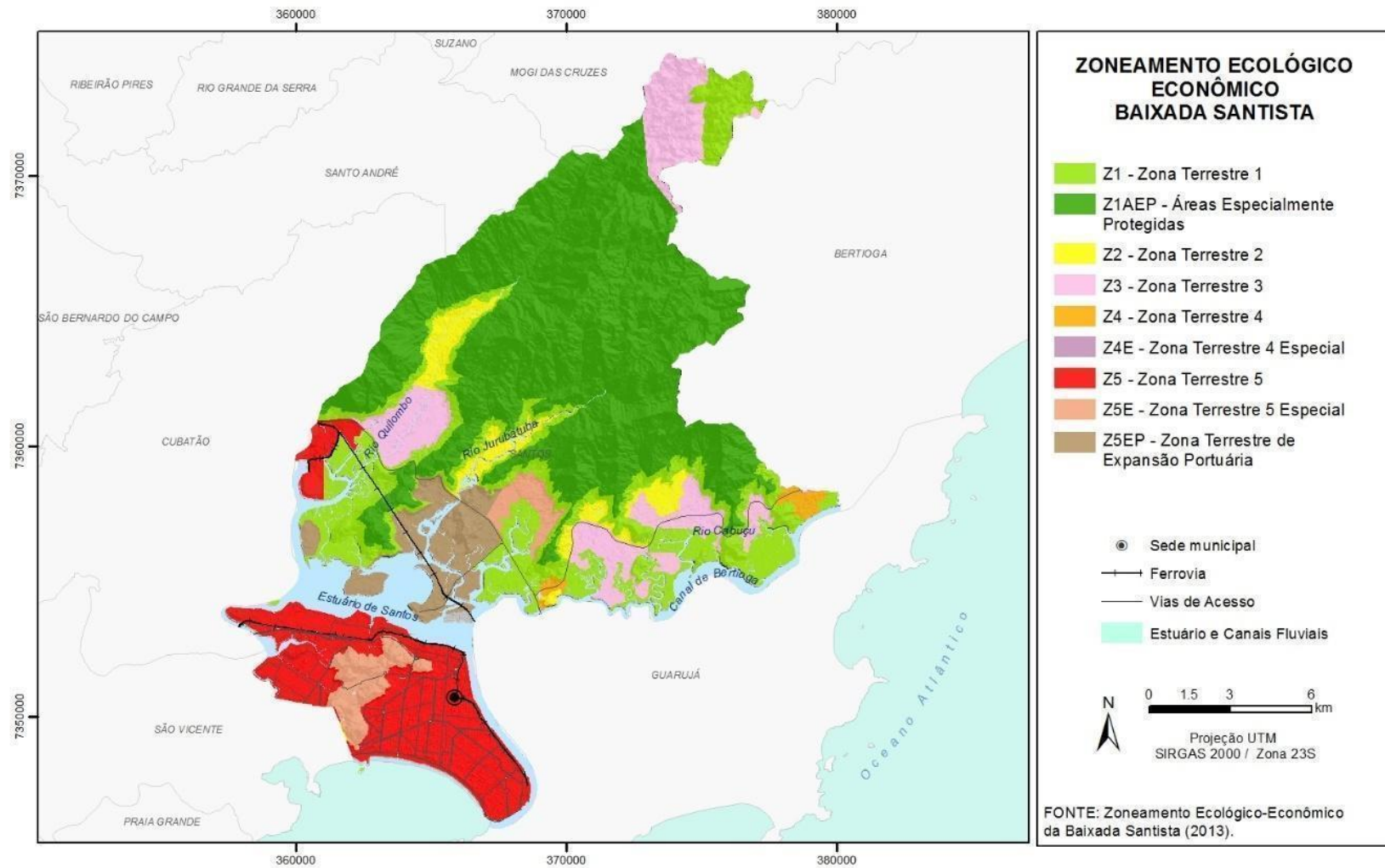


Figura 2.8. ZEE aplicado a Santos.

IX. Infraestruturas de Saneamento Básico e Plano de Bacia Hidrográfica 2016-2027	Pontos Fortes	Recomendações
<b>O planejamento dessas infraestruturas é realizado nos níveis Estadual e Metropolitano para a RMBS</b>	O Plano Diretor de Aproveitamento de Recursos Hídricos para a Macrometrópole Paulista projetou o crescimento da demanda por água, apresentou as alternativas para a expansão da oferta e propôs as medidas necessárias para garantir a sustentabilidade do abastecimento público e demais usos dos recursos hídricos na região até 2035.	De acordo com o balanço hídrico elaborado pela COBRAPE (2013), na Baixada Santista, a região de Santos, Cubatão e São Vicente apresentarão falhas não aceitáveis no abastecimento industrial, tanto no médio prazo (2018), como no longo prazo (2035). A partir dos balanços hídricos efetuados no Plano Regional Integrado de Saneamento Básico para a UGRHI 7 (2010), pelo Plano Diretor de Abastecimento de Água da Baixada Santista (PDAABS), conclui-se que as demandas de final de plano (2039) para o abastecimento de água na Região Centro da Baixada Santista, a demanda de 6.012 L/s será atendida pela oferta atual de 4.600 L/s mais o incremento de 1.500 L/s na ETA 3 Cubatão.
<b>Esgotamento Sanitário</b>	O Plano Integrado de Saneamento Básico levantou como prioritário o tratamento dos efluentes que são descartados pelos emissários marinhos, dada a exigência de que se instale o tratamento secundário no lugar das Estações de Pré Condicionamento de Esgoto (EPCs).	O sistema de disposição do esgotamento sanitário na Baixada Santista precisa adequar-se quanto às exigências da CETESB quanto ao tratamento secundário do esgoto despejado nos emissários marinhos, visto que as estações de pré condicionamento atuais não são consideradas como tratamento do esgoto. De acordo com a metodologia da CETESB, a eficiência média das ETEs da Baixada Santista está muito aquém do esperado, em 16% (esgoto tratado em relação ao gerado).  Para os municípios de Santos e São Vicente, foram acatadas as alternativas propostas no “Estudo de Concepção para Adequação do Tratamento dos Esgotos dos Municípios de Santos e São Vicente (ECES)”, produzido pela SABESP. <i>O relatório definiu como melhor alternativa a execução de um sistema de tratamento anaeróbio com reator do tipo UASB, seguido de um sistema aerado do tipo lodos ativados.</i>
<b>Drenagem Urbana</b>	No planejamento da drenagem urbana é importante a articulação com os planos diretores municipais, especialmente nas questões de uso e ocupação do solo, buscando evitar a ocupação de áreas frágeis perante à inundação ou aos riscos.	Em Santos e São Vicente, na área insular, a atuação integrada desses municípios já é recomendada no estudo contratado pelo Banco Mundial para apoiar a avaliação das propostas para a macrodrenagem, formuladas inicialmente no âmbito do Programa Santos Novos Tempos. Há importante conexão entre os sistemas de drenagem dos dois municípios, materializada



		<p>pelo canal que interliga a Avenida Monteiro Lobato/Minas Gerais (São Vicente) e Avenida Eleonor Roosevelt (Santos).</p> <p>O Plano recomendou que seja contratado, por meio do DAEE, um <i>estudo do comportamento hidráulico do sistema estuário de Santos, a partir de trabalho existente para verificar como a crescente impermeabilização afetaria e seria afetada pelos canais receptores das águas pluviais, principalmente nas condições de maré de sizígia.</i></p> <p>É igualmente importante o desenvolvimento de estudo para verificar quais seriam as vazões de restrição por trecho de cursos d'água ou pequenos canais de drenagem de interesse comum entre municípios.</p>
<b>Plano Diretor de Abastecimento de Água (PDAA) da Baixada Santista 2010-2030</b>	<p>Segundo o PDAA, a região não apresenta problemas de abastecimento, exceto o município de Guarujá, que se encontrava em situação crítica de abastecimento de água, tanto no verão (alta temporada), quanto no período de estiagem.</p>	<p>O maior problema relativo aos sistemas públicos de abastecimento de água refere-se ao fato de que devem atender, além de sua população fixa, à população flutuante, o que ocasiona ociosidade do sistema em parte do ano e insuficiência na alta temporada.</p> <p>Em épocas de alta temporada, esta população excede em quase 2,5 vezes a população residente. Estima-se que a diferença entre a população residente e a de pico é de aproximadamente 1,4 milhão de pessoas para toda a Baixada, desconsiderando ainda as pessoas que retornam aos seus domicílios de origem no mesmo dia.</p> <p>Para a Região Central, previa-se o aproveitamento total do Sistema Produtor Pilões e a expansão das instalações da ETA-3 Cubatão, passando de 3,8 m<sup>3</sup>/s para 4,81 m<sup>3</sup>/s, para o abastecimento da área insular de Santos e São Vicente. Vale salientar que o 1-1 HIDROPLAN possuía 2020 como horizonte de planejamento, sendo proposto no mesmo a ampliação da referida ETA para 5,6 m<sup>3</sup>/s.</p> <p>A produção ainda está restrita pela ausência de um sistema de adução compatível com a capacidade de tratamento existente, <u>o que torna o sistema de adução de água tratada o grande gargalo de produção.</u></p>
<b>Manejo de Resíduos Sólidos</b>	<p>O aterro particular Sítio das Neves, administrado pela empresa Terrestre Ambiental, iniciou suas atividades em dezembro de 2002 com uma vida útil estimada de 20 anos. Portanto, encerrará as atividades em 2022.</p>	<p>Redução da geração de resíduos, reciclagem e logística reversa. Aplicação das Leis Federal e Estadual de Resíduos Sólidos;</p> <p>Estudo de soluções para o tratamento final de resíduos adequados à redução de GEE.</p>
<b>Conclusão Geral Infraestruturas de Saneamento</b>	<p>Todas as infraestruturas de saneamento básico apresentam interfaces com as questões climáticas. Os prognósticos do Plano de Ação Climática de Santos poderão trazer novos elementos para o planejamento e a adaptação desses sistemas, seja em âmbito local ou metropolitano, por exemplo, para as questões de planejamento da demanda por</p>	

	<p>abastecimento de água face à possibilidade de escassez hídrica. A drenagem urbana é um elemento chave para o enfrentamento dos impactos das inundações nas áreas urbanas. Nesta breve análise do setor de saneamento para Santos e RMBS, não estava no radar destes trabalhos a consideração dos impactos decorrentes das mudanças climáticas e a vulnerabilidade dos sistemas já implantados. Neste sentido, o Projeto CETESB, financiado pelo FEHIDRO, para Capacitação Técnica dos Municípios da Baixada Santista para identificação de vulnerabilidades e proposição de medidas de adaptação para prevenção dos efeitos das mudanças climáticas sobre os recursos hídricos, representa uma iniciativa importante para disseminação da importância da previsão, análise da vulnerabilidade e antecipação de medidas de adaptação climática.</p>
--	---

X. PLANO DE DESENVOLVIMENTO E ZONEAMENTO DO PORTO DE SANTOS (PDZ) AUTORIDADE PORTUÁRIA DE SANTOS, 2020	Pontos Fortes	Recomendações
	<p>A atual gestão da Autoridade Portuária de Santos (<i>Santos Port Authority</i> (SPA)) pretende, com a formulação de seu Plano de Desenvolvimento e Zoneamento (PDZ): (i) compatibilizar as atividades portuárias com as políticas e diretrizes nacionais e regionais de desenvolvimento econômico, social, ambiental e urbano, (ii) garantir eficiência às operações portuárias e (iii) adequar a infraestrutura portuária à capacidade de suporte do ecossistema no qual o porto está inserido.</p>	<p>O PDZ não apresenta medidas voltadas às mudanças climáticas, seja em termos de mitigação de geração de GEE, ou da necessidade de sua respectiva adaptação a riscos e impactos climáticos futuros prognosticados para Santos. O Porto de Santos é uma infraestrutura de relevância nacional presente no município de Santos, que demanda iniciativas conjuntas com o governo municipal relacionadas à prevenção climática. Coloca-se a Autoridade Portuária de Santos como uma das parcerias fundamentais para a implementação do Plano de Ação Climática de Santos.</p>

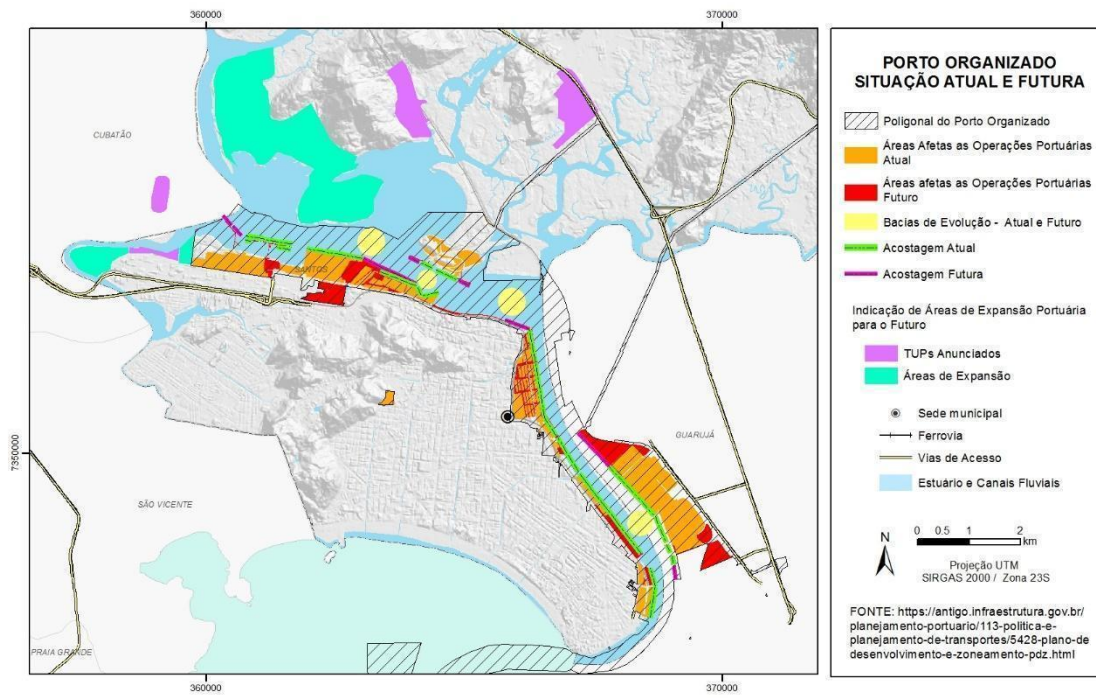


Figura 2.9. Porto Organizado.

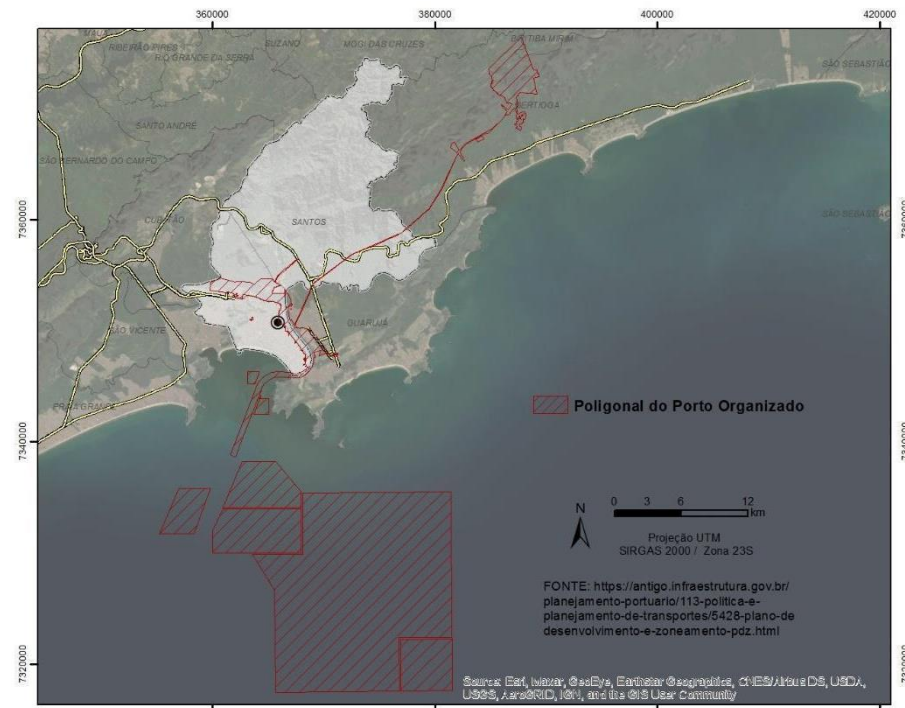


Figura 2.10. Poligonal do Porto Organizado.

### 3. O CLIMA EM SANTOS: HISTÓRIA, HOJE E NO FUTURO

#### 3.1 HISTÓRICO

A análise do processo de mudanças climáticas no município de Santos e nos demais municípios litorâneos é mais perceptível, dado que afetam mais os ciclos naturais a que esses municípios encontram-se suscetíveis.

Os registros históricos que mostram algum tipo de ciclo climatológico são os de precipitação pluviométrica, que permitem constatar um padrão de eventos cíclicos de criticidade em torno de 30 anos: 1928, 1956, 1978/79, 2000 e 2011, sendo que há uma tendência de encurtamento desses ciclos, a ser confirmada por futuro monitoramento.

Para a elaboração inicial do PMMCS (2016), a construção desse conhecimento anterior foi aferida por meio de dados indiretos obtidos em jornais e outros periódicos, arquivos públicos, registros fotográficos e similares - onde muitas vezes não existem dados e estatísticas. Mesmo assim, ao analisar o impacto e tamanho das consequências pós-eventos climáticos extraordinários, sejam elas mortes, pessoas desabrigadas, destruição de equipamentos e infraestrutura urbana, além de outros prejuízos materiais e econômicos, pode-se concluir qual foi a intensidade do evento<sup>18</sup>.

Atualmente, os registros de elevação do nível do mar, obtidos a partir de marégrafos e eventos consequentes das ondas sinóticas que atingem a região, principalmente ressacas, têm proporcionado percepção temporal mais objetiva dos efeitos das mudanças climáticas na região.

### **Séculos XVI e XVII**

A história do país se confunde com a da cidade e a região de Santos e São Vicente encontra-se entre uma das mais antigas do Brasil. Alguns fenômenos meteorológicos foram eventos históricos marcantes, remontando a acontecimentos dos séculos XVI e XVII.

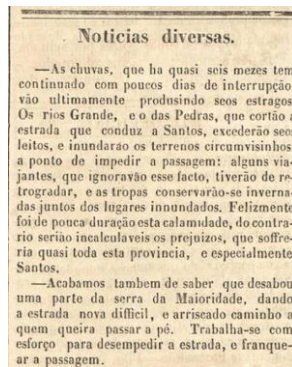
Em 1541, a então Vila de São Vicente sofreria com uma invasão do mar. Uma grande onda destruiu a maior parte das edificações, deixando submersa a Igreja Matriz e o Pelourinho. A vila, que tinha pouco menos de uma década de fundação (1532), viu-se obrigada a afastar seu núcleo inicial da beira do mar.

No século seguinte, em 1614, piratas holandeses foram soterrados por um desmoronamento de pedras que rolaram do Monte Serrat abaixo, enquanto a população das vilas de Santos e São Vicente refugiou-se no topo. Muitas vezes pouco relatadas, esta e outras ocorrências são atribuídas a fortes chuvas que precederam tais deslizamentos.

Uma notícia publicada em 1853 no jornal "O Compilador Paulistano" relatou que houve por muitos meses a ocorrência de chuvas com poucos dias de interrupção, provocando o transbordamento do Rio Grande e Rio das Pedras, que descem a Serra do Mar, sendo afluentes do Rio Pilões, em Cubatão. A estrada que levava a Santos era cortada pelos dois rios e teve sua passagem interrompida devido ao transbordamento. Ainda no mesmo diário, outra nota conta sobre o desabamento de trecho da Estrada da Maioridade, que à época se tratava da estrada nova - posterior à Calçada do Lorena, bloqueando por dias toda a comunicação entre o porto e o planalto, prejudicando os entrepostos comerciais e abastecimento da capital.

---

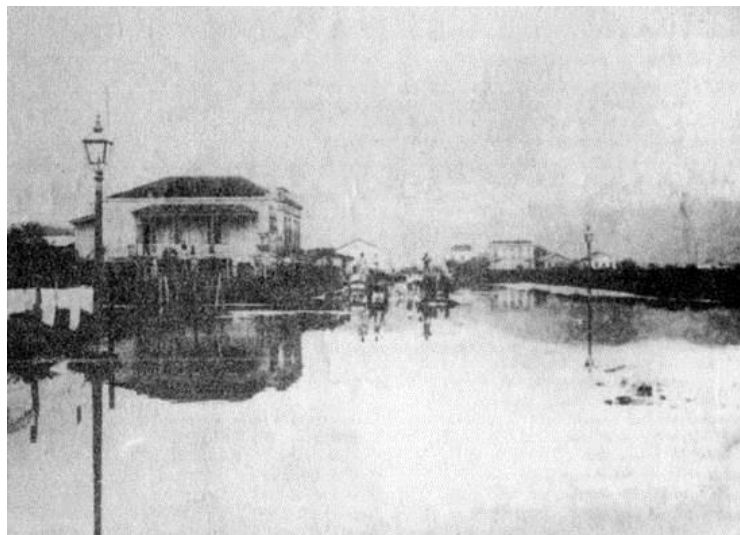
<sup>18</sup> GUTJAHR, M. R.; RABELLO, J. F. D.; GOMES, M. L. F. JESUS, M. H. S. "Estudos históricos de eventos climáticos extremos na Baixada Santista SP, Brasil". In: II Seminário Ibero-Americano de Geografia Física, 2010, Coimbra. Disponível em: <http://www.uc.pt/fluc/cegot/VISLAGF/actas/tema4/mirian>. Acesso em 14 nov. 2016.



**Figura 3.1.1. Recorte de texto publicado no jornal O Compilador Paulistano, 5 de março de 1853. Fonte: Site Novo Milênio<sup>19</sup>.**

### Século XX

Até a chegada do século XX, a cidade não ia além de uma porção de ruas do seu atual centro histórico, além das recentes Vila Mathias e Vila Macuco. Desse núcleo, partiam alguns caminhos até a Barra, que inicialmente era ocupada apenas por sítios e chácaras. Durante as chuvas ou alta da maré, o deslocamento entre estes extremos era complicado, pelo fato de diversas áreas se encontrarem pouco abaixo do nível do mar. Charcos, brejos e verdadeiras lagoas se formavam e demoravam a desaparecer. A contribuição da água das chuvas e das nascentes dos morros enfrentava dificuldade de vazão para o mar.



**Figura 3.1.2. Rua Lucas Fortunato, sensivelmente inundada, em 1905. Foto publicada no livro "São Paulo e Outras Cidades - Produção Social e Degradação dos Espaços Urbanos", de Nestor Goulart Reis Filho, São Paulo/SP, 1995. Fonte: Site Novo Milênio<sup>20</sup>.**

A consequência óbvia era um povoado insalubre, acometido por diversas epidemias - um caso grave de saúde pública chegou a dizimar grande parte da população. Foram estimados 22.500 óbitos entre 1890 e 1900, muitos ocasionados por estas doenças. Um trabalho incessante e pouco divulgado foi o das campanhas sanitárias na cidade, que combateram os anos mais terríveis dessas mazelas com

<sup>19</sup> Disponível em: <http://www.novomilenio.inf.br/santos/h0218e1.htm>. Acesso em 24 nov. 2016.

<sup>20</sup> Disponível em: <http://www.novomilenio.inf.br/santos/fotos111.htm>. Acesso em 27 nov. 2016.

poucos recursos e muita resistência dos moradores aos inspetores sanitários. O ano de 1892 foi o mais crítico, contabilizando 4.170 óbitos.

O esforço da comissão sanitária reduziu consideravelmente os números de vítimas, além de realizar diversas contribuições, como a consolidação de um Código de Posturas, publicado em 1896. A decorrência das endemias ia desde os problemas de drenagem - grandes focos de proliferação de mosquitos, passando pela insalubridade das residências até os tripulantes de navio enfermos que ali aportavam.

Quando o porto se consolida, as estruturas de trapiches seriam substituídas pelo cais, mais adequado à atividade portuária. Contemporânea a esta mudança, a solução de escoamento do café paulista se daria pela ferrovia Santos - Jundiaí, vencendo a Serra do Mar e ligando o porto ao interior. Trabalhando no Governo do Estado, o santista Vicente de Carvalho defendia como impreterível o saneamento de Santos, caso contrário, os focos de infecções e epidemias estariam fora do controle.

A pressão social e econômica foi significativa para conquistar as obras de infraestrutura mais emblemáticas do município, a rede de saneamento e canais de drenagem, que têm na figura do engenheiro Saturnino de Brito o seu principal idealizador. Sua população passa de 10.000 habitantes em 1876, no obscuro tempo das mazelas do século XIX, para incríveis 100.000 em 1919<sup>21</sup>.

A ocupação da Barra vai ganhando sua vocação turística - de veraneio para as ricas famílias que ainda residiam no Centro. Em pouco tempo, toda a área litorânea à praia é tomada pelos casarões e também pelos hotéis e balneários. O porto viria a se tornar o maior do país e da América Latina. Tudo graças ao café - chegando a representar 50% do PIB nacional, como produto exportado. A cidade consolida-se, desenvolvendo-se cultural e socialmente, e passa a se destacar no cenário nacional.

No final da década de 1920, diferentemente do incidente ocorrido no século XVII com os piratas holandeses, uma grande movimentação de terra no Monte Serrat provocaria efeitos drásticos. Alguns deslizamentos de proporções menores haviam ocorrido anos antes, sendo um relatado em 1898 e outro em 1920, ambos com prejuízos materiais, porém, sem vítimas. Este último alertou a administração da Santa Casa de Santos, que nesta época estava instalada no sopé do morro (próxima ao atual túnel Rubens Ferreira Martins). Foi providenciado um muro de dimensões arrojadas, contornando o edifício principal e alguns anexos do hospital.

---

<sup>21</sup> A Campanha Sanitária de Santos - Suas causas e seus efeitos (escrito em 1919 pelo dr. Guilherme Álvaro - edição do Serviço Sanitário do Estado de São Paulo/Casa Duprat). Versão digital disponível em <http://www.novomilenio.inf.br/santos/h0353.htm>. Acesso em 30 nov. 2016.



**Figura 3.1.3. Manchete do jornal A Tribuna, publicado em 13 de março de 1928 - que fora repetida por dias seguidos. Fonte: Site Novo Milênio<sup>22</sup>.**

As chuvas não deram trégua nos meses iniciais de 1928. Antes do que viria a ser a maior tragédia da cidade, o proprietário de empresa vizinha à Santa Casa solicitara à prefeitura uma vistoria na área, pois há dias eram observadas fendas no morro, com águas correndo, por conta das chuvas constantes.



**Figura 3.1.4. Escorregamento do Monte Serrat, em 10 de março de 1928 Fonte: IPT<sup>23</sup>.**

Em 10 de março de 1928, o deslizamento deixou mais de 100 mortos. Na véspera da catástrofe, foi feita a inspeção e concluída a necessidade de obras de contenção e inclusive a remoção dos residentes do sopé, que, infelizmente, não conseguiu ser realizada antes do incidente. Sem a muralha construída anos antes, a movimentação de terra teria chegado até a Av. São Francisco. O desmoronamento teve repercussão nacional e até fora do país, sendo denominado como “A Hecatombe”.

<sup>22</sup> <http://www.novomilenio.inf.br/santos/fotos016a.htm>. Acesso em 22 nov. 2016.

<sup>23</sup> Disponível em: [http://www.ipt.br/institucional/campanhas/16-voce\\_sabia\\_que\\_o\\_ipt\\_elaborou\\_a\\_primeira\\_carta\\_geotecnica\\_do\\_pais\\_.htm](http://www.ipt.br/institucional/campanhas/16-voce_sabia_que_o_ipt_elaborou_a_primeira_carta_geotecnica_do_pais_.htm). Acesso em 16 nov. 2016.



**Figura 3.1.5. Equipe de resgate realizou trabalho de remoção de escombros e procura por vítimas no sopé do morro do Marapé, em março de 1956. Fonte: Memória Santista<sup>24</sup>.**

Quase 30 anos após esta ocorrência, na mesma estação, em 1º de março de 1956, uma das mais severas chuvas castigou a cidade. Combinada com a alta da maré no final da tarde, a chuva rada resultou na dificuldade de escoamento das águas pluviais, causando inundações em toda a cidade. Diversas movimentações de terra simultâneas foram registradas nos morros, como no Monte Serrat, São Bento e, de maneira mais trágica, no morro Santa Therezinha e Marapé, onde cerca de 40 chalés ficaram soterrados em um deslizamento no sopé, deixando mais de 20 mortos<sup>25</sup>.

Nesse mesmo mês e ano (março, 1956), no dia 24, fortes chuvas inundaram os pontos baixos da cidade e transbordaram os canais. Alguns deslizamentos também ocorreram nos morros, como quedas de barreira em diversos pontos do Monte Serrat, inclusive atingindo as instalações da Companhia City, deixando a cidade sem luz e transporte público. A consequência mais trágica foi o desabamento do Morro dos Ingleses, próximo à subida do Morro da Nova Cintra, na Rua Carvalho de Mendonça, matando mais de 30 pessoas. Foram registrados, ainda, outros desabamentos nos morros de Santos e São Vicente. Estimou-se o soterramento parcial ou total de 100 residências, fazendo 43 vítimas, no dia 24 de março de 1956.

Num intervalo de aproximadamente 20 anos, uma chuva de grandes proporções acarretou o transbordamento da maior parte das vias e canais do município em 7 de março de 1978, causando alguns deslizamentos nos morros, que causaram diversas interdições de vias públicas e serviços. Dois dias depois, outra chuva provocou inundações. Nesse mesmo ano, em 15 de janeiro, já havia ocorrido uma chuva forte com enchentes. Apesar dos vultosos prejuízos - com algumas famílias desabrigadas e áreas isoladas. Os eventos não foram piores porque o período das chuvas coincidiu com a maré vazante, o que facilitou o escoamento das águas pluviais.

---

<sup>24</sup> Disponível em: [http://www.ipt.br/institucional/campanhas/16-voce\\_sabia\\_que\\_o\\_ipt\\_elaborou\\_a\\_primeira\\_carta\\_geotecnica\\_do\\_pais\\_.htm](http://www.ipt.br/institucional/campanhas/16-voce_sabia_que_o_ipt_elaborou_a_primeira_carta_geotecnica_do_pais_.htm). Acesso em 16 nov. 2016.

<sup>25</sup> Tempesta de devastadora provoca destruição e pânico em Santos. Matéria publicada no site Memória Santista. Disponível em: <http://memoriasantista.com.br/?p=1511>. Acesso em 11 nov. 2016.





**Figura 3.1.6. Confluência das ruas João Otávio e General Câmara, tendo em destaque uma das estações elevatórias e o restaurante Chave de Ouro, nos dias seguintes às chuvas, em março de 1978. Fonte: Site Novo Milênio<sup>26</sup>.**

### **Carta Geotécnica - 1978**

Após os episódios de 1978, a convite da Defesa Civil do Estado de São Paulo, o Instituto de Pesquisas Tecnológicas (IPT) foi contratado para realizar um estudo para estabilizar e controlar os deslizamentos na cadeia de morros da ilha. O trabalho, coordenado pelo geólogo Álvaro Rodrigues dos Santos, envolveu levantamentos topográficos, geológicos e geomorfológicos, avaliando a ocupação urbana no maciço. O resultado foi a primeira Carta Geotécnica do Brasil, lançada em 1980, servindo até hoje de guia para a urbanização nos morros e referência para diversos outros trabalhos em regiões serranas tropicais do país<sup>27</sup>.



**Figura 3.1.7. Parte do levantamento do IPT, durante os trabalhos de mapeamento da Carta Geotécnica - Zona de acúmulo de material escorregado no Morro do Jabaquara, em 1978. Fonte: IPT<sup>28</sup>.**

<sup>26</sup> Disponível em: <http://www.novomilenio.inf.br/santos/fotos381.htm>. Acesso em 16 nov. 2016.

<sup>27</sup> “Você sabia? Que o IPT elaborou a primeira Carta Geotécnica do País?” matéria publicada no site do Instituto de Pesquisas Tecnológicas. Fonte: [http://www.ipt.br/institucional/campanhas/16-voce\\_sabia\\_que\\_o\\_ipt\\_elaborou\\_a\\_primeira\\_carta\\_geotecnica\\_do\\_pais\\_.htm](http://www.ipt.br/institucional/campanhas/16-voce_sabia_que_o_ipt_elaborou_a_primeira_carta_geotecnica_do_pais_.htm). Acesso em 09 nov. 2016.

<sup>28</sup> Disponível em: [http://www.ipt.br/institucional/campanhas/16-voce\\_sabia\\_que\\_o\\_ipt\\_elaborou\\_a\\_primeira\\_carta\\_geotecnica\\_do\\_pais\\_.htm](http://www.ipt.br/institucional/campanhas/16-voce_sabia_que_o_ipt_elaborou_a_primeira_carta_geotecnica_do_pais_.htm). Acesso em 09 nov. 2016.

No verão de 1988, diversos eventos com deslizamentos abalaram o Brasil. Os mais graves ocorreram em Petrópolis (171 mortos), Rio de Janeiro (53 mortos) e no Litoral de São Paulo (17 mortos, em Cubatão, Santos e Ubatuba). O Governo do Estado resolveu então mobilizar o IPT, o Instituto Geológico (IG) e o Instituto Florestal (IF), entre outros órgãos, com o intuito de diagnosticar e tomar medidas para o problema recorrente.

Nos verões de 1988 e 1989, a Defesa Civil implantou no litoral o Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) para combater e mitigar os possíveis danos na época de chuvas mais intensas, sobretudo, os escorregamentos de materiais das encostas. Em operação até hoje, entre os meses de dezembro e abril, o trabalho de prevenção de acidentes é realizado por meio de vistorias semanais nas áreas de risco. O Plano é referência para o restante do Estado, que hoje aplica o PPDC em 51 municípios<sup>29</sup>.

### **Anos 2000**

Em 2004, foi realizada uma atualização da Carta Geotécnica, em parceria com o IPT, com a sistematização das áreas de risco em categorias - baixo, médio, alto e muito alto -, direcionando o planejamento com níveis de prioridade nas remoções e outras intervenções necessárias. O Plano Municipal de Redução de Riscos (PMRR) foi atualizado novamente em 2012 e em 2020.

O material de registro das ocorrências nem sempre é satisfatório para cobrir todo o intervalo temporal estudado.

### **Ressacas e Inundações**

No caso das ressacas e seus efeitos na Ponta da Praia, a percepção se faz notável a partir do começo dos anos 2000. Pouco habitada por décadas durante o século anterior, a ocupação maciça da orla da praia começa a se dar conforme são inauguradas as pistas da Via Anchieta - a primeira em 1947 e a segunda em 1953 - pois, antes disso, o acesso rodoviário se dava pelo Caminho do Mar, de 1913 (antiga Estrada da Maioridade, de 1844, adaptada para os automóveis). É após a implantação dessa infraestrutura que aumenta consideravelmente a quantidade de edifícios verticais na região, sendo impulsionada pelo turismo de balneário entre as décadas de 1950 e 1970.



---

<sup>29</sup> MACEDO, E. S.; SANTORO, J.; ARAÚJO, R. E. "Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) para deslizamentos, Estado de São Paulo, Brasil". In: Simpósio Brasileiro de Desastres Naturais, 2004, Florianópolis. Disponível em: <http://www.sedec.sp.gov.br/defesacivil/index.php/2014-01-28-16-22-24/bibliografias-e-monografias>. Acesso em 8 dez. 2016.

**Figura 3.1.8. Aspectos da Orla da Ponta da Praia, em 1940 - Com parte do Clube Saldanha da Gama. Fonte: Memória Santista<sup>30</sup>.**

O cenário na Ponta da Praia antes da verticalização era composto pelos clubes de regatas, Escola de Aprendizes-Marinheiros (atual Museu de Pesca) e residências dos pescadores. As Avenidas Bartolomeu de Gusmão e Saldanha da Gama foram por muito tempo umas das únicas vias asfaltadas do bairro, que por sinal não possuíam as dimensões de largura atuais, como se vê na foto acima, na década de 1940. Entre as décadas de 1960 e 1990, as ocorrências de ressaca não passavam de 4 episódios por ano.

No século XXI, muitos eventos passaram a chamar a atenção: uma invasão do mar, na Avenida Bartolomeu de Gusmão, entre os canais 6 e 7, foi relatada em 2 de setembro de 2002, causando intenso assoreamento em alguns canais da praia.

Em 26 de abril de 2005, combinadas com a maré de sizígia de 1,60m (maré de grande amplitude, que ocorre nas luas nova e cheia) e ventos de mais de 70km/h, fortes ondas chegaram a alcançar os 3,5 metros. O canal de navegação do porto foi fechado por 8 horas e cerca de 300 metros de muretas na Ponta da Praia foram destruídos, com danos ao Deck do Pescador, ao asfalto e às fiações elétricas.

Ainda em 2005, nos dias 24 e 25 de maio, chuvas com duração de 12 horas seguidas acumularam 135 mm na cidade, trazendo diversos prejuízos. Essa foi considerada a segunda maior chuva na capital São Paulo desde 1943, com transbordamento dos Rios Pinheiros e Tietê, além do fechamento do Ceagesp, maior entreposto comercial da América Latina.



**Figura 3.1.9. Construção de um muro de contenção na Av. Bartolomeu de Gusmão, como registrado na edição de 18 de maio de 2005 do Diário Oficial de Santos - Cada fôrma da muralha tem 6 m de comprimento por 2,5 m de altura. Fonte: Site Novo Milênio<sup>31</sup>.**

Uma tempestade com ventos de até 90km/h e granizo ocasionou a queda de quase 300 árvores na cidade em 14 de janeiro de 2009, que tornaram inoperantes 50 cruzamentos semafóricos. Perto de 100 mil moradores foram afetados por falta de energia, e 100 construções sofreram com

<sup>30</sup> Disponível em: <http://memoriasantista.com.br/?p=933>. Acesso em 11 nov. 2016.

<sup>31</sup> Disponível em: <http://www.novomilenio.inf.br/santos/h0218d.htm>. Acesso em 8 nov. 2016.

destelhamentos e o desmoronamento de parte do armazém 12, com duas pessoas feridas. Também ocorreram deslizamentos nos Morros Penha e Caneleira.



**Figura 3.1.10. Ressaca na Ponta da Praia no dia 3 de maio de 2011. Fonte: Site UOL<sup>32</sup>.**

Em 3 de maio de 2011, outra ressaca de grandes proporções atingiu o município. Ondas de cerca de 2 metros invadiram as pistas da Avenida Saldanha da Gama e os prejuízos materiais incluíram desde a destruição de alguns metros de muretas e postes de energia danificados até a invasão da água em alguns edifícios da orla. Nos anos subsequentes, foram observadas ressacas de menor intensidade, com a necessidade de interdição das Avenidas Bartolomeu de Gusmão e Saldanha da Gama em alguns casos.

A intensidade das ressacas foi maior no dia 19 de junho de 2015, danificando novamente parte das muretas de proteção. Apesar de terem sido reconstruídas no ano seguinte, uma grande extensão das muretas sofreria o impacto da ressaca no ano seguinte, quando, em 27 de abril de 2016, uma frente fria acompanhada de ventos de mais de 80 km/h produziu ondas de mais de 3 metros. Não surpreende que o fenômeno tenha provocado a interrupção das movimentações no canal do porto e nas travessias de balsa.



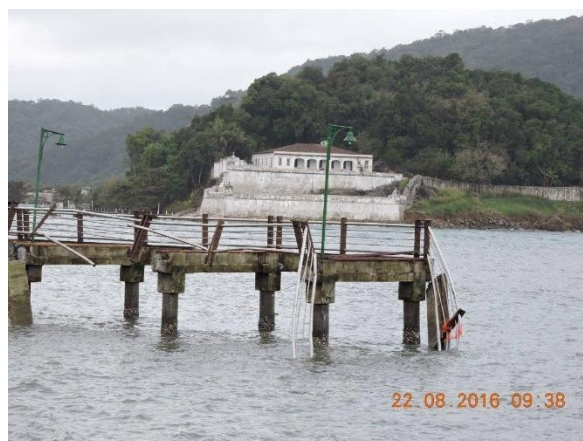
<sup>32</sup> Disponível em: <http://noticias.uol.com.br/cotidiano/ultimas-noticias/2011/05/04/ressaca-provoca-estragos-e-prejuizos-em-tres-cidades-da-baixada-santista.htm>. Acesso em 4 nov. 2016.

**Figura 3.1.11. Ressaca na Ponta da Praia, inundando completamente a Avenida Saldanha da Gama, no dia 21 de agosto de 2016. Fonte: Site G1<sup>33</sup>.**

Com pouco intervalo de tempo, não sendo possível a reconstrução total das muretas, o mar avançaria novamente na cidade, em 21 de agosto de 2016. Foi possivelmente o fenômeno que mais causou prejuízos nos últimos tempos, com a elevação da maré chegando a 2,6 metros. A água invadiu diversos edifícios, submergindo alguns carros. O Deck do Pescador sofreu diversas avarias, ficando completamente inutilizado, e uma embarcação quase à deriva veio de encontro às muretas, destruindo parte delas. Houve também queda de árvores no bairro.



**Figura 3.1.12. Ressaca na Ponta da Praia, destruindo parcialmente as muretas, no dia 21 de agosto de 2016. Fonte: Mídias sociais.**



**Figura 3.1.13. Deck do Pescador completamente danificado, no dia 22 de agosto de 2016. Fonte: G1 (2016).**

Eventos menores vêm sendo acompanhados pela administração municipal e noticiados pela mídia na região, conforme segue:

---

<sup>33</sup> Disponível em: <http://g1.globo.com/sp/santos-regiao/noticia/2016/08/ressaca-inunda-avenida-da-praia-em-santos-e-causa-bloqueios-no-canal-6.html>. Acesso em 25 nov. 2016.

- Incidência constante de raios na Baixada Santista, devido à intensa ocupação urbana que gera ilhas de calor e emissão de poluentes - relatada nos anos de 2009, 2010 e 2011;
- Formação de neblinas e nevoeiros - geralmente no inverno e primavera -, que chegam a fechar o canal do porto e a travessia de balsas;
- Aquecimento da temperatura das águas do mar, que afeta espécies da vida marinha pouco tolerantes ao calor - além de influenciar a quantidade de chuvas, devido à maior evaporação das águas;
- Um tremor de porte médio, com 5,2 na Escala Richter, em 22 de abril de 2008, foi sentido em diversas regiões do País, especialmente na Baixada Santista - o maior tremor de porte médio desde a década de 1920, no Estado de São Paulo.

O Quadro-Síntese de grandes desastres ocasionados pelas chuvas e deslizamentos na Baixada Santista - CEMADEN (2020)<sup>34</sup> é apresentado a seguir.

Tabela 3.1.1: Síntese de grandes desastres ocasionados pelas chuvas e deslizamentos na Baixada Santista.

ANO	MUNICÍPIOS	IMPACTOS	LOCALIZAÇÃO
1928	Santos	80 mortes  8 casas soterradas  Destruição de parte da Santa Casa de Santos	Escorregamento mobilizando cerca de 500.000 m <sup>3</sup> na encosta do Monte Serrat
1956	Santos	21 mortes  50 moradias destruídas	Vários escorregamentos nos Morros Santa Terezinha, Monte Serrat, Caneleira, Embaré e Marapé.
1956	Santos/São Vicente	43 mortes	Escorregamentos em Santos e

<sup>34</sup> Nota Técnica nº 737 - SEI. CEMADEN 2020.

		100 casas parcial ou totalmente destruídas	São Vicente
1978	Santos	100 pessoas atingidas, 13 mortes	Escorregamentos no Monte Serrat e Vila Progresso
1978	Santos	11 mortes e vários feridos	Escorregamentos no Morro Jabaquara e Nova Cintra
1979	Santos	13 mortes	Escorregamentos em Santos
1988	Santos/São Vicente	1 morte 166 desabrigados 21 residências interditadas	Vários escorregamentos nos Morros Santa Terezinha, Monte Serrat, Caneleira, Embaré e Marapé
2005	Guarujá	2 mortes e 3 feridos	Vila Baiana
2020*	Guarujá/Santos/São Vicente	45 mortes (Guarujá, Santos e São Vicente) 477 moradias interditadas (Guarujá)	Deslizamento no Morro do Macaco e Morro da Barreira do João Guarda, deslizamento no Morro do Fontana e deslizamento em Parque Prainha

\*Dados parciais em apuração.

#### OCORRÊNCIAS DE DESLIZAMENTO NA RMBS

A Nota Técnica nº 737 SEI CEMADEN, 2020 registrou dados de ocorrência de deslizamentos na RMBS coletados nas Coordenadorias Municipais de Defesa Civil (COMDECS) em cada cidade e no Sistema SIDEC da Defesa Civil do Estado de São Paulo. Foram registradas 219 ocorrências de deslizamentos de solo deflagrados por chuvas, conforme o gráfico a seguir:

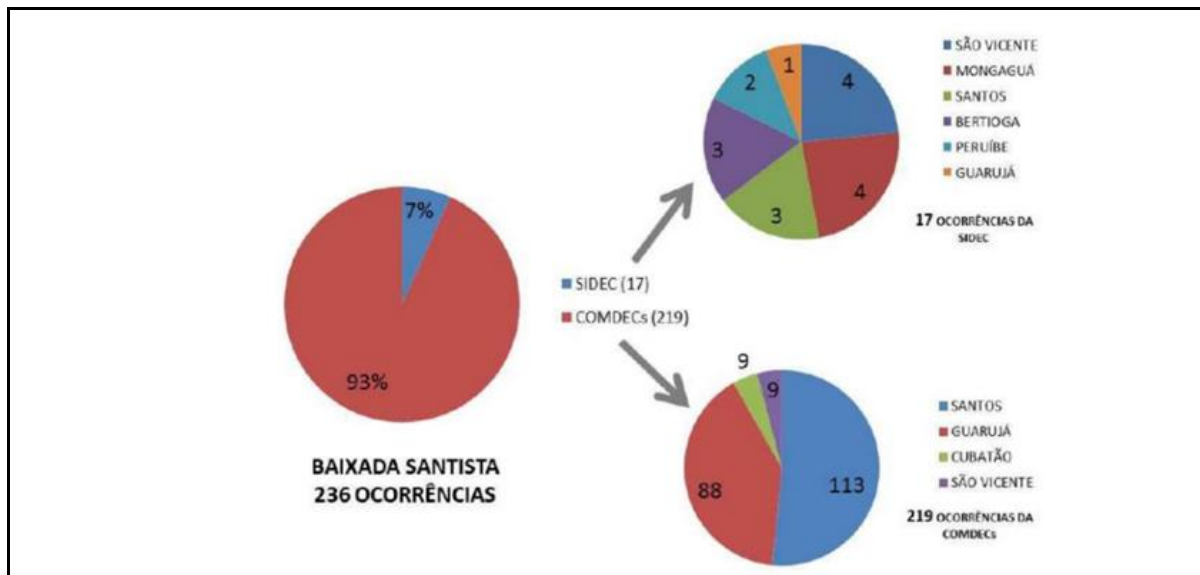


Figura 3.1.14. Ocorrência de deslizamentos na RMBS de 2014 a 2019. Fonte: CEMADEN (2020).

Em decorrência da existência de abundante material rochoso nas encostas da RMBS, é histórico na região o rolamento de blocos e deslocamento rochoso, com processos de evolução gradual e repentina, que podem não ter associação obrigatória com índices específicos de chuva. A ocorrência de deslizamentos predomina nos meses de verão, porém, também acontece com certa frequência nos meses de abril, maio e novembro. Foram registradas em Santos 116 ocorrências de deslizamentos no período 2014-2019 (CEMADEN, 2020).

### INUNDAÇÕES E ALAGAMENTOS

Santos apresentou 17 ocorrências de inundações e alagamentos, entre 2014 e 2019, segundo o registro de CEMADEN (2020).

Tabela 3.1.2: Síntese de ocorrência de inundações e alagamentos em Santos.

Ano da Ocorrência	Evento registrado	Magnitude evento*	localização	Informações	Nome Rio	Fonte informação
04/02/2019	Alagamento	MP				D - Notícias da Mídia
21/01/2017	Alagamento	PP	Área Insular de São Vicente na Náutica ficou alagada.			D - Notícias da Mídia
	Alagamento	PP	Área Insular de São Vicente na Náutica ficou alagada.			D - Notícias da Mídia
	Alagamento	PP	Área Insular de São Vicente na Náutica ficou alagada.			D - Notícias da Mídia
16/01/2017	Inundação-Alagamento	PP			Rio Iriri Macuco	D - Notícias da Mídia
10/02/2018	Alagamento	PP	Avenida Nossa Senhora de Fátima.			D - Notícias da Mídia
10/02/2018	Inundação - Alagamento	PP	Aquário Municipal de Santos.			D - Notícias da Mídia
17/03/2017	Inundação -	PP	Diferentes regiões da		Córrego	C - Formulário de



	<b>Alagamento,</b>		cidade, mas especialmente nas Avenidas Nossa Senhora de Fátima e Martins Flores, com inundações do córrego do Sapateiro.	do Sapateiro	Ocorrência do CEMADEN
<b>17/03/2017</b>	<b>Inundação - Alagamento</b>	PP	Diferentes regiões da cidade, mas especialmente nas Avenidas Nossa Senhora de Fátima e Martins Flores, com inundações do córrego do Sapateiro.	Córrego do Sapateiro	C - Formulário de Ocorrência do CEMADEN
<b>15/04/2018</b>	<b>Alagamento</b>	PP			D - Notícias da Mídia
<b>15/04/2018</b>	<b>Inundação</b>	PP			D - Notícias da Mídia
<b>10/02/2020</b>	<b>Alagamento</b>	PP	Bairros atingidos: Estuário, Embaré, Morro Nova Cintra, Marapé, Morro São Bento, Morro Boa Vista, Morro da Penha e Centro.		A - Cenad
<b>03/03/2020</b>	<b>Inundação</b>	PP	Rua Imperatriz Leopoldina, 7 - Ponta da Praia.		B - Defesa Civil
<b>03/03/2021</b>	<b>Alagamento</b>	PP	Rua Doutor Flor Horácio Cyrillo.		D - Notícias da Mídia
<b>07/03/2018</b>	<b>Enxurrada - Alagamento</b>	PP	Av. Martins Fontes.		C - Formulário de Ocorrência do CEMADEN
<b>07/03/2018</b>	<b>Enxurrada - Alagamento</b>	PP	Av. Nossa Senhora de Fátima.		C - Formulário de Ocorrência do CEMADEN

Fonte: CEMADEN (2020).

\* PP - Pequeno Porte, MP- Médio Porte e GP- Grande Porte.

### 3.2 O CLIMA EM SANTOS: HOJE E NO FUTURO - RESULTADOS DAS AVALIAÇÕES DE DADOS DE MODELAGEM CLIMÁTICA

As análises climáticas feitas para o presente trabalho tiveram por objetivo desenvolver serviços climáticos que gerassem resultados para serem incluídos no desenvolvimento do Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental (IRCVS) para Santos, especificamente no que diz respeito à quantificação de eventos extremos de chuva e temperatura. No entanto, devido à grande quantidade de resultados gerados e à riqueza de informações, estes resultados são aqui apresentados e discutidos.

Na **Figura 3.2.1** a seguir, estão apresentadas as principais etapas da análise climática.



**Figura 3.2.1 - Apresentação das etapas de trabalho envolvidas na análise climática.**

Todas as bases de dados utilizadas neste trabalho foram adquiridas de duas fontes distintas. A primeira delas se refere a um produto desenvolvido para a própria GIZ, no âmbito do projeto ProAdapta, intitulado de “Criação de Repositório de Dados Climáticos: dados observacionais e modelagem climática”. A segunda fonte foi diretamente o Instituto Nacional de Pesquisa Espaciais (INPE), por intermédio do Sr. Diego Chagas, integrante da equipe da Dr<sup>a</sup> Chou Sin Chan, que forneceu os dados do grupo dos modelos aninhados no Eta (Eta-HadGEM2-ES, Eta-MIROC 5, Eta-CanESM, Eta-BESM). As principais características e parâmetros dos bancos de dados utilizados estão apresentados a seguir.

### Dados Observados

Antes mesmo de trabalhar com dados de modelagem climática, foi necessário organizar uma base de dados representativa para o clima do período de referência (*baseline*). Para este trabalho, o período de referência ficou definido como sendo 1976-2005, pois antes de 1976 não há disponibilidade de dados espaciais de boa qualidade. Por outro lado, depois de 2005 os dados de modelagem consideram as forçantes de aquecimento, o que os descaracterizam como “período histórico”.

O conjunto de dados observados utilizados é composto por informações de precipitação e temperatura oriundas de diversas fontes, com cada um deles apresentando as suas particularidades ante suas resoluções espaciais, temporais e períodos nos quais os mesmos estão disponíveis. Entre os dados de precipitação, foram utilizados os acumulados diários: (i) do CHIRPS, fornecidos pelo CHC da Universidade da Califórnia (EUA), com resolução temporal diária e espacial de aproximadamente 5 km, estando disponíveis de 1981 até o presente; (ii) do MERGE, fornecidos pelo CPTEC do INPE, com resolução espacial de aproximadamente 10 km e disponíveis desde 2000; (iii) do ERA5, fornecidos pelo ECMWF com resolução espacial aproximada de 31 km desde 1950; e (iv) uma estação pluviométrica localizada no Posto do Saboó desde 1940. Já os dados diários de temperatura mínima e máxima são oriundos do CPC da NOAA (EUA), apresentam resolução espacial de aproximadamente 50 km e estão disponíveis desde 1979. Os dados supracitados estão discriminados na tabela a seguir:

**Tabela 3.2.1 - Listagem dos dados observados utilizados neste estudo**

Precipitação			
Fonte	Resolução espacial	Resolução temporal	Período
CHIRPS	~5 km	Diário	1981-Presente
MERGE	~10 km	Diário	2000-Presente
ERA5	~31 km	Diário	1950-Presente
Estação Pluviométrica	n/a	Diário	1940-Presente
Temperatura			
Fonte	Resolução espacial	Resolução temporal	Período
CPC	~50 km	Diário	1979-Presente

Os dados acima servem de referência nas avaliações de destreza dos modelos utilizados, possibilitam comparações e direcionam os devidos ajustes dos dados de modelagem nas etapas posteriores. Ainda que tenhamos utilizado diferentes bases de dados para explorar as características e tendências do clima local, optou-se pelos dados do CHIRPS como sendo os mais representativos, em razão de sua melhor resolução espacial (5 km) e por apresentar uma série histórica completa para o período de referência (1976-2005).

### 3.2.1 MODELAGEM CLIMÁTICA

Esta etapa consistiu em organizar diversos dados de modelagem climática provenientes de diversas fontes e, portanto, com distintas formatações. Para todos os casos, foram disponibilizadas variáveis de precipitação total diária, temperatura máxima diária e temperatura mínima diária.

**Tabela 3.2.1.1 - Lista dos modelos climáticos utilizados**

DOMÍNIO	INSTITUTO	MODELO	FORÇANTES (CMIP5)
SAM 20	INPE	ETA	BESM
			CanESM
			HadGEM2-ES
			MIROC5
SAM 22	GERICS	REMO	HadGEM2-ES
			NorESM1-M
			MPI-M-MPI-ESM-MR
	ICTP	ReGGCM 4.7	MPI-M-MPI-ESM-MR
		ReGCM4.3	HadGEM2-ES
	UCAN	WRF3.4	CCCma-CanESM2
MPI-CSC	REMO2009.v1	MPI-M-MPI-ESM-MR	
SAM 44	SMHI	RCA4	CCCma-CanESM2
			CSIRO-Mk3-6-0
			EC-EARTH
			IPSL-CM5A-MR
			MIROC5
			HadGEM2-ES
			MPI-ESM-LR
			NorESM1-M
GFDL-ESM2M			

As forçantes (campo “FORÇANTES CMIP5”) são dados de simulações do CMIP5 utilizadas como condições iniciais nos modelos regionais (campo “MODELO”). O domínio listado como SAM (South America) é o mesmo para todos os casos e envolve toda a América do Sul. Os números 20, 22 e 44 que compõem a sigla do campo “Domínio” significam a resolução em quilômetros que cada modelo regional foi simulado, ou seja, 20 km, 22 km e 44 km.

Além do conjunto de dados apresentados na Tabela 3.2.1.1, também foram manuseados dados de outros 15 modelos do CMP6, provenientes do Projeto Repositório de Dados, mencionado anteriormente. No entanto, devido à baixa resolução destes modelos (acima de 100 km), concluiu-se que eles não seriam representativos para o estudo de Santos, tendo sido excluídos das análises posteriores.

### **Exploração e análise preliminar dos dados obtidos**

Considerando as variações entre as resoluções dos modelos e a disponibilidade de dados para os diferentes horizontes temporais, optou-se por estabelecer um conjunto de modelos que atendessem minimamente aos interesses do projeto. Desta forma, os modelos utilizados foram apresentados na Tabela 3.2.1.1, exceto o Eta-HadGEM-20 km, substituído pelo Eta-HadGEM-5 km, que possui melhor resolução espacial.

### **Metodologia**

O objetivo da análise climática para o Plano de Ação Climática de Santos (PACS) foi identificar e mensurar ameaças climáticas de temperatura e precipitação relacionadas diretamente aos principais riscos climáticos dentro do território de Santos e organizar estas informações para que pudessem ser utilizadas dentro do **Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental (IRCVS)**.

O caminho seguido da provisão de serviços climáticos é o mais compatível com o PACS, tendo em vista que as dimensões do IRCVS são customizadas a partir do conhecimento prévio das variáveis explicativas dos riscos avaliados localmente. Isto reforça o principal propósito das análises climáticas apresentadas neste trabalho - fornecer informações climáticas espacializadas que pudessem representar a influência do clima na quantificação dos riscos climáticos avaliados, considerando distintos horizontes temporais e cenários.

**Entre as cinco dimensões avaliadas pelo Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental (IRCVS)**, as informações climáticas obtidas nesta etapa focaram o preenchimento das lacunas do conhecimento relacionadas a duas dimensões específicas: i) a que avalia os impactos associados aos deslizamentos de terra; e ii) a que avalia os impactos relacionados às inundações bruscas, enxurradas e alagamentos.

Para estes dois casos, desenvolveram-se métricas customizadas que contabilizaram eventos que ultrapassaram limiares críticos de precipitação, tanto para o período histórico (1976-2005) quanto para os períodos futuros (2021-2050; 2051-2080), para os cenários RCP 2.6, 4.5 e 8.5. A definição destes limiares contempla uma etapa de trabalho específica apresentada nos próximos itens.

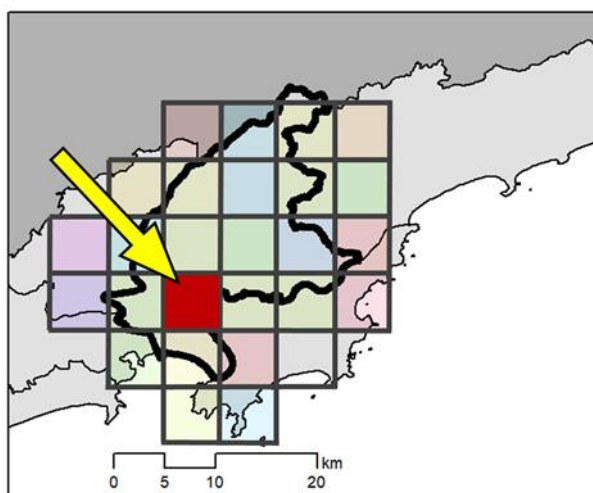
A quantificação destes eventos empregando dados observados é algo relativamente simples. No entanto, ao utilizar dados de diferentes modelos climáticos, é necessário que haja uma série de ajustes metodológicos, visto que os valores absolutos de chuva apresentados pelos modelos não devem ser considerados diretamente.

Considerando que os dados observados e dos modelos climáticos já estavam organizados e concatenados, optou-se por aproveitá-los e, paralelamente, resultados complementares foram gerados implementando rotinas com alguns índices de eventos extremos de precipitação propostos pelo RClimdex.

Por fim, havia também a necessidade de trabalhar-se com dados de temperatura, visando encontrar informações principalmente a respeito de ondas de calor e eventos extremos de temperatura elevada. Como estes casos envolvem uma menor complexidade para alcançar as informações desejadas, utilizou-se dos índices de eventos extremos de temperatura do RClimdex como parâmetro para estas análises.

### Serviços Climáticos para eventos extremos de precipitação

Todos os resultados apresentados baseiam-se, inicialmente, em parâmetros obtidos por meio dos dados observados no período compreendido entre 1981 e 2010 e contidos na base de dados do CHIRPS 5 km. Entre os vários pontos de grade desta base de dados sob o território de Santos, escolheu-se aquele que seria mais representativo, tanto sob o ponto de vista de relação com os impactos mais importantes para estas análises (normalmente dentro do perímetro urbano), como também a partir da proximidade com a estação pluviométrica utilizada como referência para a avaliação dos resultados, que se localiza no Posto do Saboó. Desta forma, a **Figura 3.2.1.1** apresenta a malha dos pontos de grade do CHIRPS 5km, destacando o ponto utilizado nas análises.



**Figura 3.2.1.1 - Representação dos pontos de grade dos dados observados (CHIRPS 5km), com destaque (em vermelho) para o ponto que foi utilizado como referência nas análises.**

### Eventos potencialmente deflagradores de deslizamentos de terra

As análises para deslizamentos de terra foram associadas aos eventos de chuva que acontecem em 72h, divididos em três limiares diferentes (**80 mm, 127 mm e 220 mm**) e que possuem relações com a magnitude e quantidade de ocorrências de deslizamentos que podem ser deflagrados em cada situação.

A definição destes limiares é embasada tanto no Plano Preventivo de Defesa Civil (PPDC) de Santos, quanto na experiência dos consultores, mas também em estudos empíricos recentes que avaliam a quantidade de deslizamentos observados e suas correlações com a intensidade de chuvas, destacando-se uma nota técnica do CEMADEN (nº 5913920), que propõe os limiares destacados na

**Figura 3.2.1.2.** Embora estes limiares tenham sido definidos para toda a Baixada Santista, eles têm maior expressividade para Santos e Guarujá, visto que 88% dos deslizamentos utilizados para este cálculo ocorreram nestes dois municípios.

VOLUMES ACUMULADOS DE CHUVA (mm) PREVISTOS PARA ENTRADA EM CENÁRIOS DE DESLIZAMENTOS COM BASE NA SEVERIDADE								
<b>LIMIAR 1 - DESLIZAMENTOS OCASIONAIS</b>								
$y = 31.35 \cdot \log_{10}(x) + 24.96$								
1h	3h	6h	12h	24h	48h	72h	96h	
24.96	39.92	49.36	58.80	68.24	77.68	83.20	87.12	
<b>LIMIAR 2 - DESLIZAMENTOS MÚLTIPLOS</b>								
$y = 20.97 \cdot \ln(x) + 37.313$								
1h	3h	6h	12h	24h	48h	72h	96h	
37.31	60.35	74.89	89.42	103.96	118.49	126.99	133.03	
<b>LIMIAR 3 - DESLIZAMENTOS EXTREMOS</b>								
$y = 40.416 \cdot \ln(x) + 53.67$								
1h	3h	6h	12h	24h	48h	72h	96h	
53.67	98.07	126.09	154.10	182.11	210.13	226.52	238.14	

**Figura 3.2.1.2 - Limiares para a Baixada Santista sugeridos por um estudo do CEMADEN por meio do Projeto RedeGeo, que considerou ocorrências de 236 deslizamentos durante 2014-2019.**

Os valores encontrados para os percentis referentes a cada limiar (80 mm, 127 mm e 220 mm), usando os dados observados do CHIRPS entre 1981-2010, foram de 88,4%; 97,7% e 99,97%, respectivamente. Metodologicamente, a contabilização de dias que ultrapassam os limiares de 80 mm, 127 mm e 220 mm em 72h, a partir dos dados de modelagem, é feita tendo estes percentis como referência. Isto é, as rotinas computacionais implementadas tiveram que, primeiramente, identificar os limiares referentes a cada um destes percentis para cada modelo utilizado, a partir da distribuição estatística dos eventos de chuva em 72h.

### **Eventos potencialmente deflagradores inundações bruscas, enxurradas e alagamentos**

As análises para os eventos hidrológicos de interesse deste estudo (inundações bruscas, enxurradas e alagamentos) foram divididas a partir de três limiares para o período de 24h (50 mm, 80 mm e 110 mm), os quais possuem relações com a magnitude e quantidade de ocorrências que podem ser deflagradas em cada situação.

A definição destes limiares baseia-se na experiência dos consultores, especificamente por meio da consulta dos dados de ocorrências disponíveis na base de dados REINDESC (Registros de Eventos de Inundação e Deslizamentos do CEMADEN). Normalmente, estes três limiares referem-se a eventos intensos de chuva que acontecem num período menor que 24h, especialmente em 6h e 12h, sendo estes os intervalos mais representativos para a análise.

No entanto, a melhor resolução temporal disponível em todas as bases dos modelos climáticos utilizados é de 24h. Destarte, esta é a única forma de avaliá-los. Ainda que estejamos avaliando os eventos de inundações bruscas, enxurradas e alagamentos, é importante ressaltar que os 3 limiares

definidos para 24h são semelhantes aos sugeridos na **Figura 3.2.1.2** para um intervalo de 6h. Ou seja, de forma indireta e aproximada, os resultados aqui apresentados também podem ser considerados para eventos de deslizamentos de terra, com as devidas ressalvas.

Vale ressaltar os valores encontrados para os percentis referentes a cada limiar (50 mm, 80 mm e 110 mm), usando os dados observados do CHIRPS entre 1981 e 2006, que foram 87,4%, 95,9% e 98,9 %, respectivamente. Metodologicamente, a contabilização de dias que ultrapassam os limiares de 50 mm, 80 mm e 110 mm em 24h, a partir dos dados de modelagem, é feita tendo estes percentis como referência. Isto é, as rotinas computacionais implementadas tiveram que, primeiramente, identificar os limiares referentes a cada um destes percentis para cada modelo utilizado, a partir da distribuição estatística das chuvas diárias.

### 3.2.2 EVENTOS CLIMÁTICOS ATUAIS E FUTUROS - EVENTOS CLIMÁTICOS EXTREMOS

Os índices de eventos extremos foram subdivididos em duas categorias relacionados às variáveis envolvidas, ou seja, à precipitação (RR) e às temperaturas mínimas (TN) e máximas (TX), os quais são apresentados de forma sumarizada na Tabela 3.2.2.1. Para este estudo, esses índices foram calculados para períodos anuais (sempre de 1º de janeiro até 31 de dezembro). A descrição específica para cada um desses índices é apresentada a seguir:

**Tabela 3.2.2.1 - Índices de eventos extremos calculados para este estudo**

Precipitação		
Sigla	Descrição	Unidade
CDD	Número máximo de dias consecutivos sem chuva	dias
CWD	Número máximo de dias consecutivos com chuva	dias
RX1day	Máxima precipitação anual em 1 dia	mm
RX5day	Máxima precipitação anual em 5 dias consecutivos	mm
R95pTOT	Precipitação total anual dos dias com chuva acima do percentil 95	mm
PRCPTOT	Precipitação total anual	mm
Temperatura mínima		
Sigla	Descrição	Unidades
CSDI	Número máximo de dias com pelo menos 6 dias consecutivos de temperatura mínima abaixo do percentil 10 (ondas de frio)	Dias
TNn	Menor temperatura mínima anual	°C
TNx	Maior temperatura mínima anual	°C
TNm	Temperatura mínima média anual	°C
Temperatura máxima		
Sigla	Descrição	Unidades
WSDI	Número máximo de dias com pelo menos 6 dias consecutivos de temperatura máxima acima do percentil 90 (ondas de calor)	dias
TXn	Menor temperatura máxima anual	°C
TXx	Maior temperatura máxima anual	°C
TXm	Temperatura máxima média anual	°C

### EVENTOS CLIMÁTICOS DEFLAGRADORES DE DESLIZAMENTOS DE TERRA

A apresentação dos resultados escolhida para expressar os resultados é apresentada por meio de Bloxplots (Figura 3.2.2.1, Figura 3.2.2.2 e Figura 3.2.2.3), que representam de forma sumarizada as estatísticas apresentadas nos Boxes 1, 2 e 3, apresentados na sequência. Para facilitar a leitura dos gráficos, uma linha pontilhada foi inserida para representar a quantidade de eventos acima do respectivo limiar, considerando a base de dados observados para o período de 1976-2005.

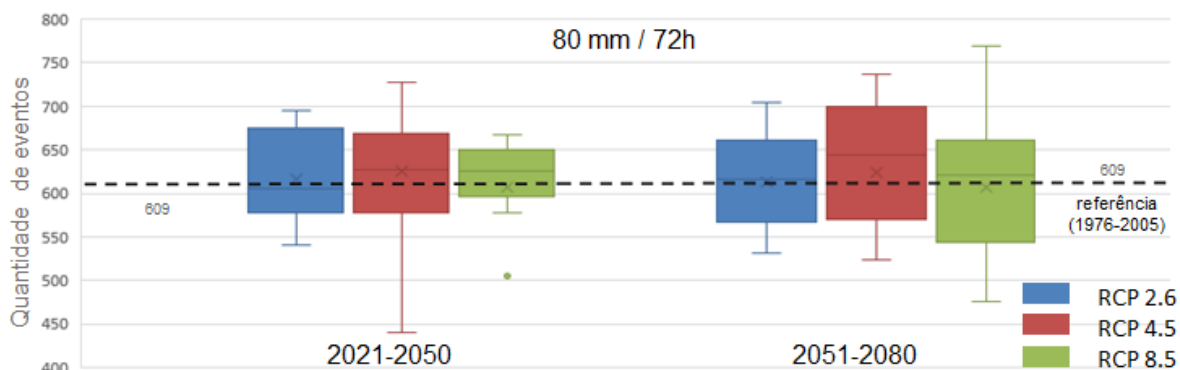


Figura 3.2.2.1 - Gráficos em Boxplot representando os resultados para os eventos potencialmente deflagradores de deslizamentos de terra de pequeno porte e/ou pontuais, avaliados pelos eventos que ultrapassam o limiar de 80 mm em 72 horas. A linha pontilhada destaca o valor do total de eventos que ultrapassaram este limiar (neste caso, 609) no período de referência 1976-2005, considerando os dados observados (CHIRPS).

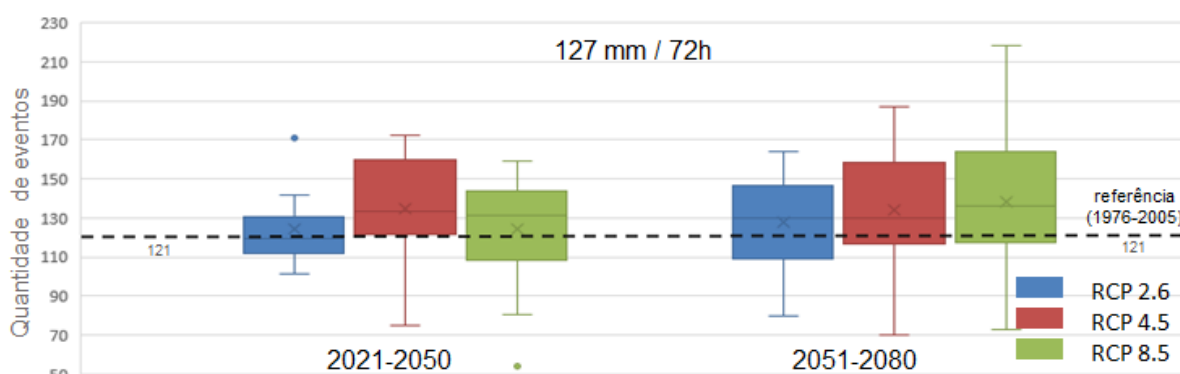


Figura 3.2.2.2- Gráficos em Boxplot representando os resultados para os eventos potencialmente deflagradores de deslizamentos de terra de médio porte e/ou esparsos, avaliados pelos eventos que ultrapassam o limiar de 80 mm em 72 horas. A linha pontilhada destaca o valor do total de eventos que ultrapassaram este limiar (neste caso, 12) no período de referência 1976-2005, considerando os dados observados (CHIRPS).

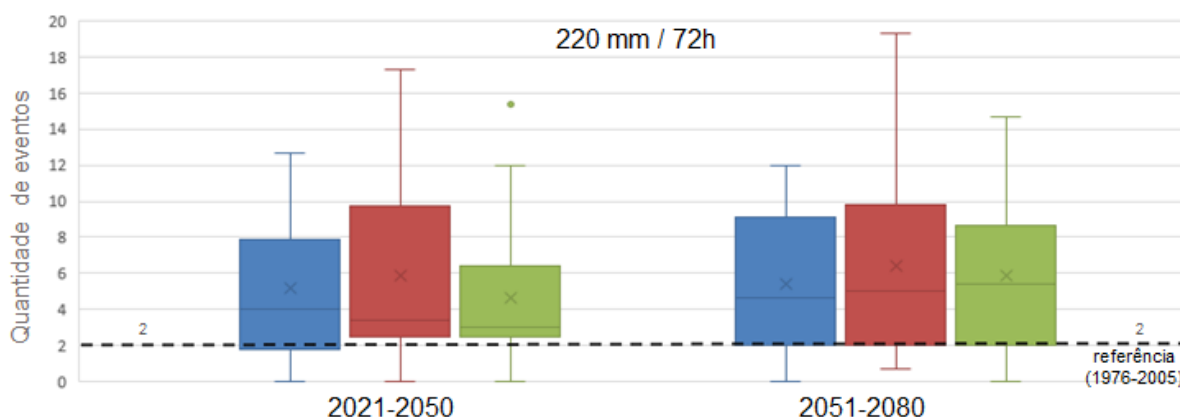


Figura 3.2.2.3 - Gráficos em Boxplot representando os resultados para os eventos potencialmente deflagradores de deslizamentos de terra de grande porte e/ou generalizados, avaliados pelos eventos que



ultrapassam o limiar de 80 mm em 72 horas. A linha pontilhada destaca o valor do total de eventos que ultrapassaram este limiar (neste caso, 2) no período de referência 1976-2005, considerando os dados observados (CHIRPS).

Para os eventos de menor severidade (**80 mm em 72h**), os resultados são inconclusivos a respeito do aumento ou decréscimo nas próximas décadas. Estatisticamente, o conjunto de modelos utilizados aponta para um cenário estável, tanto para o horizonte 2021-2050 quanto 2015-2080.

De modo geral, todas as medianas (com exceção do cenário RCP 2.6) apontam para um leve aumento, sugerindo que de **609 eventos a cada 30 anos passe para, aproximadamente, 630 (aumento de aproximadamente 3%)**, mas com as médias levemente acima e abaixo dos valores observados no período de referência.

Outra característica a ser notada para os eventos de 80 mm/72h, é que os resultados do cenário de emissões mais pessimista (RCP 8.5) não indicam, necessariamente, um cenário mais crítico que o RCP 4.5. Além disso, a avaliação de concordância entre os resultados dos modelos indica que somente o período 2021-2050, no cenário RCP 8.5, apresenta uma boa convergência entre os modelos utilizados, onde 70% deles indicam o aumento destes eventos.

Contudo, os incrementos positivos dos 14 modelos que apontaram esta tendência (Tabela “b” do Box 1) são tão pequenos que a média fica abaixo do valor de referência quando somados aos seis casos que sugerem incrementos negativos. Logo, todas estas constatações sugerem que o padrão de chuva dessa magnitude não deverá sofrer alterações significativas nos períodos futuros avaliados, independentemente do avanço das mudanças climáticas causadas pelos níveis de aquecimento global.

Já para os casos de chuvas mais extremas (127 mm e 220 mm em 72h, **Figura 3.2.2.2 e Figura 3.2.2.3**), os resultados são mais proeminentes. Para o caso de 127 mm em 72 h, a média dos valores estimados pelos modelos climáticos está sempre acima do valor de referência em todos os cenários RCP e nos dois horizontes temporais avaliados.

De modo geral, os resultados sugerem um aumento de 6% no período 2021-2050 e de 11% em 2015-2080. Além disso, chama a atenção o fato de que o quantil 0,25 (base dos retângulos dos Boxplots) dos cenários RCP 4.5 e 8.5 está praticamente iguais no valor de referência para 2051-2080. Isto significa que cerca de 75% dos resultados apontam para uma situação em que haverá o aumento dos eventos acima de 127 mm/72h, independentemente do seu valor.

Outro detalhe é que o quantil 0,75 (topo dos retângulos dos Bloxpots) dos cenários RCP 4.5 e 8.5, no período 2051-2080, sinaliza um aumento de aproximadamente 30% em comparação com o período de referência, o que significa dizer que a média de ocorrência anual subiria de quatro para cinco eventos por ano acima de 127 mm/72h em 25% dos resultados (quantil 0,75). É um aspecto bastante significativo, considerando os potenciais prejuízos associados a este tipo de evento.

Avaliando o nível de concordância dos modelos (Tabela “b” do Box 2), nota-se que, à exceção do cenário RCP 2.5 no período 2021-2050, todos os outros casos indicam pelo menos um nível de 60% de concordância ao apontar o aumento dos eventos acima de 127 mm/72h, sendo que o cenário RCP 4.5 possui um bom nível de concordância (acima de 66%) nos dois horizontes temporais.

Para os eventos mais críticos, que ultrapassam o limiar de 220 mm em 72h, os resultados são ainda mais expressivos. Os gráficos da **Figura 3.2.2.3** evidenciam que, em todos os cenários e períodos avaliados, as bases dos retângulos dos Boxplots (quantil 0,25) superam a linha de referência, ou seja, indicando que 75% dos resultados apontam para o aumento da quantidade destes eventos.

Além disso, chama a atenção que o aumento médio observado, considerando todos os casos, é de 200%, o que significa dizer que um evento acima desta magnitude passaria a acontecer a cada cinco anos (seis eventos em 30 anos), sendo que acontecia a cada 15 anos (2 eventos em 30 anos) no período de referência. Destaca-se, ainda, que o quantil 0,75 (topo dos Boxplots) no período de 2051-2080 indica que 25% dos resultados sugerem que a frequência destes eventos pode aumentar ainda mais, chegando a um evento a cada três ou quatro anos (nove eventos entre 2051-2080).

Avaliando o nível de concordância dos modelos (Tabela “b” do Box 3), percebe-se que este limiar é o único caso em que todos os cenários, nos dois períodos analisados, possuem níveis de concordância acima de 66%, inclusive alcançando níveis acima de 80% em três situações, o que indica um alto nível de confiança da afirmação que este tipo de evento acontecerá mais frequentemente nas próximas décadas.

A partir de todos estes resultados, é possível concluir que os sinais das mudanças climáticas no município de Santos apontam para:

- Maior intensificação dos eventos extremos de chuva que acontecem durante 72 horas;
- Quanto maior a intensidade destes eventos, maiores são as evidências a respeito deste aumento, independentemente do cenário de aquecimento;
- Esta intensificação se mostrou mais intensa e com maior convergência dos modelos no cenário 4.5, o que sugere que o aumento dos eventos mais extremos será inevitável e acontecerá conforme os níveis de aquecimento médio global forem se concretizando;
- A incerteza que ainda existe nos resultados se refere à intensidade e à frequência em que estes eventos aumentarão, de modo que, quanto maior o horizonte de análise, maior será a dispersão dos resultados. Portanto, mais difícil será de inferir os valores possíveis de serem alcançados.

Por outro lado, os resultados sugerem que este aumento deve ser observado já nas próximas três décadas (2021-2050), especialmente os eventos acima de 127mm/72h, sobretudo, os acima de 220 mm/72h.

**Box 3.1 - Sumarização dos resultados para os eventos de chuva potencialmente deflagradores de deslizamentos de pequeno porte e pontuais (80 mm/72h)**

**80 mm / 72h – Impactos de pequena magnitude, deslizamentos pontuais**

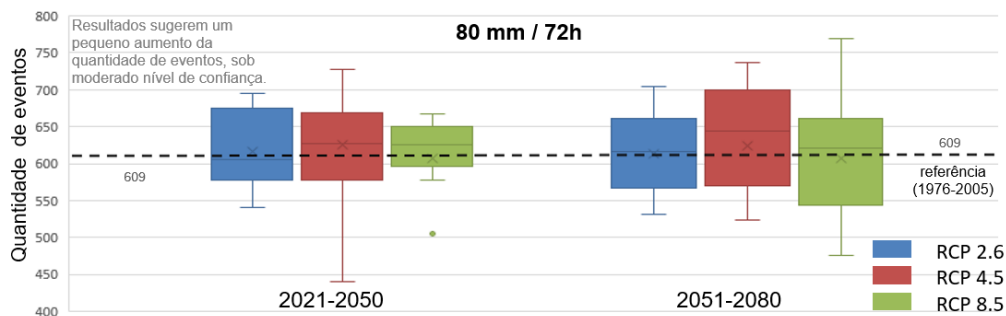
ID do Modelo	Mudança Relativa (%) ao período de Referência (1976-2005)					
	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
CORDEX ICTP_HadGEM2-ES ICTP-RegCM4-3_v4		-5,35	1,53		-5,64	-0,48
CORDEX MOHC-HadGEM2-ES_GERICS-REMO2015_v1	-5,41		6,96	2,03		-4,06
CORDEX MPI-CSC MPI-M-MPI-ESM-LR MPI-CSC-REMO2009_v1	-0,63	-5,45	3,04	-12,68	-6,81	-12,16
CORDEX MPI-ESM-MR ICTP-RegCM4-7_v0	9,94		7,60	15,67		23,27
CORDEX MPI-M-MPI-ESM-LR_GERICS-REMO2015_v1	-5,20		-17,18	-9,86		-15,27
CORDEX NorESM1-M_GERICS-REMO2015_v1	-0,50		5,90	8,41		-3,14
CORDEX SMHI_CCCma-CanESM2_SMHI-RCA4_v3		9,06	9,29		0,80	12,50
CORDEX SMHI_CSIRO-Mk3-6-0_SMHI-RCA4_v3		-6,26	0,56		20,86	7,37
CORDEX SMHI_EC-EARTH_SMHI-RCA4_v3	-11,14	2,91	5,69	-5,57	-4,48	-5,21
CORDEX SMHI_GFDL-ESM2M_SMHI-RCA4_v3		3,04	-1,77		-13,92	-6,33
CORDEX SMHI_HadGEM2-ES_SMHI-RCA4_v3	-4,79	1,37	5,25	9,25	15,41	8,68
CORDEX SMHI_IPSL-CM5R-MR_SMHI-RCA4_v3		18,20	8,01		12,95	26,20
CORDEX SMHI_MIROC5_SMHI-RCA4_v3	1,39	15,95	-2,15	5,06	17,97	18,73
CORDEX SMHI_MPI-ESM-LR_SMHI-RCA4_v3	13,35	19,53	9,64	0,25	6,55	5,07
CORDEX SMHI_NorESM1-M_SMHI-RCA4_v3	14,05	10,08	3,31	-5,95	17,02	8,43
CORDEX_UCAN_CCCma-CanESM2_UCAN-WRF341I		-5,03	1,42		4,84	4,46
Eta_BESM_20km		7,53	-5,17		8,99	-16,52
Eta_CanESM_20km		7,66	2,22		-6,65	-21,88
Eta_HadGEM2-ES_5km		-27,74	-48,21		-39,56	-40,40
Eta_MIROC_20km		-3,47	-2,86		11,94	6,33

Na média global, os resultados sugerem que, no futuro, passaria de 200 para 206 eventos a cada 10 anos, comparando com 1976-2005.

Probabilidade de concretização  
2021-2050: 64%  
2051-2080: 58%

**Concordância do sinal da tendência**

80mm / 72h	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
positivos	4	10	14	6	10	10
negativos	6	6	6	4	6	10
neutros	0	0	0	0	0	0
total	10	16	20	10	16	20
concordância	60,0%	62,5%	70,0%	60,0%	62,5%	50,0%
		53,85%			61,54%	



**Estatísticas das simulações**

	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
máximo	695	728	668	704	736	769
percentil 90%	691	713	659	669	716	726
percentil 85%	683	697	656	664	710	691
média	616	625	607	613	624	608
percentil 15%	577	576	589	557	568	515
percentil 10%	573	573	570	547	546	505
mínimo	541	440	315	532	368	363

**Box 3.2 - Sumarização dos resultados para os eventos de chuva potencialmente deflagradores de deslizamentos esparsos e de magnitude intermediária (127 mm/72h):**

**127 mm / 72h – Impactos de magnitude intermediária, deslizamentos esparsos**

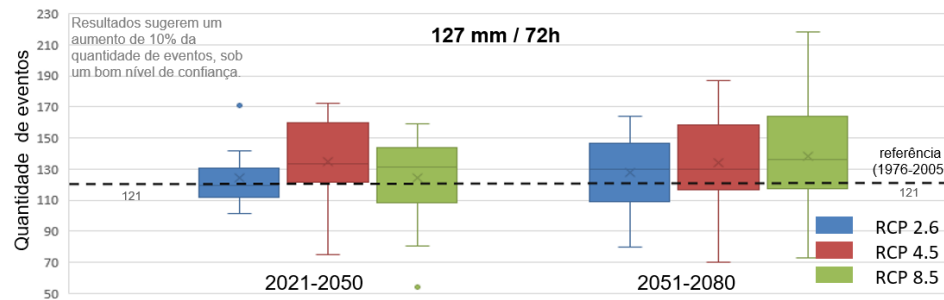
ID do Modelo	Mudança Relativa (%) ao período de Referência (1976-2005)					
	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
CORDEX ICTP_HadGEM2-ES ICTP-RegCM4-3_v4		0,00	-3,37		-7,69	17,31
CORDEX_MOHC-HadGEM2-ES_GERICS-REMO2015_v1	4,37		29,61	35,44		4,85
CORDEX_MPI-CSC_MPI-M-MPI-ESM-LR_MPI-CSC-REMO2009_v1	-3,16	-1,05	17,89	-15,26	21,05	-1,58
CORDEX_MPI-ESM-MR ICTP-RegCM4-7_v0	17,06		5,29	18,82		80,59
CORDEX_MPI-M-MPI-ESM-LR_GERICS-REMO2015_v1	-10,64		-9,04	4,26		5,32
CORDEX_NorESM1-M_GERICS-REMO2015_v1	-6,92		13,84	13,21		15,09
CORDEX_SMHI_CCCma-CanESM2_SMHI-RCA4_v3		8,62	22,99		-10,92	26,44
CORDEX_SMHI_CSIRO-Mk3-6-0_SMHI-RCA4_v3		30,07	31,47		54,55	20,98
CORDEX_SMHI_EC-EARTH_SMHI-RCA4_v3	-16,46	21,95	31,10	4,88	10,37	-1,83
CORDEX_SMHI_GFDL-ESM2M_SMHI-RCA4_v3		33,76	19,11		3,18	10,19
CORDEX_SMHI_HadGEM2-ES_SMHI-RCA4_v3	-1,14	2,29	10,86	10,29	22,29	33,71
CORDEX_SMHI_IPSL-CM5R-MR_SMHI-RCA4_v3		32,85	8,76		-4,38	40,15
CORDEX_SMHI_MIROC5_SMHI-RCA4_v3	5,10	32,48	-10,83	29,30	38,85	36,31
CORDEX_SMHI_MPI-ESM-LR_SMHI-RCA4_v3	40,99	42,24	-11,80	-8,07	33,54	37,89
CORDEX_SMHI_NorESM1-M_SMHI-RCA4_v3	-1,65	4,13	-1,65	-33,88	13,22	-3,31
CORDEX_UCAN_CCCma-CanESM2_UCAN-WRF3411		28,10	12,38		39,05	44,29
Eta_BESM_20km		4,52	-25,42		4,52	-20,34
Eta_CanESM_20km		12,18	8,63		-1,02	-7,11
Eta_HadGEM2-ES_5km		-33,86	-55,56		-42,33	-39,68
Eta_MIROC_20km		-37,95	-33,33		2,05	-13,33

Na média global, os resultados sugerem que, no futuro, passaria de 40 para 44 eventos a cada 10 anos, comparando com 1976-2005.

Probabilidade de concretização  
2021-2050: 65%  
2051-2080: 68%

Concordância do sinal da tendência

127mm / 72h	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
positivos	4	12	12	7	11	13
negativos	6	3	8	3	5	7
neutros	0	1	0	0	0	0
total	10	16	20	10	16	20
concordância	60,0%	75,0%	60,0%	70,0%	68,8%	65,0%
		61,54%		69,23%		



Estatísticas das simulações

	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
máximo	171	172	159	164	187	219
percentil 90%	145	161	157	157	168	170
percentil 85%	137	161	150	152	166	167
média	124	135	125	128	134	138
percentil 15%	110	120	104	106	113	111
percentil 10%	107	100	89	100	110	104
mínimo	101	75	54	80	70	73

**Box 3.3 - Sumarização dos resultados para os eventos de chuva potencialmente deflagradores de deslizamentos generalizados e de altíssima magnitude (220 mm/72h):**

**220 mm / 72h – Impactos de altíssima magnitude, deslizamentos generalizados**

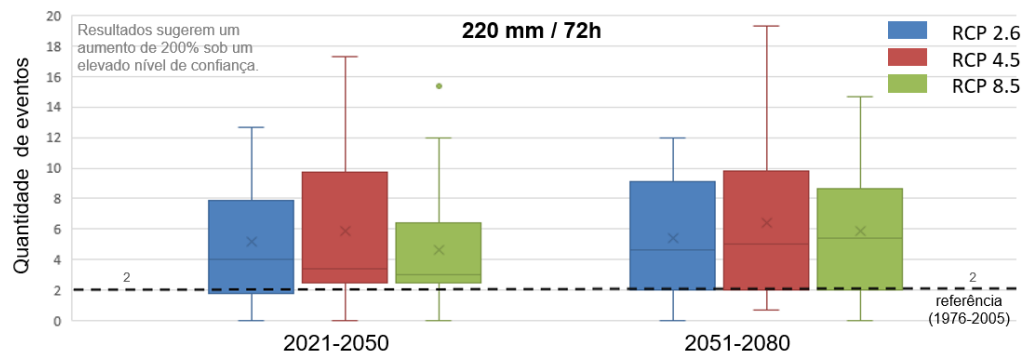
ID do Modelo	Mudança Relativa (%) ao período de Referência (1976-2005)					
	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
CORDEX ICTP_HadGEM2-ES ICTP-RegCM4-3_v4		75,00	25,00		-50,00	250,00
CORDEX_MOHC-HadGEM2-ES_GERICS-REMO2015_v1	225,00		400,00	350,00		250,00
CORDEX_MPI-CSC_MPI-M-MPI-ESM-LR_MPI-CSC-REMO2009_v1	-50,00	-75,00	25,00	-100,00	175,00	150,00
CORDEX_MPI-ESM-MR ICTP-RegCM4-7_v0	66,67		33,33	33,33		633,33
CORDEX_MPI-M-MPI-ESM-LR_GERICS-REMO2015_v1	-100,00		-75,00	50,00		50,00
CORDEX_NorESM1-M_GERICS-REMO2015_v1	133,33		100,00	133,33		166,67
CORDEX_SMHI_CCCma-CanESM2_SMHI-RCA4_v3		66,67	33,33		-33,33	66,67
CORDEX_SMHI_CSIRO-Mk3-6-0_SMHI-RCA4_v3		766,67	266,67		433,33	333,33
CORDEX_SMHI_EC-EARTH_SMHI-RCA4_v3	533,33	266,67	666,67	366,67	533,33	366,67
CORDEX_SMHI_GFDL-ESM2M_SMHI-RCA4_v3		-100,00	33,33		-66,67	-100,00
CORDEX_SMHI_HadGEM2-ES_SMHI-RCA4_v3	66,67	266,67	500,00	333,33	266,67	333,33
CORDEX_SMHI_IPSL-CM5R-MR_SMHI-RCA4_v3		33,33	66,67		100,00	-66,67
CORDEX_SMHI_MIROC5_SMHI-RCA4_v3	500,00	500,00	66,67	500,00	866,67	566,67
CORDEX_SMHI_MPI-ESM-LR_SMHI-RCA4_v3	200,00	400,00	133,33	133,33	633,33	266,67
CORDEX_SMHI_NorESM1-M_SMHI-RCA4_v3	-	350,00	200,00	-100,00	250,00	-
CORDEX_UCAN_CCCma-CanESM2_UCAN-WRF341I		475,00	225,00		200,00	600,00
Eta_BESM_20km		66,67	33,33		66,67	-66,67
Eta_CanESM_20km		25,00	0,00		125,00	175,00
Eta_HadGEM2-ES_5km		-50,00	-100,00		0,00	-75,00
Eta_MIROC_20km		25,00	0,00		0,00	0,00

Na média global, os resultados sugerem que, no futuro, passaria de 1 evento a cada 15 anos para 1 evento a cada 5 ou 6 anos, comparando com 1976-2005.

Probabilidade de concretização  
2021-2050: 77%  
2051-2080: 73%

Concordância do sinal da tendência

220mm / 72h	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
positivos	7	13	16	8	11	14
negativos	2	3	2	2	3	4
neutros	1	0	2	0	2	2
total	10	16	20	10	16	20
concordância	70,0%	81,3%	80,0%	80,0%	68,8%	70,0%
		76,92%			73,08%	



Estatísticas das simulações

	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
máximo	13	17	15	12	19	15
percentil 90%	12	12	10	10	14	13
percentil 85%	10	11	8	9	12	10
média	5	6	5	5	6	6
percentil 15%	1	1	2	1	2	1
percentil 10%	1	1	2	0	1	1
mínimo	0	0	0	0	1	0

## EVENTOS POTENCIALMENTE DEFLAGRADORES DE INUNDAÇÕES BRUSCAS, ENXURRADAS E ALAGAMENTOS

Para estes eventos manteve-se a apresentação dos resultados por meio de Bloxplots a seguir (Figura 3.2.2.4, Figura 3.2.2.5 e Figura 3.2.2.6), que representam as estatísticas apresentadas nos Boxes 4, 5 e 6). Para facilitar a leitura dos gráficos, uma linha pontilhada foi inserida para representar a quantidade de eventos acima do respectivo limiar considerando a base de dados observados para o período de 1976-2005.

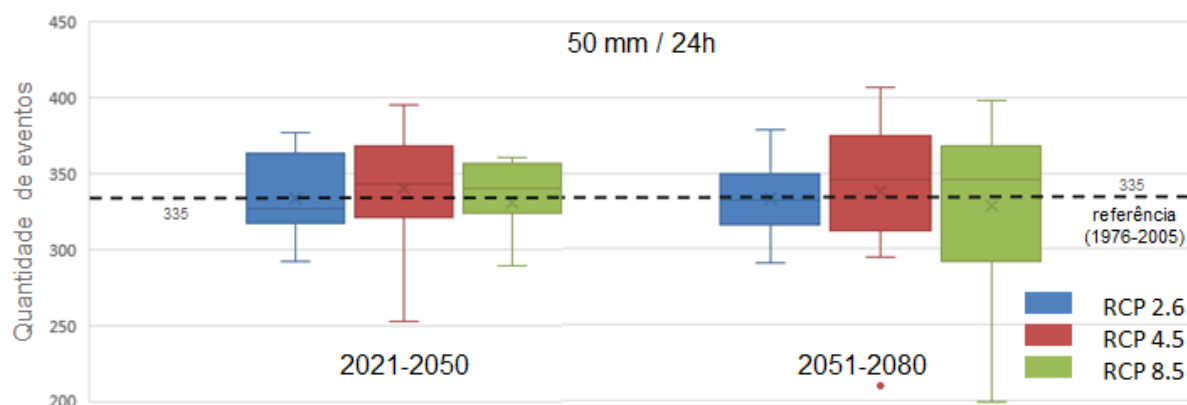


Figura 3.2.2.4 - Gráficos em Boxplot representando os resultados para os eventos potencialmente deflagradores de inundações, enxurradas e alagamentos de pequeno porte e/ou pontuais, avaliados pelos eventos que ultrapassam o limiar de 50 mm em 24 horas. A linha pontilhada destaca o valor do total de eventos que ultrapassaram este limiar (neste caso, 335) no período de referência 1976-2005, considerando os dados observados (CHIRPS).

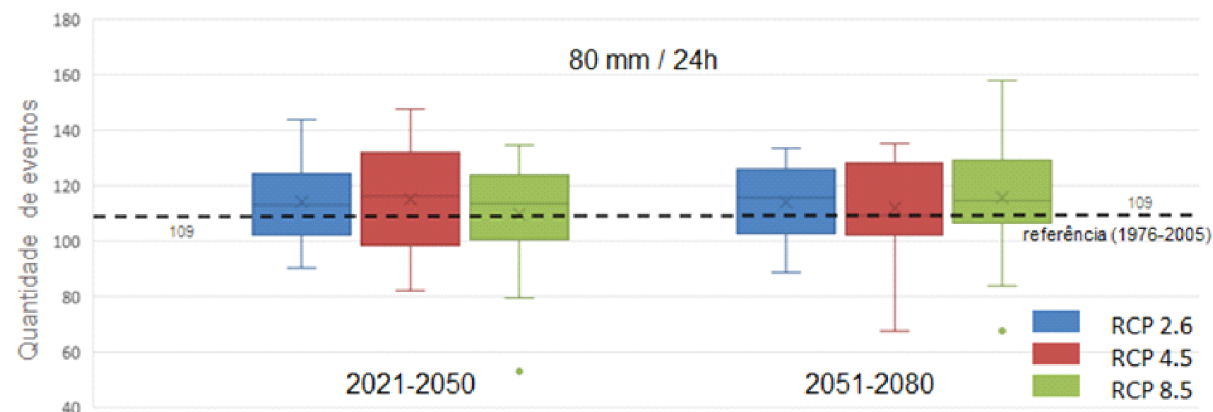
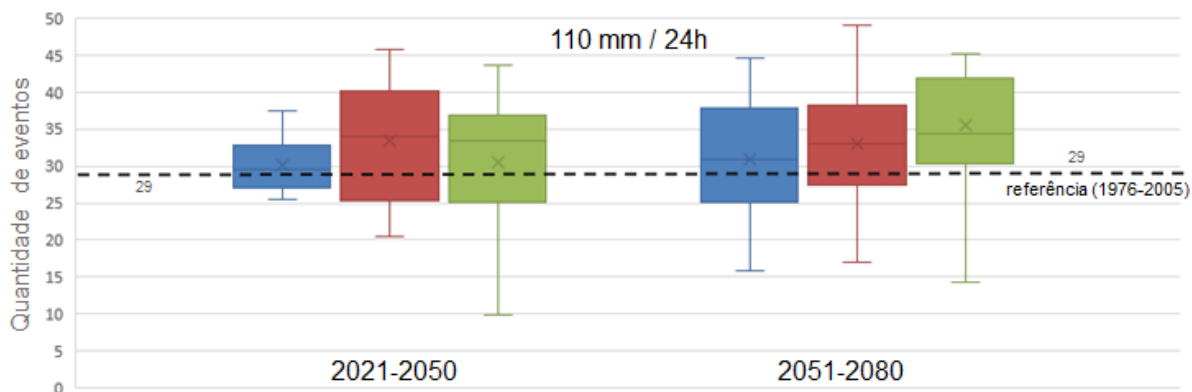


Figura 3.2.2.5 - Gráficos em Boxplot representando os resultados para os eventos potencialmente deflagradores de inundações, enxurradas e alagamentos de médio porte e/ou esparsos, avaliados pelos eventos que ultrapassam o limiar de 80 mm em 24 horas. A linha pontilhada destaca o valor do total de eventos que ultrapassaram este limiar (neste caso, 109) no período de referência 1976-2005, considerando os dados observados (CHIRPS).



**Figura 3.2.2.6 - Gráficos em Boxplot representando os resultados para os eventos potencialmente deflagradores de inundações, enxurradas e alagamentos de grande porte e/ou generalizados, avaliados pelos eventos que ultrapassam o limiar de 110 mm em 24 horas. A linha pontilhada destaca o valor do total de eventos que ultrapassaram este limiar (neste caso, 29) no período de referência 1976-2005, considerando os dados observados (CHIRPS).**

De forma semelhante ao que foi discutido para o limiar de 80 mm/72h, os resultados para os eventos acima de 50 mm/24h são inconclusivos.

Observando a média das simulações (representada pelo “x” dentro dos Bloxplots), é observada uma discreta redução na quantidade de eventos (menos que 1%). Nota-se, entretanto, que há uma grande dispersão entre os resultados dos modelos, visto que a mediana (linha que corta os Boxplots) está discretamente acima da linha de referência nos dois horizontes temporais avaliados - os cenários RCP 4.5 e 8.5. O quantil 0,75% está sempre acima, mas o quantil 0,25 encontra-se sempre abaixo.

Ademais, as métricas de concordância do sinal de tendência (tabela “b” do Box 4) estão sempre muito próximas de 50%, o que indica que quase metade dos modelos aponta para uma tendência de aumento, enquanto a outra metade indica o contrário. Apenas na situação do cenário RCP 2.6 no período 2021-2050, há uma convergência significativa entre os modelos, onde 80% deles sugerem que haverá uma diminuição desses tipos de eventos.

Porém, é preciso lembrar que o cenário RCP 2.6 foi inserido nas análises apenas para enriquecer e visualizar melhor alguns padrões. Ele é considerado quase impossível de ser alcançado dadas suas metas audaciosas de redução de gases de efeito estufa ao longo do século XXI.

Para os dois casos mais extremos (80mm e 110mm em 24h), os resultados também sugerem um comportamento semelhante àqueles observados para os casos avaliados em 72h. Isto é, haverá um discreto aumento (+4%) da quantidade de eventos para o caso intermediário (80 mm/24h), sob um nível médio de confiança (60%), e um acréscimo mais significativo (+11%) para os eventos acima de 110 mm/24h, sob um bom nível de confiança (70%).

Para estes dois casos também foi evidenciado que a intensificação dos eventos extremos já começa a acontecer nas próximas décadas (2021-2050), tendendo a se intensificar um pouco mais com o passar do tempo, principalmente no cenário RCP 8.5.

Considerando todos estes resultados, é possível concluir que também se tornarão mais frequentes nas próximas décadas os eventos de chuva mais intensos e que acontecem em um curto período de horas, normalmente deflagrando inundações bruscas, enxurrada e alagamento. Esta afirmação torna-se mais coesa quanto maior for a severidade do evento de chuva analisado. Por outro lado, os resultados de eventos menos extremos (50 mm/24h) sugerem a situação oposta, isto é, uma diminuição dos eventos das chuvas mais brandas em comparação com o período histórico.



Quanto aos cenários RCP avaliados, o cenário 4.5 indica que o maior aumento da quantidade de eventos extremos acontece já entre 2021-2050 e depois declina um pouco; enquanto os resultados do cenário RCP 8.5 indicam que este aumento se intensifica com o passar das décadas, sendo o pior cenário em 2051-2080.

#### **SUMARIZAÇÃO DOS RESULTADOS**

**A seguir são apresentados os resultados sumarizados para os eventos de chuva potencialmente deflagradores de inundações, enxurradas e alagamentos de pequeno, médio e grande porte.**

**Box 3.4 - Sumarização dos resultados para os eventos de chuva potencialmente deflagradores de inundações, enxurradas e alagamentos de pequeno porte e pontuais (50 mm/24h):**

**50 mm / 24h - Impactos de pequena magnitude, alagamentos e enxurradas pontuais**

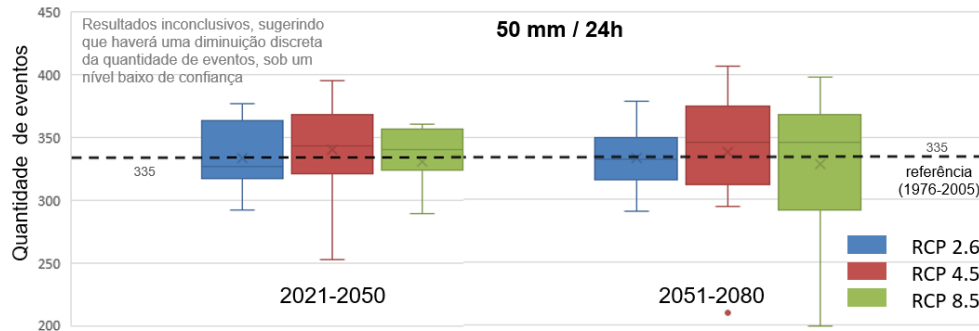
ID do Modelo	Mudança Relativa (%) ao período de Referência (1976-2005)					
	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
CORDEX ICTP_HadGEM2-ES ICTP-RegCM4-3_v4		-4,10	-3,84		-3,84	-5,51
CORDEX_MOHC-HadGEM2-ES_GERICS-REMO2015_v1	-10,52		-0,13	-4,26		-13,18
CORDEX_MPI-CSC MPI-M-MPI-ESM-LR MPI-CSC-REMO2009_v1	-1,18	-5,00	-1,91	-13,09	-7,35	-12,35
CORDEX_MPI-ESM-MR ICTP-RegCM4-7_v0	12,41		3,96	13,13		17,45
CORDEX_MPI-M-MPI-ESM-LR_GERICS-REMO2015_v1	-2,92		-13,54	-9,69		-16,00
CORDEX_NorESM1-M_GERICS-REMO2015_v1	-1,73		2,12	1,54		-7,13
CORDEX_SMHI_CCCma-CanESM2_SMHI-RCA4_v3		5,52	6,41		-5,34	10,14
CORDEX_SMHI_CSIRO-Mk3-6-0_SMHI-RCA4_v3		-4,04	0,90		16,37	8,30
CORDEX_SMHI_EC-EARTH_SMHI-RCA4_v3	-12,80	3,71	6,49	-2,78	-1,30	0,74
CORDEX_SMHI_GFDL-ESM2M_SMHI-RCA4_v3		2,54	5,28		-11,94	-2,35
CORDEX_SMHI_HadGEM2-ES_SMHI-RCA4_v3	-3,13	-2,96	7,65	6,26	10,78	10,96
CORDEX_SMHI_IPSL-CM5R-MR_SMHI-RCA4_v3		15,71	6,43		6,90	18,81
CORDEX_SMHI_MIROC5_SMHI-RCA4_v3	-3,70	12,87	-1,95	3,70	21,25	11,70
CORDEX_SMHI_MPI-ESM-LR_SMHI-RCA4_v3	11,11	17,89	6,78	0,75	6,59	9,42
CORDEX_SMHI_NorESM1-M_SMHI-RCA4_v3	7,51	11,26	5,90	-2,14	14,21	5,90
CORDEX_UCAN_CCCma-CanESM2_UCAN-WRF341I		-3,57	6,22		5,07	5,99
Eta_BESM_20km		2,40	-8,65		1,28	-22,28
Eta_CanESM_20km		4,08	-0,70		-11,25	-25,74
Eta_HadGEM2-ES_5km		-24,70	-42,55		-37,32	-40,54
Eta_MIROC_20km		-6,92	-7,91		12,29	8,05

Na média global, os resultados sugerem que, no futuro, passaria de 112 para 111 eventos a cada 10 anos, comparando com 1976-2005.

Probabilidade de concretização  
 2021-2050: 52%  
 2051-2080: 46%

**Concordância do sinal da tendência**

50mm / 24h	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
positivos	2	9	11	5	9	11
negativos	8	7	9	5	7	9
neutros	0	0	0	0	0	0
total	10	16	20	10	16	20
concordância	80,0%	56,3%	55,0%	50,0%	56,3%	55,0%
		57,69%			53,85%	



**Estatísticas das simulações**

	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
máximo	377	395	361	379	406	398
percentil 90%	373	383	357	358	386	376
percentil 85%	368	377	357	353	381	372
média	333	340	331	333	338	329
percentil 15%	308	319	308	309	301	278
percentil 10%	299	315	304	301	296	259
mínimo	292	252	192	291	210	199

**Box 3.5 - Sumarização dos resultados para os eventos de chuva potencialmente deflagradores de inundações, enurradas e alagamentos de médio porte e esparsos (80 mm/24h)**

**80 mm / 24h – Impactos de magnitude intermediária, grandes alagamentos e inundações**

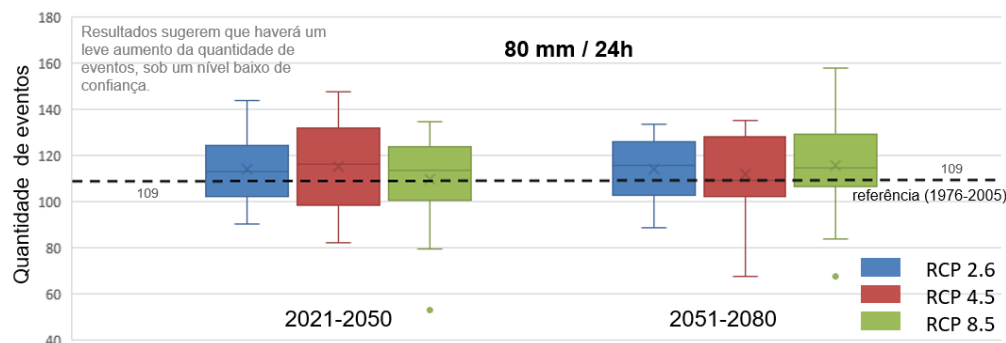
ID do Modelo	Mudança Relativa (%) ao período de Referência (1976-2005)					
	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
CORDEX ICTP_HadGEM2-ES ICTP-RegCM4-3_v4		-10,20	-3,53		-11,76	-0,39
CORDEX_MOHC-HadGEM2-ES_GERICS-REMO2015_v1	2,04		16,73	14,29		6,94
CORDEX_MPI-CSC_MPI-M-MPI-ESM-LR_MPI-CSC-REMO2009_v1	6,76	-8,56	10,81	-18,47	0,90	-9,01
CORDEX_MPI-ESM-MR ICTP-RegCM4-7_v0	17,68		14,92	19,89		44,75
CORDEX_MPI-M-MPI-ESM-LR_GERICS-REMO2015_v1	-5,19		-14,15	-2,83		-2,36
CORDEX_NorESM1-M_GERICS-REMO2015_v1	0,59		13,61	22,49		7,10
CORDEX_SMHI_CCCma-CanESM2_SMHI-RCA4_v3		12,02	10,38		-7,65	11,48
CORDEX_SMHI_CSIRO-Mk3-6-0_SMHI-RCA4_v3		-2,74	3,42		23,97	3,42
CORDEX_SMHI_EC-EARTH_SMHI-RCA4_v3	-17,05	10,23	23,30	3,41	2,27	-2,84
CORDEX_SMHI_GFDL-ESM2M_SMHI-RCA4_v3		21,69	12,65		-6,63	-2,41
CORDEX_SMHI_HadGEM2-ES_SMHI-RCA4_v3	-10,16	3,21	5,35	12,30	10,70	22,99
CORDEX_SMHI_IPSL-CM5R-MR_SMHI-RCA4_v3		25,55	8,76		-5,11	30,66
CORDEX_SMHI_MIROC5_SMHI-RCA4_v3	4,79	25,75	-7,78	8,98	23,35	30,54
CORDEX_SMHI_MPI-ESM-LR_SMHI-RCA4_v3	31,79	35,26	0,58	-1,16	16,18	20,23
CORDEX_SMHI_NorESM1-M_SMHI-RCA4_v3	13,11	10,66	-4,10	-13,93	21,31	13,93
CORDEX_UCAN_CCCma-CanESM2_UCAN-WRF341I		-4,24	-7,42		-0,71	-1,77
Eta_BESM_20km		-13,79	-27,09		-2,46	-23,15
Eta_CanESM_20km		18,47	22,89		18,07	6,83
Eta_HadGEM2-ES_5km		-24,69	-51,44		-38,27	-37,86
Eta_MIROC_20km		-12,12	-18,61		-1,30	3,46

Na média global, os resultados sugerem que, no futuro, passaria de 36 para 38 eventos a cada 10 anos, comparando com 1976-2005.

Probabilidade de concretização  
2021-2050: 62%  
2051-2080: 57%

Concordância do sinal da tendência

80mm / 24h	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
positivos	7	9	12	6	8	12
negativos	3	7	8	4	8	8
neutros	0	0	0	0	0	0
total	10	16	20	10	16	20
concordância	70,0%	56,3%	60,0%	60,0%	50,0%	60,0%
	61,54%			53,85%		



Estadísticas das simulações

	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
máximo	144	147	134	134	135	158
percentil 90%	130	137	128	131	133	142
percentil 85%	127	136	126	129	131	135
média	114	115	110	114	112	116
percentil 15%	100	96	93	98	101	105
percentil 10%	97	95	88	93	98	98
mínimo	90	82	53	89	67	68

### Box 3.6 - Sumarização dos resultados para os eventos de chuva potencialmente deflagradores de inundações, enxurradas e alagamentos de grande porte e generalizados (110 mm/24h)

110 mm / 24h – Impactos de alta magnitude, inundações bruscas intensas e muitos alagamentos

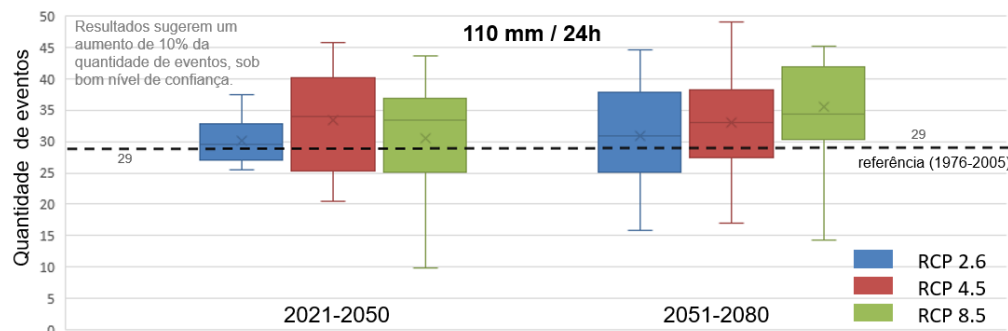
ID do Modelo	Mudança Relativa (%) ao período de Referência (1976-2005)					
	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
CORDEX ICTP_HadGEM2-ES ICTP-RegCM4-3_v4		26,47	23,53		-7,35	39,71
CORDEX_MOHC-HadGEM2-ES_GERICS-REMO2015_v1	9,23		50,77	53,85		46,15
CORDEX_MPI-CSC_MPI-M-MPI-ESM-LR_MPI-CSC-REMO2009_v1	-11,86	11,86	13,56	-3,39	47,46	35,59
CORDEX_MPI-ESM-MR ICTP-RegCM4-7_v0	24,49		18,37	30,61		138,78
CORDEX_MPI-M-MPI-ESM-LR_GERICS-REMO2015_v1	-8,77		-14,04	-15,79		5,26
CORDEX_NorESM1-M_GERICS-REMO2015_v1	-4,44		17,78	13,33		55,56
CORDEX_SMHI_CCCma-CanESM2_SMHI-RCA4_v3		12,24	28,57		-16,33	18,37
CORDEX_SMHI_CSIRO-Mk3-6-0_SMHI-RCA4_v3		53,85	43,59		69,23	30,77
CORDEX_SMHI_EC-EARTH_SMHI-RCA4_v3	4,26	21,28	38,30	10,64	29,79	-4,26
CORDEX_SMHI_GFDL-ESM2M_SMHI-RCA4_v3		42,22	22,22		17,78	4,44
CORDEX_SMHI_HadGEM2-ES_SMHI-RCA4_v3	0,00	-20,00	-10,00	2,00	14,00	14,00
CORDEX_SMHI_IPSL-CM5R-MR_SMHI-RCA4_v3		13,51	16,22		-8,11	32,43
CORDEX_SMHI_MIROC5_SMHI-RCA4_v3	28,89	57,78	-11,11	31,11	37,78	55,56
CORDEX_SMHI_MPI-ESM-LR_SMHI-RCA4_v3	4,35	23,91	-34,78	-13,04	13,04	15,22
CORDEX_SMHI_NorESM1-M_SMHI-RCA4_v3	-6,06	24,24	-9,09	-45,45	0,00	-27,27
CORDEX_UCAN_CCCma-CanESM2_UCAN-WRF341I		6,58	-22,37		15,79	18,42
Eta_BESM_20km		-29,09	-32,73		7,27	-29,09
Eta_CanESM_20km		47,76	32,84		32,84	47,76
Eta_HadGEM2-ES_5km		-29,23	-66,15		-41,54	-50,77
Eta_MIROC_20km		-19,35	-6,45		4,84	8,06

Na média global, os resultados sugerem que, no futuro, passaria de 10 para 11 eventos a cada 10 anos, comparando com 1976-2005.

Probabilidade de concretização  
2021-2050: 65%  
2051-2080: 75%

Concordância do sinal da tendência

110mm / 24h	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
positivos	5	12	11	6	11	16
negativos	4	4	9	4	4	4
neutros	1	0	0	0	1	0
total	10	16	20	10	16	20
concordância	50,0%	75,0%	55,0%	60,0%	68,8%	80,0%
		65,38%			65,38%	



Estatísticas das simulações

	2021-2050			2051-2080		
	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5	RCP 2.6	RCP 4.5	RCP 8.5
máximo	37	46	44	45	49	69
percentil 90%	36	44	40	39	41	45
percentil 85%	35	42	39	38	40	43
média	30	33	30	31	33	36
percentil 15%	27	23	22	25	27	27
percentil 10%	26	22	19	24	25	21
mínimo	26	21	10	16	17	14

### GERAÇÃO DE DADOS ESPACIALIZADOS PARA COMPOSIÇÃO DO ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL (IRCVS)

Considerando que o Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental (IRCVS) é um índice espacializado, houve a necessidade de encontrar uma forma de espacializar os resultados climáticos apresentados anteriormente. O método encontrado para isso consistiu em, primeiramente, representar a quantificação dos eventos extremos obtidos por meio dos dados observados do CHIRPS, na resolução 5km, e que estão apresentados abaixo na **Figura 3.2.2.7**.

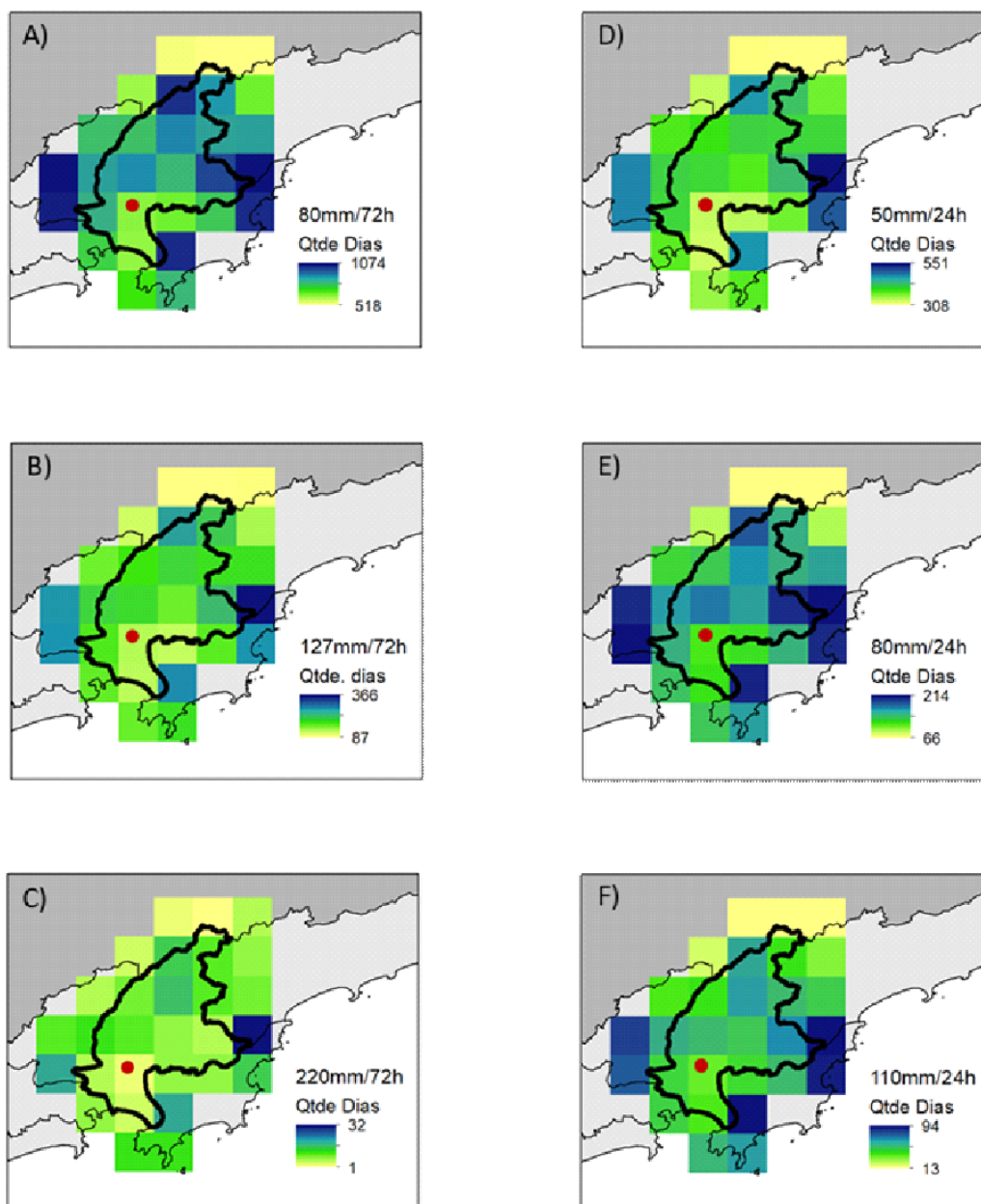


Figura 3.2.2.7 - Distribuição espacial da quantificação dos eventos de precipitação acima dos limiares críticos de a) 80 mm em 72h; b) 127 mm em 72h; c) 220 mm em 72 h; d) 50 mm em 24h; e) 80 mm em 24h; e f) 110 mm em 24h, calculados a partir dos dados observados provenientes do CHIRPS 5km, entre 1981-2006. O ponto em vermelho representa a localização do ponto de grade de onde foram extraídas as estatísticas de referência para as análises climáticas.

A partir dos dados apresentados na **Figura 3.2.2.7**, foi necessário encontrar algum método que conseguisse inserir as análises do clima futuro espacialmente sob o território de Santos.

Lembrando que os resultados apresentados nos itens acima correspondem às estatísticas extraídas de apenas um ponto de grade dos modelos climáticos utilizados, os quais possuem diferentes resoluções, normalmente variando entre 20 km e 40 km. Ou seja, considerando esta pequena dimensão territorial frente à resolução dos dados de modelagem climática, não é possível espacializar os resultados diretamente, visto que os pontos de grade dos modelos se resumiram em apenas um ou dois pontos sob todo o município de Santos, não coincidentes espacialmente entre si.

Sendo assim, a alternativa encontrada foi de extrair métricas das mudanças relativas dos resultados apresentados e aplicá-las diretamente sob todos os resultados apresentados na **Figura 3.2.2.7**. Para tal, foi necessário definir quais seriam os incrementos a serem computados.

Esta definição foi feita a partir de três cenários hipotéticos apresentados na Tabela 3.4, que consideram as estatísticas expostas nos Boxes 1, 2, 3, 4, 5 e 6 (especialmente os da tabela “c”), sendo eles:

- Cenário realista: média dos incrementos de todos os cenários RCPs nos dois períodos analisados (2021-2050 e 2051-2080);
- Cenário pessimista: estabelecido pela média dos quantis 0,15 (ver tabelas “c” apresentadas nos boxes) nos dois períodos analisados (2021-2050 e 2051-2080);
- Cenário otimista: estabelecido pela média dos quantis 0,85 (ver tabela “c” apresentadas nos Boxes) nos dois períodos analisados (2021-2050 e 2051-2080);

**Tabela 3.2.2.2 - Cenários hipotéticos de possíveis incrementos causados pelas mudanças climáticas e que serão computados aos dados observados para serem inseridos no IRCVS**

CENÁRIOS	LIMIARES EM 72H			LIMIARES EM 24H		
	80 mm	127 mm	220 mm	50 mm	80 mm	110 mm
Pessimista	+12%	+30%	+400%	+10%	+20%	+36%
Realista	+1%	+8%	+200%	zero	+4%	+11%
Otimista	-7%	-8%	-35%	-9%	-10%	-14%

Estes cenários foram repassados para gerar o IRCVS de modo que todos os pontos da malha de 5 km receberão os mesmos incrementos positivos ou negativos, conforme a Tabela 3.2.2.2.

### **ANÁLISES COMPLEMENTARES UTILIZANDO ÍNDICES DE EXTREMOS DE PRECIPITAÇÃO**

Este item apresenta os resultados para os índices de extremos de precipitação que expressam alguma conexão com a deflagração de processos hidrogeológicos, especificamente o Rx1Day, Rx5day, CWD, R95 pRot (**Figura 3.2.2.8, Figura 3.2.2.9, Figura 3.2.2.10 e Figura 3.2.2.11**).

Além destes índices, também se avaliou o Total de Precipitação Anual (**Figura 3.2.2.12**), como complemento para entender o comportamento geral das mudanças nos padrões de chuva nas próximas décadas. Para todos estes casos, as linhas representam a mediana dos 20 modelos utilizados, sendo que o limite superior da pluma de dispersão refere-se ao quantil 0,25 e o limite

inferior ao quantil 0,75. A cor azul se refere ao cenário RCP 4.5, enquanto o vermelho ao cenário RCP 8.5. Os gráficos foram plotados considerando a média móvel de cinco anos para uma melhor apresentação dos resultados.

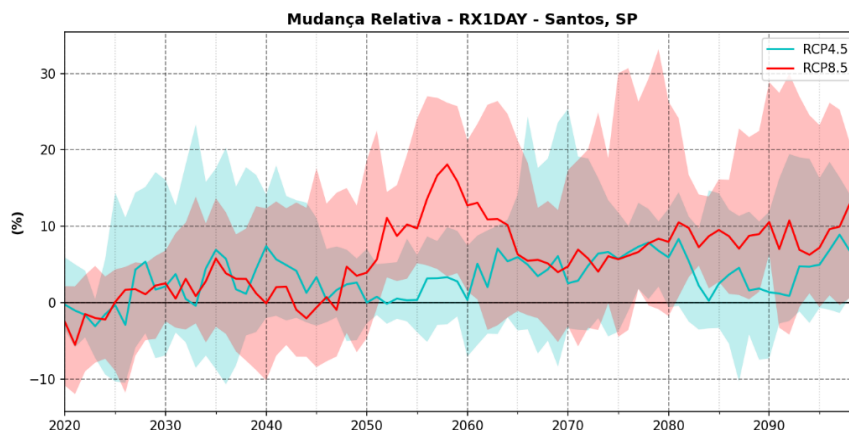


Figura 3.2.2.8 - Gráfico da mudança relativa comparando as projeções dos valores anuais do índice Rx1Day ao valor médio encontrado para o período de referência (*baseline*) (1976-2005).

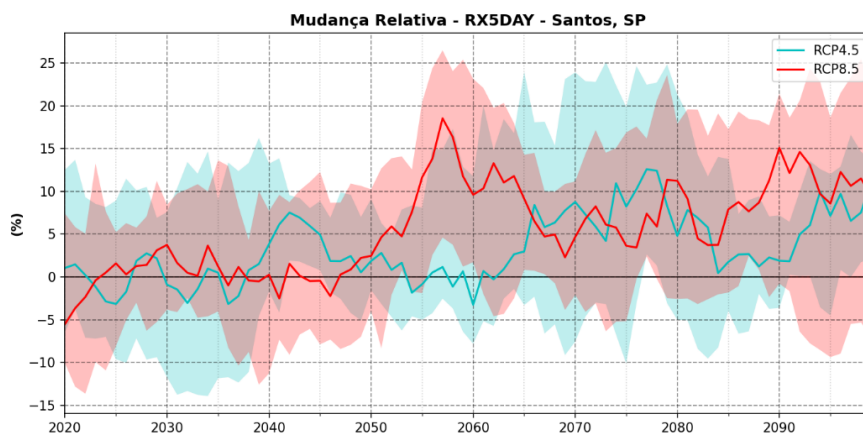


Figura 3.2.2.9 - Gráfico da mudança relativa comparando as projeções dos valores anuais do índice Rx5day com o valor médio encontrado para o período de referência (*baseline*) (1976-2005).

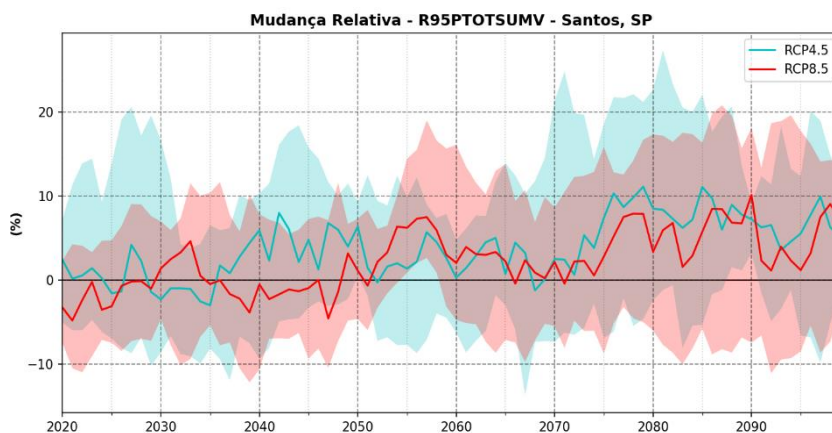
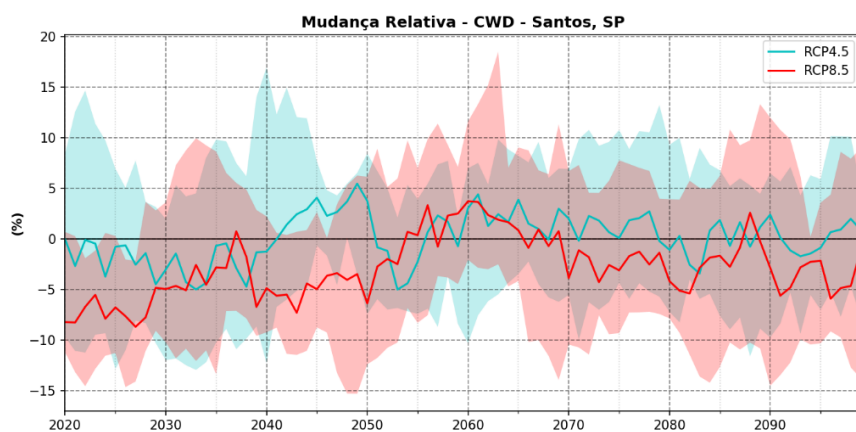
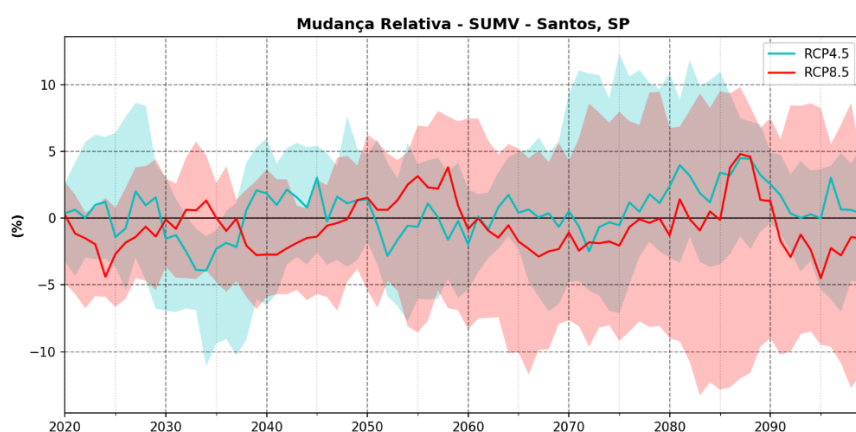


Figura 3.2.2.10 - Gráfico da mudança relativa comparando as projeções dos valores anuais do índice R95 spot ao valor médio encontrado para o período de referência (*baseline*) (1976-2005).



**Figura 3.2.2.11 - Gráfico da mudança relativa comparando as projeções dos valores anuais do índice CWD com o valor médio encontrado para o período de referência (baseline) (1976-2005).**



**Figura 3.2.2.12 - Gráfico da mudança relativa comparando as projeções dos valores de Total de Precipitação Anual com o valor médio encontrado para o período de referência (baseline) (1976-2005).**

Os resultados para os índices Rx1Day e Rx5day podem ser entendidos como complemento das análises de quantificação dos eventos que ultrapassam os limiares apresentados no item 3.2.1.

Enquanto os resultados dos serviços climáticos foram direcionados para avaliar a quantidade de eventos acima de limiares específicos, estes dois índices de extremos (Rx 1 Day e Rx5day) corroboram para o entendimento sobre a variação da magnitude dos eventos mais severos.

As **Figuras 3.2.2.11 e 3.2.2.12** acima mostram que a maioria dos modelos utilizados sugere, para os dois cenários RCP, que até 2050 haverá um aumento discreto (aproximadamente 3%) na máxima severidade dos eventos de precipitação, sendo que a partir desta data é provável que haja uma maior intensificação até o final do século, na ordem de 10%.

Ainda que existam diferenças entre os resultados do Rx 1 Day e do Rx5day, de forma geral, o comportamento observado ao longo do tempo é o mesmo entre eles, o que significa que a magnitude dos eventos de maior severidade que acontecem em 1 dia ou em 5 dias tende a aumentar ao longo do tempo, independentemente do cenário RCP. A diferença mais significativa entre os dois cenários é que o RCP 8.5 atinge valores mais elevados entre 2050-2070, sendo que as variações nos demais períodos são basicamente equivalentes entre si.



Para o índice CWD (máxima sequência de dias chuvosos consecutivos), os resultados no cenário RCP 4.5 são inconclusivos, pois a mediana do conjunto de dados fica sempre oscilando em torno do valor de referência para todo o período futuro analisado (2021 até 2100).

Já para o cenário RCP 8.5, os resultados são um pouco mais expressivos, indicando que deve ocorrer uma diminuição média de 5% neste número ao longo das próximas décadas. Juntamente com os outros dados de precipitação que foram apresentados, este resultado sugere que, neste cenário (RCP 8.5) é provável que haja uma alteração na tempestividade das chuvas, de forma que elas se tornarão menos distribuídas ao longo do calendário anual, se concentrando em períodos mais curtos de tempo.

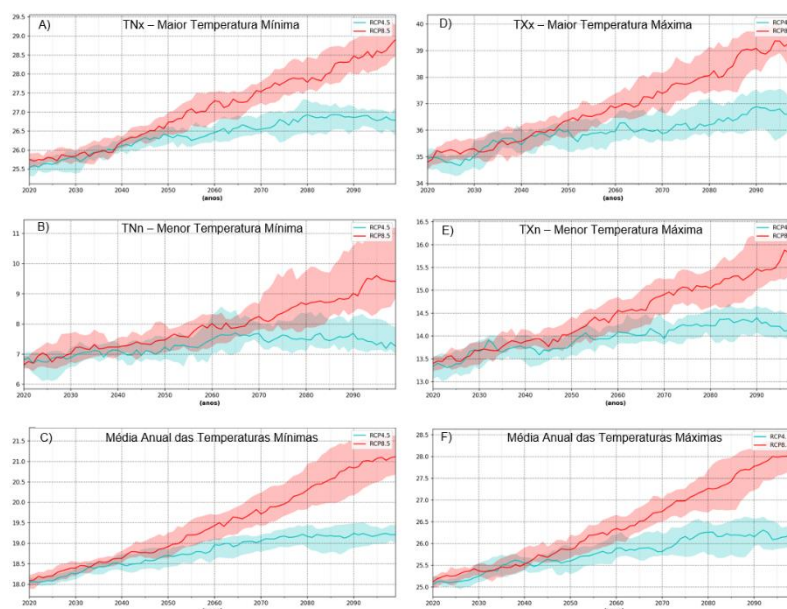
Ou seja, aqueles eventos caracterizados por um elevado volume de chuva distribuídos ao longo de vários dias (como os que acontecem durante a atuação de ZCAS) tendem a se concentrar num período menor, aumentando a intensidade dos eventos.

Para complementar esta visão, soma-se os resultados para o Total de Precipitação Anual (**Figura 3.2.2.12**), que sugerem que, em termos de volume total precipitado não teremos alterações significativas, haja vista que a tendência é que tenham períodos acima e abaixo da média (+/- 5%) com o passar do tempo. Ou seja, o volume total de chuva incidente no município não se alteraria, mas os tipos dos eventos de chuva seriam diferentes daqueles observados historicamente, de forma que os eventos mais brandos tendem a ocorrer menos e ficarão mais espaçados temporalmente, sendo que os eventos mais severos se tornarão cada vez mais intensos e frequentes.

### 3.2.3 RESULTADOS E DISCUSSÕES PARA OS DADOS DE TEMPERATURA

Este item apresenta os resultados para os índices de extremos de temperatura, especificamente o TXx, TXn, TNx, TNn, média de temperatura máxima e média de temperatura mínima (**Figura 3.2.3.1**), além dos índices CSDI e WSDI (**Figura 3.2.3.2**) que estão relacionados a ondas de frio e de calor, respectivamente.

As discussões para estes índices serão feitas de forma conjunta, considerando que as tendências futuras para todos os índices são praticamente as mesmas, com exceção dos índices WSDI e CSDI, que serão discutidos separadamente. Todos estes índices foram calculados a partir da mudança relativa (incrementos) das projeções anuais com valor médio encontrado no período de referência (*baseline*) (1976-2005), que foi somada ao valor médio encontrado a partir dos dados observados do CPC.



**Figura 3.2.3.1 - Resultados ajustados das projeções dos índices. a) TNx, b) TNn, c) Média da Temperatura Mínima, d) TXx, e) TNx e f) Média da Temperatura Máxima. As linhas representam a mediana do conjunto de modelos utilizados, sendo que o limite superior da pluma de dispersão refere-se ao quantil 0,75, enquanto o limite inferior refere-se ao quantil 0,25. Os gráficos foram plotados considerando uma média móvel de cinco anos.**

Em geral, os demais índices crescem de forma praticamente igual até 2050, independentemente do cenário RCP. Após esta data, o cenário RCP 4.5 aponta um incremento relativo mais brando, enquanto o cenário RCP 8.5 continua aumentando na mesma proporção até o final do século, normalmente sugerindo o dobro da elevação relativa que o cenário RCP 4.5 indica para 2100.

Destes índices, o que possui maior aumento relativo é a Menor Temperatura Mínima (TNn), onde os resultados indicam acréscimo de pelo menos +15% em 2050 para ambos os cenários, alcançando valores expressivos de +50% no fim do século pela mediana do cenário RCP 8.5. Em termos absolutos, isso significa que a temperatura mínima nos dias mais frios do ano em Santos passaria de 6,4 °C para 9,5°C.

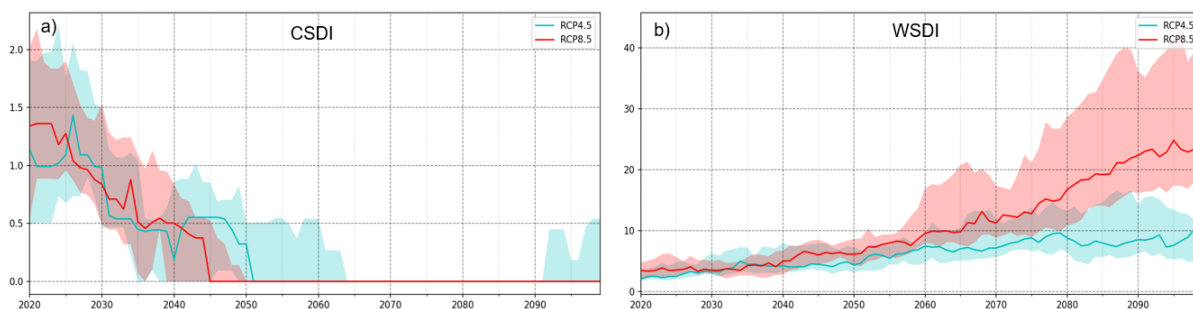
Os resultados a respeito das maiores temperaturas mínimas e das maiores temperaturas máximas (TNx e TXx) indicam um aumento de pelo menos 1,5°C já para 2040 para ambos os cenários.

Isto significa que os dias mais quentes do ano passariam a ter, na média, mínimas de 26,5°C e máximas de 35,5 °C, ante os valores de 25°C e 34°C, quando comparados com os dados históricos observados. Ainda a respeito destes parâmetros, destaca-se que para 2080 o cenário RCP 8.5 aponta uma alta expressiva de aproximadamente 4°C para TXx e 3°C para TNx, alcançando o valor médio de 38°C e 28°C, enquanto o cenário RCP 4.5 assinala elevação de quase 2,5°C para os dois índices, que representam valor médio em torno de 36,5°C e 27°C, respectivamente.

Ainda mais preocupante é o valor encontrado para TXx ao final deste século, visto que os resultados apontam temperaturas máximas anuais na casa dos 39,5°C. Para fins comparativos, segundo o INMET (2018), a temperatura recorde registrada em Santos entre 1981 e 2010 foi 39°C. Ou seja, os resultados sugerem que a partir de 2080, no cenário RCP 8.5, há grandes chances de este recorde ser quebrado pelo menos uma vez ao ano (algo que atualmente acontece a cada 15 ou 20 anos).

Quanto a valores médios, tanto para as temperaturas máximas quanto as mínimas diárias, os dois cenários mostram um acréscimo de pelo menos 1,2°C já para 2050, chegando aproximadamente a 25,7°C e 18,7°C, respectivamente, ante 24°C e 17,5°C, a partir dos dados históricos observados.

De todos os índices apresentados, o que mais chama a atenção é o WSDI devido ao aumento relativo muito expressivo e aos impactos associados. Os resultados deste índice e do CSDI estão apresentados na **Figura 3.2.2.4**.



**Figura 3.2.3.2- Resultados ajustados das projeções dos índices a) CSDI e b) WSDI. As linhas representam a mediana do conjunto de modelos utilizados, sendo que o limite superior da pluma de dispersão refere-se ao quantil 0,75, enquanto o limite inferior refere-se ao quantil 0,25. Os gráficos foram plotados considerando uma média móvel de cinco anos.**

O índice WSDI indica a quantidade de eventos de “períodos quentes” que acontecem anualmente, situações no decorrer do ano onde se tem ao menos seis dias consecutivos que ultrapassam o percentil 90 daquele período do ano avaliado. Quando esta anomalia acontece durante o verão, podem ser chamados de “ondas de calor”. Entretanto a interpretação deve ser diferente durante o inverno, porque as máximas temperaturas significam anomalias relativas ao que acontece historicamente naquele período, não necessariamente em valores absolutos de temperatura.

De qualquer forma, os dados observados no período histórico (1976-2005) indicaram que eventos de “períodos quentes” aconteciam 0,8 vez ao ano (quatro vezes a cada cinco anos). Porém, os resultados de modelagem do clima futuro indicam que em 2060 estes eventos aconteceriam entre sete a dez vezes por ano nos cenários 4.5 e 8.5, respectivamente.

Para o cenário RCP 4.5, este mesmo padrão se manteria até o fim deste século. Mas este número aumenta ainda mais no cenário RCP 8.5, chegando a alcançar uma frequência entre 20 (quantil 0,25) e 40 vezes (quantil 0,75) por ano, sendo 25 o valor médio entre todos os 20 modelos utilizados na análise.

Neste estudo, as análises não foram efetuadas sazonalmente, o que impede conclusões específicas sobre as ondas de calor que acontecem normalmente no verão e seus impactos relacionados. No entanto, pode-se dizer que grande parte deste aumento do WSDI se dará em situações em que as temperaturas serão bastante elevadas, considerando-se os demais resultados obtidos a respeito da elevação significativa das temperaturas máximas. Tal dinâmica poderá, conseqüentemente, acarretar diversos impactos para os sistemas humanos e biológicos.

Como recomendação para trabalhos futuros, é sugerido que as análises também sejam realizadas sazonalmente, além de buscar informações customizadas a respeito de períodos que ultrapassem certos limiares críticos de temperatura previamente conhecidos e correlacionados aos efeitos de interesse.

O índice CSDI é análogo ao WSDI, mas avalia a situação oposta, caracterizada por períodos de anomalias com temperatura bem abaixo da normal, conhecidos como “períodos frios”. Contudo, este índice não é tão importante para o estudo de Santos, posto que uma sequência de dias mais frios não traz grandes impactos, em contraste com os casos de períodos anômalos mais quentes. De qualquer maneira, os resultados indicam que no período histórico aconteciam aproximadamente dois eventos ao ano, ao passo que as projeções sugerem que entre 2040 e 2050 o aumento da temperatura média será tão pronunciado que estes “períodos mais frios” deixarão de ocorrer.

### **3.3 CONSIDERAÇÕES FINAIS SOBRE O CLIMA FUTURO**

A partir dos resultados apresentados, é possível concluir que o aquecimento médio da temperatura global impactará severamente o clima de Santos nas próximas décadas, trazendo perturbações climáticas significativas tanto nos padrões de chuva quanto nos de temperatura e que serão ainda mais expressivas e preocupantes no encerramento deste século.

De maneira geral, é esperado que tenha até 2050 um leve aumento dos eventos extremos de precipitação e de temperatura, independentemente de qual será a trajetória futura das emissões globais, considerando os cenários RCP 4.5 e 8.5.

As trajetórias de emissões indicaram uma maior relação com os eventos extremos de temperatura a partir de 2050 e até 2100. O cenário RCP 4.5 indica uma estabilização dos aumentos entre 2050-2100, ao passo que o cenário RCP 8.5 sugere a continuidade do aumento da frequência e magnitude dos eventos extremos de temperatura, principalmente no que diz respeito aos “períodos quentes” e ondas de calor. Para estes casos, os resultados da análise de temperatura foram os mais alarmantes, haja vista que é esperado para 2060 um incremento na frequência anual destes eventos, que

passariam de uma para pelo menos sete ocorrências. Ainda de acordo com o cenário RCP 8.5, chega a 75% a probabilidade de alcançar a marca de 20 eventos anuais no término do século .

Já para as análises de precipitação entre 2050 e 2080, o cenário de emissões prevê um menor aumento de temperatura global (RCP 4.5), mas não assegura que haverá menos eventos extremos de chuva na comparação com o cenário de maior aquecimento (RCP 8.5). As análises mostraram que, para cada limiar avaliado, os dois cenários indicam sempre o aumento da frequência de eventos, mas não há consenso sobre qual deles é o pior cenário, ou seja, qual deles indicaria a maior quantidade de eventos extremos.

Para todos os efeitos, é possível concluir que os impactos da mudança do clima em Santos são mais evidentes quanto maior for a severidade do evento analisado, destacando-se aqueles que ultrapassam limiares de 220 mm/72h, uma vez que podem ampliar sua frequência de um evento a cada 15 anos para um a cada cinco anos já nas próximas três décadas, sob um alto nível de confiança (acima de 80%).

Este tipo de evento relaciona-se à deflagração de deslizamentos de terra de forma generalizada e/ou de grande porte, podendo causar diferentes impactos para o município, seja na forma de prejuízos econômicos ou de perdas humanas.

Para os eventos associados a inundações bruscas, enxurradas e alagamentos, também há sinalização de aumentos consideráveis tanto na frequência quanto na magnitude (Rx 1 Day), o que também poderá desencadear diversos transtornos e impactos, se medidas de adaptação e redução de risco não forem implementadas.

Além disso, os resultados também sugerem que haverá impactos na distribuição temporal das chuvas, sendo que os eventos mais brandos e que acontecem ao longo de vários dias chuvosos tendem a ocorrer com menor frequência. Os eventos, porém, se tornarão cada vez mais intensos (volumosos e em poucos dias e horas), e os dias chuvosos tendem a ser separados por uma maior sequência de dias de estiagem, provavelmente com dias muito mais quentes que o normal.

Portanto, este estudo climático permitiu quantificar perturbações climáticas distintas causadas pelo aquecimento global projetado para as próximas décadas, mas ressaltando que devem ser observados com muita atenção os eventos mais extremos, de temperatura e precipitação.

É de suma importância que estes resultados sejam incorporados por análises complementares para que seja possível inferir com maior precisão a questão dos impactos potenciais associados, encontrando, assim, as melhores proposições de ações de adaptação e redução de risco no município de Santos.

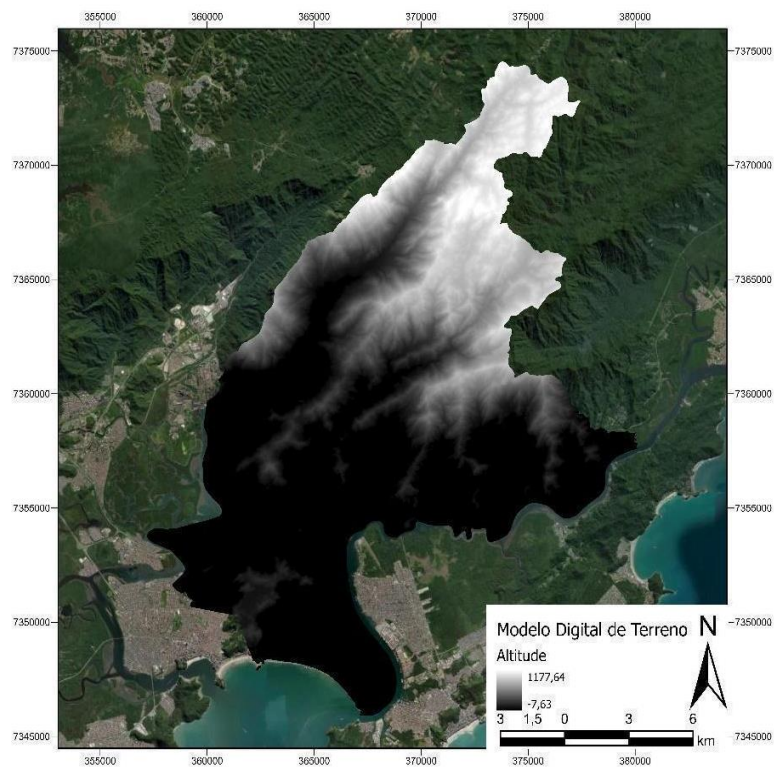
## 4. ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL (IRCVS) PARA SANTOS

### 4.1 MODELAGEM DO TERRITÓRIO URBANO E AVALIAÇÃO DE ATUAIS VULNERABILIDADES

Neste item, são tratados e analisados os dados de levantamento por perfilamento a laser do município de Santos para determinar o potencial de geração de energia solar do município.

#### Tratamento de dados 3D e capacidade fotovoltaica

O tratamento dos dados oriundos do perfilamento a laser do município foi iniciado com a classificação dos pontos na região de interesse, separando-os por tipo, como terreno, vegetação e edificações, o que permitiu a criação de um modelo digital de terreno, livre de feições topográficas, tal como o mapa a seguir:



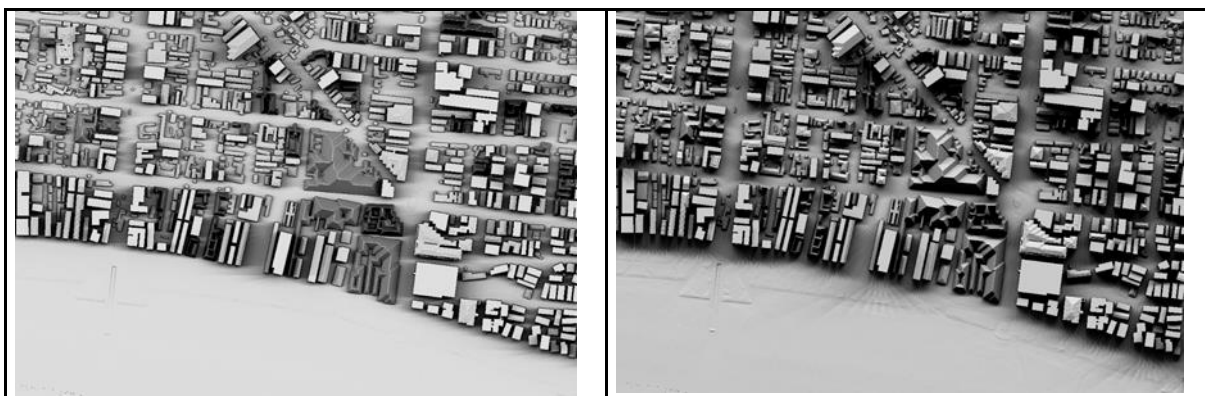
**Figura 4.1.1 - Modelo digital de Terreno.**

Com o modelo digital produzido e os pontos de edificações separados dos demais, foi possível gerar uma aproximação da área edificada na superfície. Incluindo as informações 3D dos pontos e modelos, construiu-se o modelo digital tridimensional das edificações do município de Santos, conforme segue:



**Figura 4.1.2 - Detalhe dos dados 3D.**

Tendo a superfície e os edifícios mapeados em modelos tridimensionais, aplicou-se o método de estimativa da capacidade fotovoltaica do município, que parte de um raster solar para cada mês do ano na região de interesse, contendo informações de incidência solar por pixel (com dimensões conforme o modelo digital de terreno). Tal informação, combinada com o ângulo de incidência solar de cada mês do ano, possibilita a análise de sombreamento criado por edifícios na superfície, consoante as imagens a seguir dos meses de fevereiro e junho, respectivamente:



**Figura 4.1.3 - Amostras dos dados de incidência solar.**

O produto do geoprocessamento ao final se resume a um raster para cada mês do ano, com pixels de  $1\text{m}^2$  que indicam a capacidade fotovoltaica média estimada por dia em  $\text{kWh}/\text{m}^2$ , tal como ilustra o mapa a seguir:



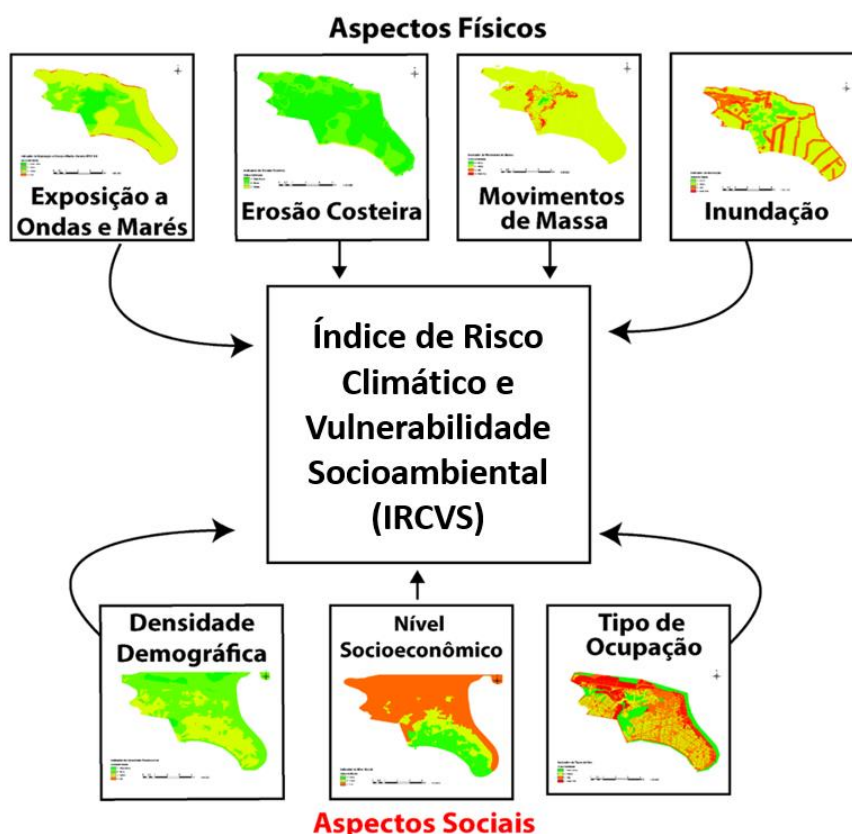
**Figura 4.1.4 - Capacidade fotovoltaica no município.**

## 4.2 ANÁLISE DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL EM SANTOS

A análise de vulnerabilidade socioambiental em Santos/SP para o PACS utilizou indicadores que constituíram a base do Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental (IRCVS) para melhor refletir as situações atuais do município e as atualizações dos modelos climáticos para o Brasil. Com o IRCVS, a cidade ganhou um instrumento valioso para aplicação na proposição de medidas da adaptação climática que melhor se encaixem em sua realidade. Foi aplicada uma ferramenta automatizada de cálculo do IRCVS e previu-se o treinamento de uma equipe de técnicos da Prefeitura para a execução e novas aplicações da ferramenta.

O conceito de Vulnerabilidade Climática utilizado segue a linha de pensamento de Füssel e Klein (2006). A criação do IRCVS é parametrizada no índice SEVICA (ZANETTI *et al.*, 2016) no contexto dos *Adaptation policy assessment* (Estudos de Política de Adaptação), dado que o índice em si se destina a criar um instrumento de planejamento de políticas públicas para municípios costeiros e suas políticas de adaptação climática.

De maneira a facilitar o entendimento dos papéis de cada um dos indicadores na composição do índice, dividiu-se os indicadores em dois grupos denominados: “Aspectos Físicos” e “Aspectos Sociais”. Dentro de cada um desses grupos, os indicadores são considerados na análise da vulnerabilidade. Esses indicadores e suas possíveis relações estão exemplificados na **Figura 4.2.1**.



**Figura 4.2.1 - Os parâmetros do Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental (IRCVS).**

O Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental (IRCVS) se apresentou como uma opção bastante viável para o Plano Municipal de Mudança do Clima de Santos como ferramenta de

planejamento municipal por se tratar de um índice desenhado para a realidade brasileira, bem como por já ter sido executado anteriormente, no contexto da primeira edição do Plano Municipal de Mudança do Clima. Nesta primeira oportunidade, o índice teve sua aplicação no município validada pela comunidade científica internacional em pelo menos duas ocasiões.

#### **4.2.1 ASPECTOS FÍSICOS**

Como aspectos físicos, três indicadores foram considerados: **Exposição às ondas e marés, Erosão da costa e Movimento de massa**. Foram escolhidos por se acreditar que representam as principais forças de vulnerabilidade frente aos cenários de mudança global, que apresentam crescimento do volume de chuvas, aumento de eventos extremos (de clima e marés) e elevação do nível do mar.

Esses indicadores deverão gerar dados para o estudo de vulnerabilidade de modo a indicar as áreas mais suscetíveis aos riscos apontados. Esses indicadores são descritos a seguir.

##### **4.2.1.1. Exposição às ondas e marés**

Uma das ameaças mais estudadas em zonas costeiras é o aumento na ocorrência de marés e ondas de tempestade porque o fenômeno encontra-se listado entre as consequências das mudanças globais.

Dessa forma, propõe-se que o indicador de exposição às ondas e marés seja contabilizado através das variáveis altitude e proximidade do assentamento humano do oceano. Quanto mais baixa a altitude da região ocupada e mais próxima ao oceano, esse indicador torna-se mais crítico, assinalando, assim, áreas de atenção.

Esse indicador merece atenção especial dos pesquisadores, pois grande parte da ocupação urbana em zonas costeiras localiza-se em regiões de baixa altitude, portanto, na linha direta de ameaça de qualquer evento advindo do mar. Isso pode ser verificado em diversos estudos, como em BORUFF, EMRICH E CUTTER (2005), GORNITZ *et al.* (1991), INOUE (2012), SHAWN (1998), entre outros.

Agravante a esse fato, podemos constatar, na região de estudo, que grande parte da infraestrutura encontra-se nas áreas de baixa altitude e próxima ao oceano. Similarmente, também se situam em baixas altitudes indústrias, hospitais e unidades do corpo de bombeiros e da polícia, o que aumenta o impacto de um evento desse tipo na área.

##### **4.2.1.2. Erosão da costa**

Esse indicador é outro consenso entre muitos especialistas (GORNITZ *et al.*, 1991; SHAWN, 1998; THIELER E HAMMER-KLOSE, 1999; NICOLODI & PETERMANN, 2010), visto que as zonas costeiras sofrem constantemente mudanças naturais em sua conformação, particularmente causadas pelos ciclos naturais de marés e pelos fluxos marítimos próximos à costa.

Devido a esses constantes processos, trata-se de indicador de especial importância para planejadores urbanos e autoridades locais, à medida que afeta diretamente o zoneamento urbano das regiões. Áreas sujeitas à erosão tendem a oferecer riscos a todo tipo de infraestrutura, não sendo adequadas à ocupação urbana.

As áreas mais sujeitas à erosão de sua costa pelo mar deverão ser apontadas no índice derradeiro desse indicador. Novamente, as áreas mais expostas são as áreas mais próximas do mar e de menor altitude. Entretanto, o fator mais importante para esse indicado é a geomorfologia da costa,



juntamente com a composição da praia. Assim sendo, esses fatores deveriam ser considerados para o estudo de vulnerabilidade.

#### **4.2.1.3. Inundação**

Os trabalhos de WU, YARNAL E FISHER (2002), CHAKRABORTY, TOBIN E MONTZ (2005), BALICA, WRIGHT E VAN DER MEULEN (2012), ALVES (2006, 2009 E 2013) e outros similares utilizam em seus índices parâmetros vinculados à inundação de origem terrestre, além da de origem marítima, já discutida nos aspectos de exposição às ondas e marés.

Para o estudo desse indicador, utilizam-se parâmetros como descarga de rios, proximidade de rios, número de tempestades e resultados de modelos de inundação (por forçantes pluviais). Esse indicador aparece em trabalhos normalmente quando um dos perigos estudados são as tempestades vindas do oceano, como furacões, por exemplo.

O parâmetro de descarga de rios é usado no trabalho de BALICA, WRIGHT E VAN DER MEULEN (2012), que utilizaram a maior descarga dos rios nos últimos dez anos como um dos fatores empregados no cálculo de seu índice de vulnerabilidade. A premissa dos autores é que, quanto maior a descarga máxima de um rio nos últimos dez anos, maior seria o perigo que ele representa para a população que vive próxima de seu curso, presumindo que existe a possibilidade de essa descarga repetir-se por conta das pressões das mudanças climáticas.

O número de tempestades nos últimos 10 anos também foi utilizado por BALICA, WRIGHT E VAN DER MEULEN (2012) em seu trabalho, sob a premissa de que a vulnerabilidade da população aumenta à medida que cresce o número de tempestades nos últimos dez anos e a frequência de acontecimentos dessa natureza na área estudada. Esta premissa considera a associação entre essas tempestades e regimes extremos de precipitação, que aumentariam a chance de uma grande descarga nos rios da região, provocando alagamentos e inundações. É um tipo de parâmetro especialmente relevante no caso de localidades com alta ocorrência de tempestades oceânicas, como ciclones e furacões.

Uma alternativa ao número de tempestades poderia ser o número de eventos extremos de precipitação, uma vez que ainda se podem observar eventos de precipitação intensa que podem desencadear eventos de inundação em áreas que não sofrem tantas tempestades oceânicas.

O parâmetro de proximidade aos rios é utilizado por ALVES (2006, 2009 e 2013) em seus estudos de vulnerabilidade de áreas urbanas (não necessariamente costeiras). Quanto mais próxima ao curso natural de um rio, mais vulnerável a área é considerada. Essa forma de considerar a vulnerabilidade a eventos de inundação de uma área segue as mesmas premissas empregadas por BALICA, WRIGHT E VAN DER MEULEN (2012): seria desencadeado um evento de inundação naquela região no caso de uma descarga extrema em um rio.

Por fim, os parâmetros resultantes de modelos de inundação diversos, e cruzamento entre diversos resultados desse tipo de modelo, foram usados por trabalhos como os de WU, YARNAL E FISHER (2002) e CHAKRABORTY, TOBIN E MONTZ (2005) para ponderar áreas mais vulneráveis a eventos de inundação tanto marítima como fluvial. No caso desse parâmetro, ocorre uma inversão no processo mais comum de análise de um risco. Normalmente, constroem-se cenários e analisa-se o risco nesses cenários, nos quais a vulnerabilidade está implícita. No entanto, esses autores utilizaram-se de modelos de estimativa de risco e classificaram áreas de maior risco como mais vulneráveis.

Essa inversão é justificável, entendendo-se que a vulnerabilidade está contida na análise de risco, uma vez que o fator de suscetibilidade é comum aos dois conceitos, então é viável adotar-se que as áreas com maior risco também são mais vulneráveis, pensando pelo viés da suscetibilidade.

#### **4.2.1.4. Movimentos de Massa**

Diferentemente dos dois anteriores, este indicador é de proveniência terrestre e não marítima, visando incluir as várias ocorrências de deslizamentos e escorregamentos que acontecem na região no índice de vulnerabilidade total.

As características peculiares da região de estudo, que se encontra entre uma serra e o mar, a torna sujeita a ameaças advindas de ambos os lados. Vários casos de escorregamentos e outros movimentos de massa já foram reportados na região, sendo fundamental localizar e quantificar as áreas vulneráveis aos efeitos desses eventos e as populações, empreendimentos e infraestrutura presentes nessas áreas.

Em virtude da complexidade dos eventos e à possível dificuldade de acesso a dados suficientemente detalhados de cada uma das áreas na região de estudo, propõe-se que esse indicador seja analisado de um ponto de vista macro, considerando a classificação geotécnica do solo, a carga de chuvas da região, a declividade do relevo e a forma das bacias hidrográficas.

Essas variáveis estão em parte relacionadas aos parâmetros utilizados por FURLAN, BONOTTO e GUMIERE (2011) para a região de São Sebastião, aparecendo parcialmente no trabalho de INOUE (2012). Apesar de relacionados, os trabalhos anteriores não pretendiam analisar esse indicador, que é o menos associado a regiões costeiras, entre todos os propostos. Com essas variáveis, espera-se que as áreas mais sujeitas aos efeitos desses movimentos de massa sejam realçadas para que as autoridades locais possam traçar planos de contenção e resposta mais confiáveis para a região.

#### **4.2.2. ASPECTOS SOCIAIS**

Para os aspectos sociais, utilizamos, assim como WU, YARNAL E FISHER (2002), CHAKRABORTY, TOBIN e MONTZ (2005), ZAHRAN *ET AL.* (2008) E INOUE (2012), um grupo de variáveis suficientes para demonstrar os processos que tornam populações locais mais vulneráveis. E que sejam suficientes para mensurar níveis de vulnerabilidade socioambiental da região concomitantemente com os aspectos físicos.

Um conjunto de três indicadores foi elencado para compor o índice proposto: **Densidade demográfica, Nível social e Tipo de ocupação**. Com eles, espera-se representar a parte social da vulnerabilidade socioambiental da região estudada, apresentando o tipo de população e o seu nível de suscetibilidade em caso de eventos ambientais.

##### **Densidade demográfica**

Esse indicador propõe-se a ponderar o nível de vulnerabilidade de uma área de acordo com a quantidade de pessoas nela presentes. Espera-se, assim, que o modelo priorize, para os tomadores de decisão, as áreas onde há maior concentração populacional em estado vulnerável. Dessa maneira, as autoridades públicas poderão identificar medidas a serem tomadas nessas regiões.

A densidade populacional também afeta o nível de vulnerabilidade. No caso de um evento extremo, a retirada dessas pessoas torna-se mais difícil por questões de mobilidade implícitas. Logo, esse

indicador também é importante para as autoridades competentes poderem traçar planos de resposta no caso de eventos extremos.

### **Nível social**

Baseando-se na classificação proposta pelo Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística (IBGE), esse indicador propõe-se a identificar de uma forma macro as populações mais vulneráveis socioeconomicamente. Baseia-se na premissa de que as populações de menor poder econômico têm menor capacidade de resistir e se adaptar à ocorrência de um evento extremo. Considera-se que a vulnerabilidade da população aumentará quanto menor for seu poder econômico, implicando maior privação de recursos de infraestrutura.

Por conseguinte, esse indicador é de suma importância ao se avaliar os níveis de vulnerabilidade de um determinado assentamento, visto que impacta diretamente sua capacidade de adaptação e resistência. A análise desse indicador facilitaria localizar as populações que necessitam de atenção prioritária nas ocorrências de eventos extremos na região de estudo. Trata-se de populações sem estrutura própria para se retirar das áreas de risco, dispendo de poucas condições de adaptação às situações de vulnerabilidade a eventos climáticos extremos.

Em uma pesquisa realizada com as partes interessadas e com especialistas, chegou-se à conclusão de que, para o nível social, seria utilizado o Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS).

No caso de Santos, segundo dados do relatório baseado no IPVS de 2010, tinham menos de 30 anos 45,7% das mulheres chefes/responsáveis de/pela domicílios/famílias em regiões classificadas como de alta e muito alta vulnerabilidade. Além das mulheres, as crianças também compõem um grupo vulnerável, uma vez que a parcela com idade inferior a seis anos representa 23,1% da população residindo em regiões de alta/muito alta vulnerabilidade<sup>35</sup>.

Segundo o IPVS, as regiões de Santos onde se concentra a população mais vulnerável, muitas vezes vivendo em ocupações irregulares, incluem as áreas estuarinas, que apresentam ecossistemas de manguezais, e de morros, em que predomina a floresta ombrófila densa. A conservação e recuperação da Mata Atlântica pode contribuir para garantir a segurança alimentar e até proporcionar possibilidades como fonte de renda, considerando o desenvolvimento de atividades sustentáveis e compatíveis com a conservação e/ou recuperação do bioma.

### **Tipo de Uso e Ocupação do Solo**

Com esse indicador, pretende-se identificar o tipo de assentamento existente na região e sua vulnerabilidade aos eventos ambientais.

Cada um dos tipos de uso e ocupação do solo identificados na região possui um nível de vulnerabilidade aos eventos naturais, que é referente diretamente à capacidade de o mesmo resistir ou se adaptar à situação. Logo, é necessário identificar e classificar como mais ou menos vulnerável cada um deles e então acrescentá-los na conta final do modelo.

### **4.2.3. DIMENSÃO CLIMÁTICA**

---

<sup>35</sup> Disponível em: <http://ipvs.seade.gov.br/view/index.php>.

O Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental (IRCVS) foi complementado com uma dimensão de impactos do clima, que resultou das análises climáticas realizadas para o PACS (item 3.1), desenvolvidas no âmbito do presente projeto. A consideração dessa dimensão se dá basicamente de duas maneiras: compondo os indicadores de Inundação e Movimentos de Massa; e como uma análise separada em conjunto com outras dimensões para avaliar seu agravamento ante o risco climático.

A primeira consideração da dimensão climática está descrita nas Dimensões de Inundação e Movimentos de Massa. Estas dimensões integram a composição de variáveis que permitem ao índice final estabelecer a suscetibilidade regional a partir de classes de perigo extraídas de uma classificação das quantidades de eventos extremos. São eventos que possuem volume suficiente para provocar um dos processos considerados nessas dimensões. Deste modo, serão utilizadas a intensidade e a quantidade de eventos para apurar a percepção de vulnerabilidade de uma determinada região à mudança dos padrões de eventos extremos ao longo dos anos.

A segunda consideração diz respeito às análises realizadas para cada uma das dimensões que compõem o índice. Essas análises levam em consideração o cruzamento dessas dimensões com a dimensão climática, à medida que o PACS necessitar discutir os impactos das alterações no clima para conseguir cumprir seu papel propositivo de medidas adaptativas e para o aumento de resiliência para lidar com os efeitos da mudança do clima nas próximas décadas. Esta etapa se faz necessária porque as análises promovidas a partir da composição final do IRCVS podem mascarar alguns sinais climáticos de interesse no planejamento das diretrizes e ações do PACS, seja como discussões setorializadas ou mais abrangentes.

#### **4.2.4 CÁLCULO DO ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL (IRCVS)**

O cálculo do IRCVS resulta de uma média ponderada dos níveis de vulnerabilidades para cada indicador. Assim, o cálculo foi executado em duas etapas: a primeira, um cálculo de vulnerabilidade por indicador, que será representado por uma média simples entre os níveis de vulnerabilidade de cada parâmetro que compõe o indicador (equação 1); a segunda, foi executada pela média ponderada dos valores por indicador (equação 2).

A Equação 1 descreve o cálculo da vulnerabilidade por indicador, em que “Factor<sub>v</sub>” é a vulnerabilidade do fator; P(n) são os parâmetros; n, número de parâmetros do fator.

$$\text{Factor}_v = (P_1 + P_2 + P_3 + \dots + P_n) \times n^{-1} \quad (\text{Equação 1})$$

A Equação 2 é a equação geral do Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental (IRCVS); onde F é o fator de inundação; L é o fator de movimentos de massa; CE, o fator de erosão costeira; WE, o fator de exposição a ondas e marés; PD, o fator de densidade populacional; SS, o fator de nível social; LU o fator do tipo de ocupação; e p são os pesos atribuídos a cada fator.

$$\text{IRCVS} = (F.p_1 + L.p_2 + CE.p_3 + WE.p_4 + SS.p_5 + PD.p_6 + LU.p_7) \times \left( \sum_{i=1}^7 p_i \right)^{-1} \quad (\text{Equação 2})$$

Os dados de entrada deverão estar no formato de cartas temáticas para cada uma das variáveis, e a execução desse cálculo se dará por uma álgebra de mapas, o que garantirá não só a representação numérica da vulnerabilidade, mas também sua representação espacial.

Ao criar um modelo baseado em informações expostas por meio de cartas temáticas, o objetivo é apresentar a vulnerabilidade de uma maneira que decisores e sociedade compreendam quais locais

são mais vulneráveis. Assim, poderão tomar providências de adaptação que diminuam a vulnerabilidade nos diversos patamares possíveis, desde medidas pessoais de adaptação, até medidas institucionais e governamentais.

Como a ponderação das variáveis é essencial no resultado do IRCVS, sugere-se o uso da técnica do AHP Ratings (SAATY, 2008) ou outra similar para a ponderação dos fatores. Nessa técnica de ponderação, recorre-se a especialistas, literatura e/ou decisores para classificar em graus de importância cada um dos indicadores por meio de uma matriz de prioridade. Nesse esquema, então, os pesos das variáveis são estabelecidos com o resultado dessa matriz.

A opção por uma média ponderada é necessária, pois os fatores podem afetar de forma diferente cada localidade e estabelecer pesos únicos a serem aplicados que poderiam levar a erros de interpretação do modelo.

As variáveis do modelo passarão também por uma consulta a especialistas e entidades indicadas pela prefeitura para que sejam devidamente validadas em uma etapa anterior à execução do IRCVS. Deste modo, caso haja algum acréscimo de variáveis ou alteração de sua aplicação, o índice os incorporaria dentro do contexto de sua execução.

A execução do modelo exige certa experiência em geoprocessamento para o pré-processamento das informações. Entretanto, o modelo está construído de maneira que os resultados sejam cartas temáticas do nível de vulnerabilidade (variando de 1 a 5) para que sua interpretação seja direta.

Para a operacionalização do modelo, foram necessários os seguintes dados de entrada:

- Modelo digital de elevação do terreno (MDE);
- Carta geotécnica da região;
- Carta geomorfológica da região;
- Mapa de uso e ocupação do solo;
- Dados pluviométricos da região;
- Mapa hidrográfico da região;
- Dados de tendência do nível do mar;
- Dados maregráficos da região;
- Mapa dos setores censitários da região;
- Mapa do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS); e
- Dados populacionais referentes à renda, idade, escolaridade e população total (por setor censitário).

Para a execução do modelo, foi necessário um pré-processamento dos dados, que deve ser dividido em duas partes. A primeira parte é uma padronização das projeções cartográficas para projeções métricas (UTM - Sirgas 2000) e uma classificação dos dados nos níveis de vulnerabilidade propostos. Por intermédio de ferramentas computacionais de geoprocessamento, serão padronizadas as projeções de todas as cartas temáticas utilizadas como dados de entrada para unidades métricas com o propósito de possibilitar os cálculos de área e distâncias necessários aos diversos indicadores do IRCVS.

Em seguida, serão classificados os dados em níveis de vulnerabilidade de 1 a 10, sendo 1 a menor vulnerabilidade e 10 a maior, utilizando como base as tabelas sugeridas por esse trabalho. Essa classificação será a base para a segunda parte do pré-processamento.

A segunda parte do pré-processamento será a transformação das cartas temáticas vetoriais e matriciais. As cartas matriciais, classificadas por nível de vulnerabilidade, são necessárias para possibilitar o cálculo do IRCVS através de uma álgebra de mapas. Essa transformação novamente será realizada por ferramentas computacionais de geoprocessamento, atentando para que cada dado de entrada tenha o maior número de células possível para melhor representar no espaço as variações dos níveis de vulnerabilidade em cada parâmetro e indicador.

Será executado após o pré-processamento o cálculo de cada indicador, a partir da média entre os valores de cada célula para os parâmetros do referido indicador (conforme equação 1), por meio de álgebra de mapas. Seu resultado será um mapa de vulnerabilidade para cada indicador na região estudada.

#### **4.2.5 RISCO E ADAPTAÇÃO**

Estima-se o risco relativo àquela região em relação aos fatores climáticos contemplados no índice considerando os seguintes fatores: dados de vulnerabilidade e suscetibilidade calculados por meio do IRCVS; os avanços na análise de riscos que permitem projetar as probabilidades de ocorrência dos eventos; a vulnerabilidade local e os tipos de infraestrutura presentes; ou a criticidade daquela área em termos de número de pessoas atingidas.

Utilizou-se a abordagem metodológica do CLIMATE PROOFING (OCDE, 2009) para direcionar a incorporação das questões associadas às mudanças climáticas no planejamento do município, considerando os resultados do IRCVS e, fundamentalmente, respeitando as condições socioambientais do município.

Os objetivos desta abordagem Climate Proofing incluem i) a identificação de pontos de entrada para que as ações de adaptação possam ser consideradas dentro do orçamento municipal e suas limitações; ii) identificar - de forma participativa - os riscos potenciais encontrados no território e suas relações como as características das infraestruturas, uso do solo e stakeholder; e iii) identificar fatores “não-climáticos” que exercem pressão no território e que interferem na planificação.

#### **4.2.6 MAPAS DAS VARIÁVEIS PARA O ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL (IRCVS)**

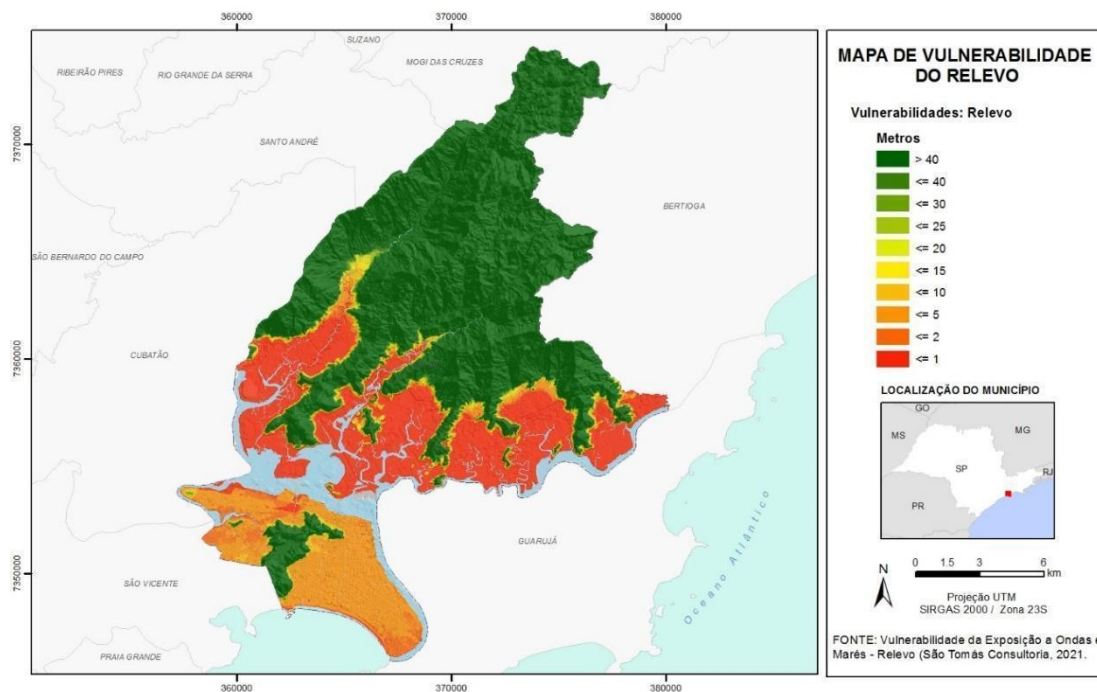
O trabalho de tratamento das variáveis do IRCVS envolveu a análise de padrões de distribuição espacial de cada uma das variáveis e discutimos brevemente alguns aspectos dessa distribuição. Para facilitar a apresentação, cada mapa será discutido já no âmbito da dimensão do índice a que ele pertence.

##### **4.2.6.1 Exposição a marés**

A exposição a marés é composta por três indicadores internos: **Elevação do Nível do Mar, Relevo (Altitude) e Distância em relação à Costa.**

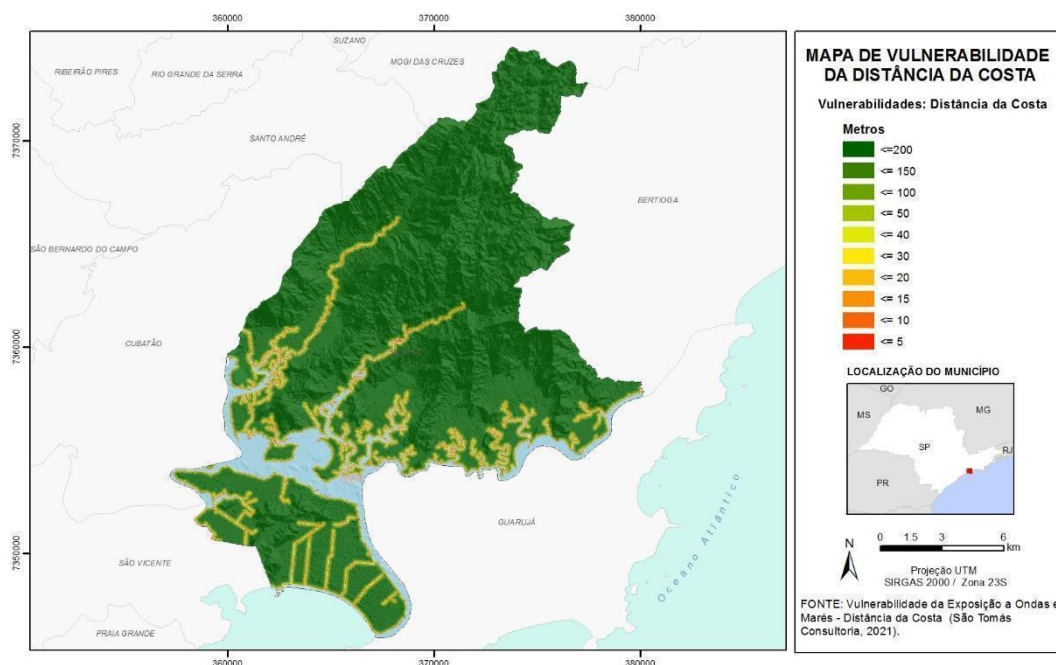
Para a elevação do nível do mar, consideramos que no cenário atual Santos apresenta nível de vulnerabilidade 5 (média) para todo o território, tendo em conta as medidas dos marégrafos acessados e os cenários de aumento do nível do mar presentes nos últimos relatórios do IPCC.

Assim, o primeiro mapa a ser analisado é o de Relevo (**Figura 4.2.6.1**), onde se percebe claramente o problema associado principalmente a grandes ressacas e *storm surges*. A maior parte do terreno insular está localizado em altitudes abaixo de 5 metros e, na área continental, toda a área plana do município está abaixo de 2 metros de altitude. Isso é uma característica morfológica que implica uma série de desafios para a região relacionados aos eventos de ondas e marés, uma vez que um possível aumento da frequência de ressacas e de sua intensidade levaria a um agravamento da suscetibilidade a inundações dessas áreas.



**Figura 4.2.6.1 - Mapa da Vulnerabilidade do Relevo classificado para as classes de vulnerabilidade.**

A segunda variável mapeada é a distância da costa. Para este mapa (**Figura 4.2.6.2**), tomamos também a área do estuário como parte do regime costeiro. Dessa forma, as distâncias foram calculadas em relação à baía e ao estuário. Neste ponto, temos uma evolução sobre o estudo de 2016, que considerou apenas a baía para a distância em relação à costa. Porém, discussões com atores locais, desde aquela época, apresentavam a necessidade de incluir o canal do estuário nesta análise.



**Figura 4.2.6.2 - Mapa de distância em relação à costa.**

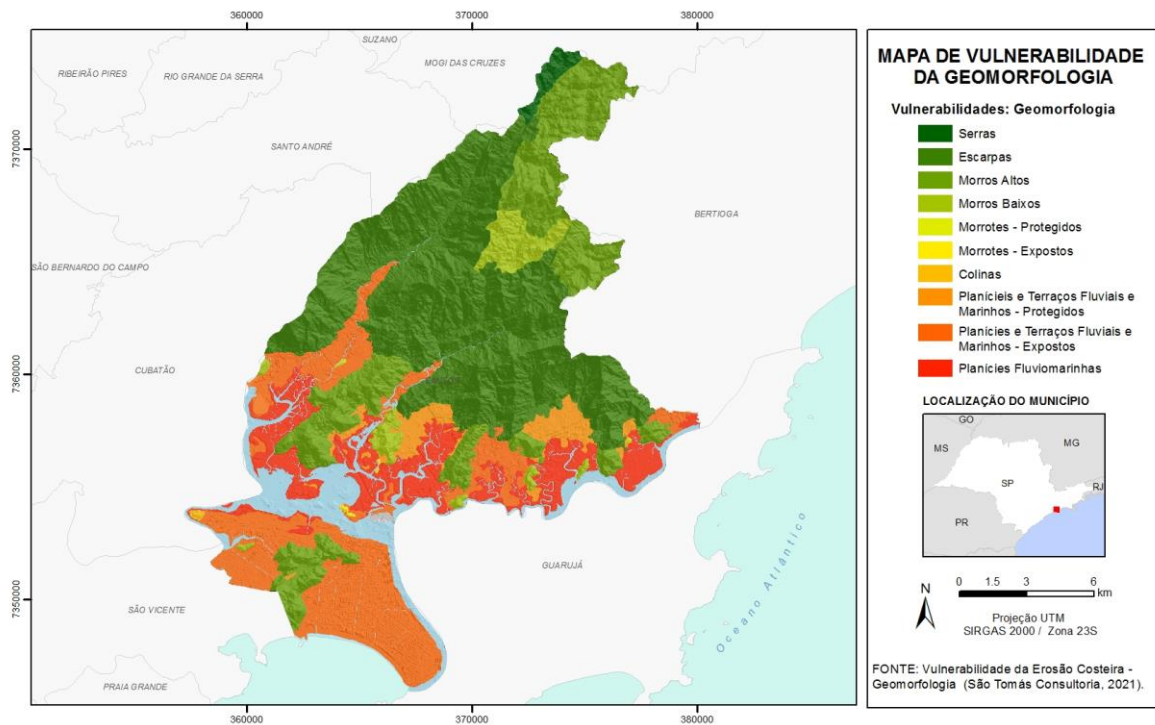
Por fim, o último passo do modelo é o cálculo do **Índice de Risco Climático e Vulnerabilidade Socioambiental (IRCVS; Equação 2)** propriamente dito, por meio da média ponderada entre os resultados de vulnerabilidade por indicador. Novamente, será utilizada a álgebra de mapas para que se calcule o índice relativo àquele ponto para cada célula dos mapas. O resultado desse cálculo é um mapa da vulnerabilidade da região de estudo, célula a célula, demonstrando espacialmente a distribuição da vulnerabilidade socioambiental.

#### **4.2.6.2 Erosão costeira**

Na dimensão de Erosão Costeira, a variável que apresentamos em formato de mapa é a Geomorfologia. Essa dimensão de análise territorial é a menos impactante, mas tem uma importância muito grande nas análises desenvolvidas para a região, tendo em vista que o turismo de praias e a atividade portuária são duas grandes forças econômicas da região. Para o intervalo de ondas e marés, foi utilizado o dado atual constante nos marégrafos da Marinha brasileira. Assumiu-se para a elevação do nível do mar o mesmo que para a dimensão de exposição a ondas e marés.

Como podemos observar na **Figura 4.2.6.3**, as classificações geomorfológicas da região são bastante sensíveis, com várias planícies e terrenos fluviais e marinhos expostos e protegidos, apresentando grande suscetibilidade à erosão causada pelo efeito da maré. Essa característica leva a região a receber uma classificação bem próxima dos limites máximos de suscetibilidade, exigindo atenção especial por parte dos planejadores urbanos.





**Figura 4.2.6.3 - Mapa de classificação da suscetibilidade geomorfológica.**

#### 4.2.6.4. Inundação

Para a dimensão de inundação, foram gerados os mapas para Proximidade dos Corpos D'água, Declividade e Quantidade de eventos extremos.

O indicador de declividade (**Figura 4.2.6.4**) deve levar em conta que regiões mais planas e pouco declivosas e regiões baixas tendem a possuir uma suscetibilidade maior para os eventos de inundação e alagamento, dado que a água tende a se acumular nessas áreas. Novamente, as áreas mais urbanizadas e industriais aparecem associadas muito fortemente a suscetibilidades maiores, o que, sob o prisma da análise geral, mostra o quanto essa variável é crítica para as análises realizadas. Um ponto a ser ressaltado é que a análise dessa variável foi feita com uma granularidade e assertividade muito maior, visto que o mapa atual baseou-se nas nuvens de pontos colhidos por um levantamento a laser do ano de 2015 para a formulação do Modelo Digital do Terreno (Item 4.1).

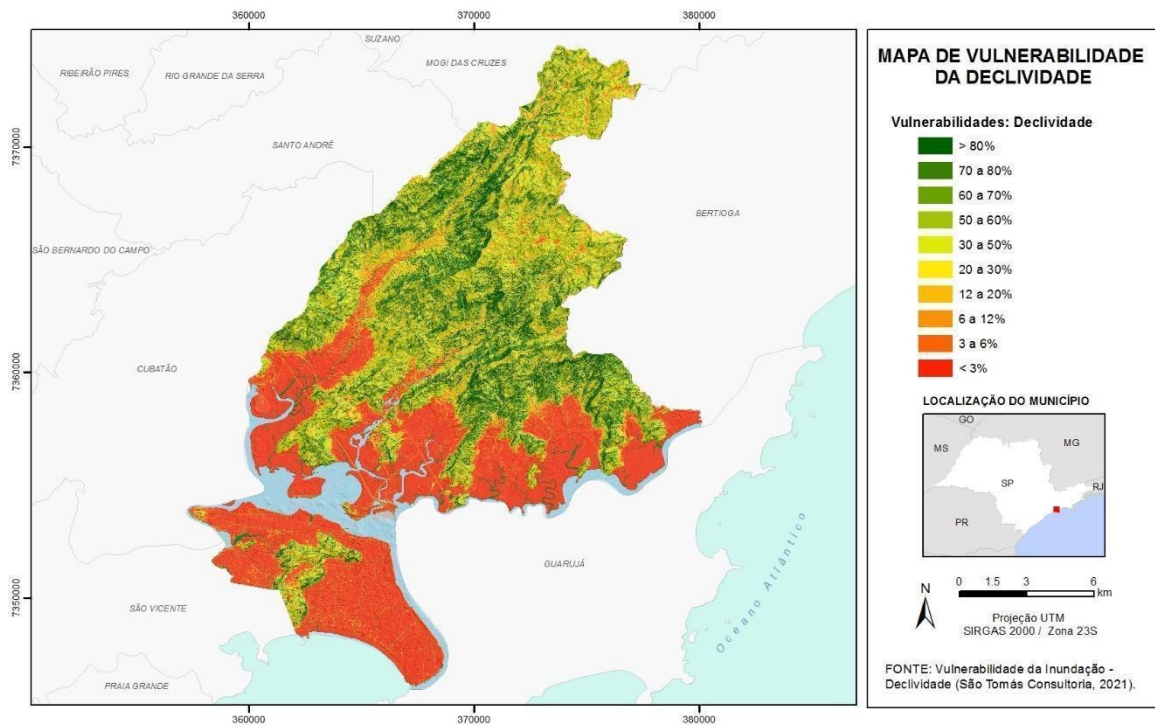


Figura 4.2.6.4.- Mapa de Declividades classificadas para vulnerabilidade a inundações.

Para a inundação, também há o fator de proximidade dos corpos d'água. Neste caso, a vulnerabilidade é maior conforme a proximidade aumenta. Desta maneira, como a área possui uma quantidade considerável de rios, nascentes e canais, além do canal estuarino, muitas áreas estão nesta situação de vulnerabilidade. Quanto mais próximo ao corpo d'água, mais rapidamente seu extravasamento atingirá esse local, por isso o fator de vulnerabilidade.

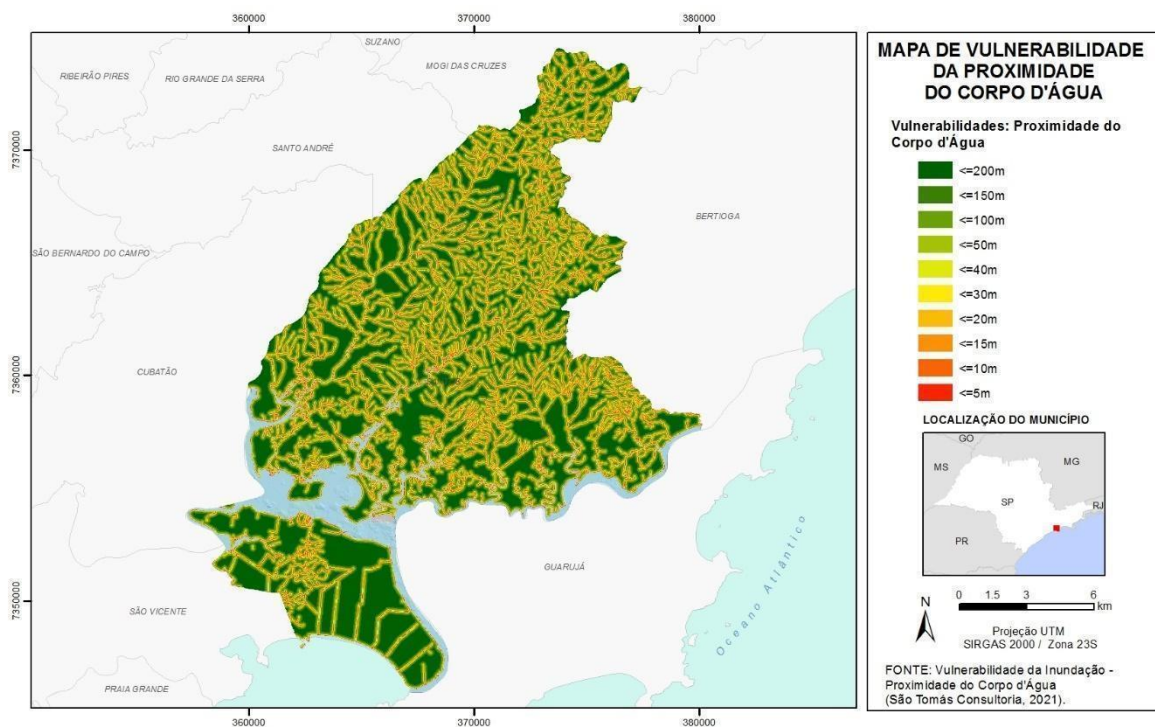


Figura 4.2.6.5 - Dados do fator de Proximidade aos corpos d'água.

O terceiro fator é o número de eventos acima de um determinado nível de chuva em 24 horas. Para esse trabalho, temos a oportunidade pela primeira vez de trabalhar com três cenários de chuva em 24 horas. Trabalhamos com 50 mm em 24h, 80 mm em 24h e 110 mm em 24h para simularmos os cenários de vulnerabilidade. Para tanto, os três serão chamados de cenários com eventos esparsos (chuva de 50 mm), eventos intermediários (80 mm) e eventos generalizados (110 mm).

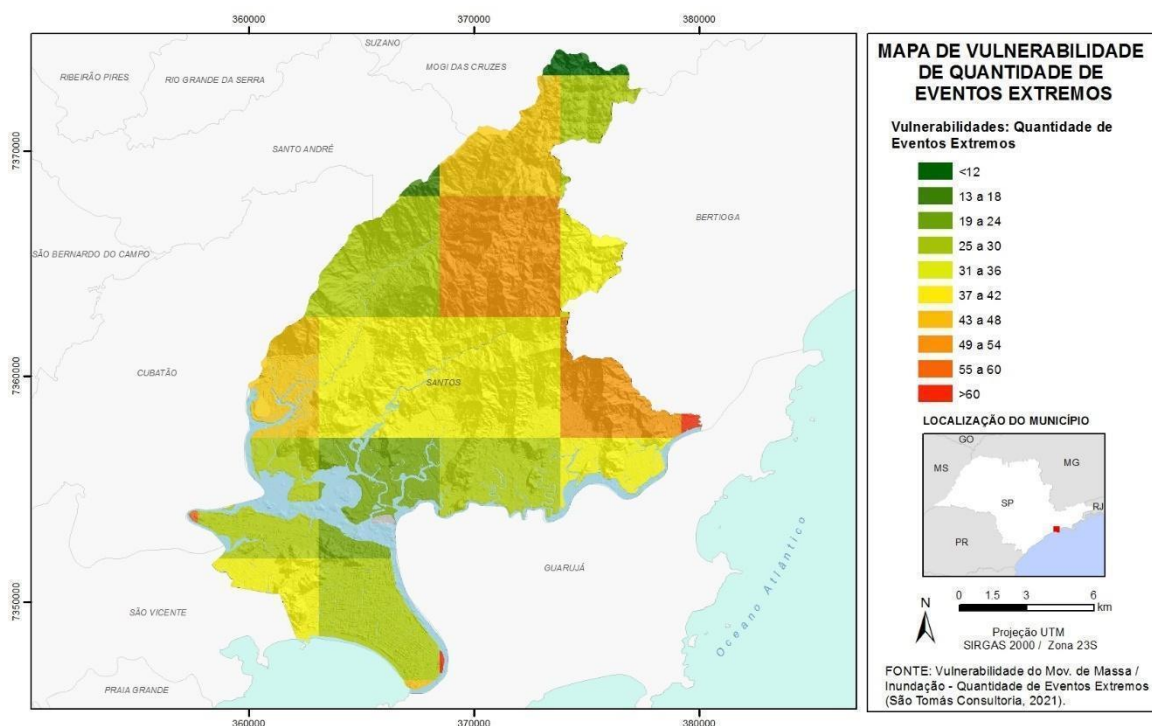


Figura 4.2.6.6 - Cenário de chuvas causadoras de eventos esparsos.

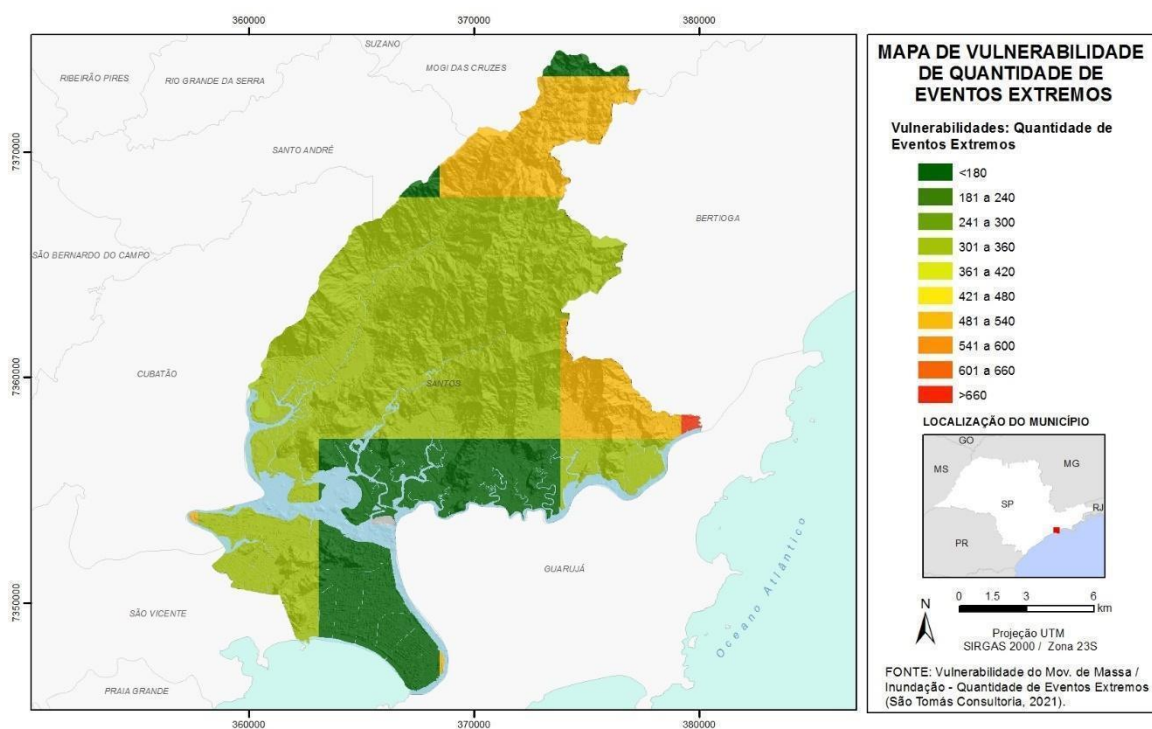
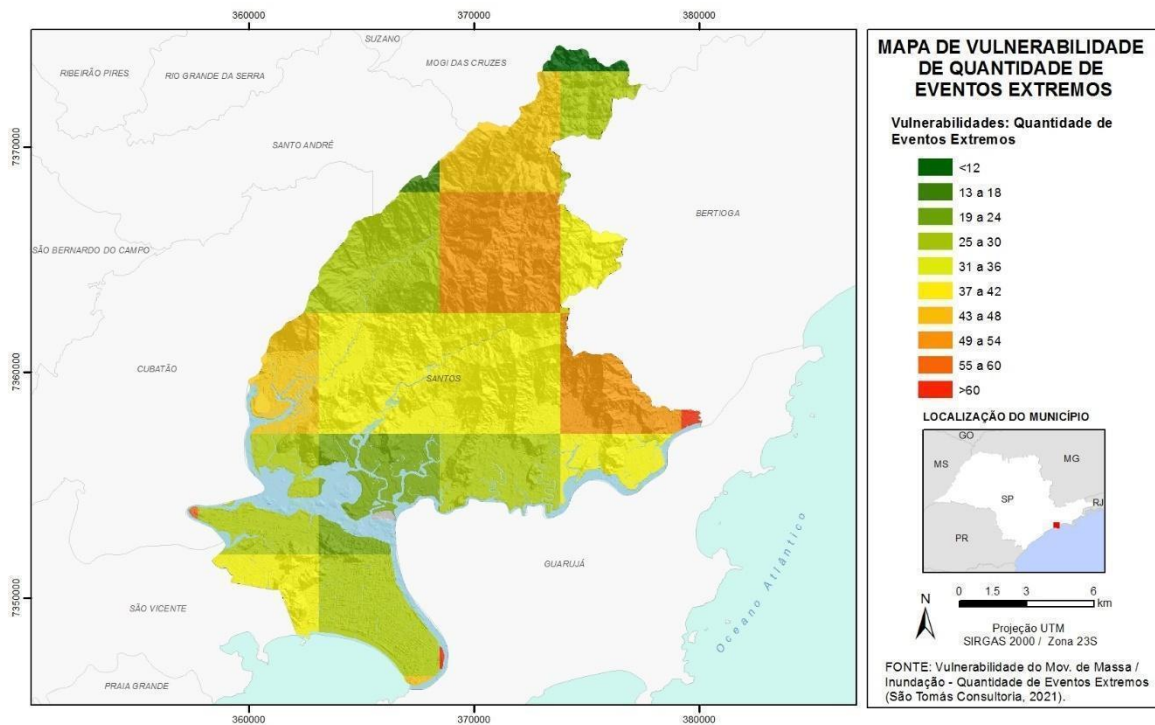


Figura 4.2.6.7 - Cenário de eventos de chuvas causadoras de eventos intermediários.



**Figura 4.2.6.8 - Cenários para chuvas causadoras de eventos generalizados**

A grade exibida nos mapas das **Figuras 4.2.6.5, 4.2.6.6, 4.2.6.7 e 4.2.6.8** são resultantes da classificação dos mapas oriundos da análise climática (**Item 3**). Esses mapas compoem os cenários finais de análise do IRCVS e indicam a existência de zonas mais críticas na região próxima ao canal de entrada do porto e na porção continental do município.

#### **4.2.6.5 Movimentos de Massa**

Consideramos os fatores Classificação do Solo, Declividade e Quantidade de eventos extremos para a dimensão de movimentos de massa. Conforme exposto anteriormente, o mapa de declividade para a análise de movimentos de massa é exatamente o inverso do mapa considerado no caso da inundação. Para o fator declividade, quanto mais inclinado o terreno, mais suscetível ele é. Deste modo, observamos a **Figura 4.2.6.9**, que indica que as regiões de morros no centro da ilha e as regiões associadas à serra do mar no continente são as mais suscetíveis do ponto de vista da declividade.

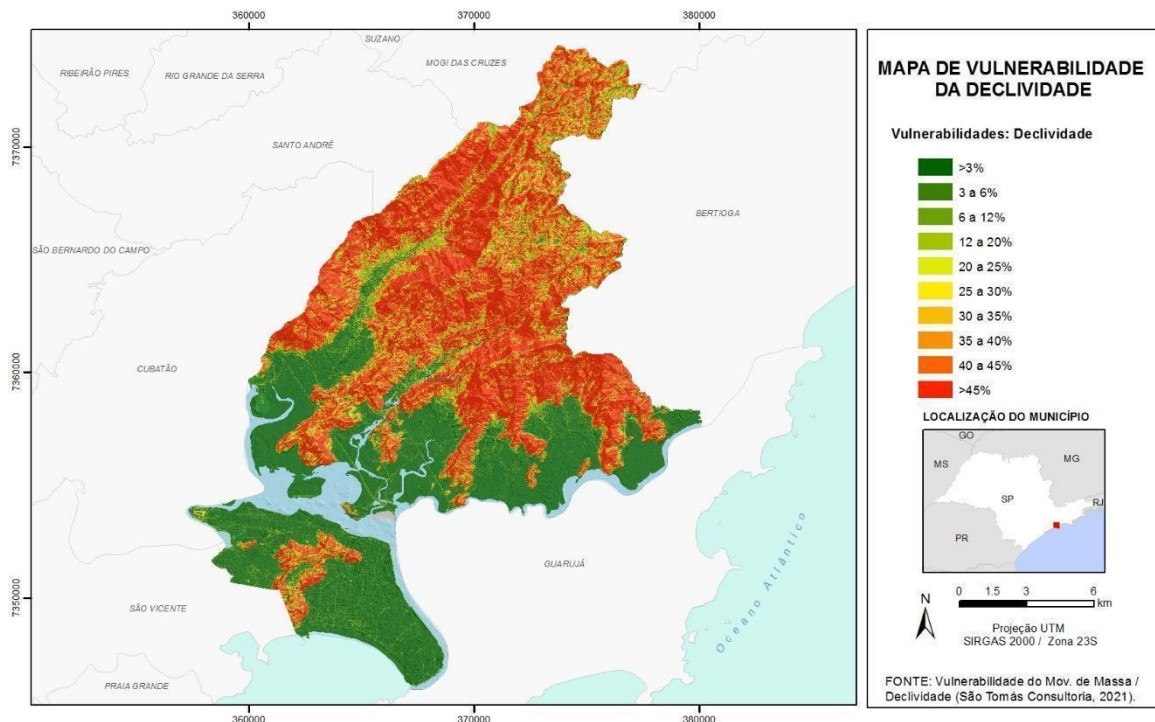


Figura 4.2.6.9 - Mapa de vulnerabilidade pela Declividade para Movimentos de Massa.

O segundo fator nessa análise, que é o tipo de solo, de acordo com sua capacidade de escorregar, apresenta um padrão similar ao da declividade, com os solos mais suscetíveis localizados principalmente nas regiões de morros na ilha e da serra no continente.

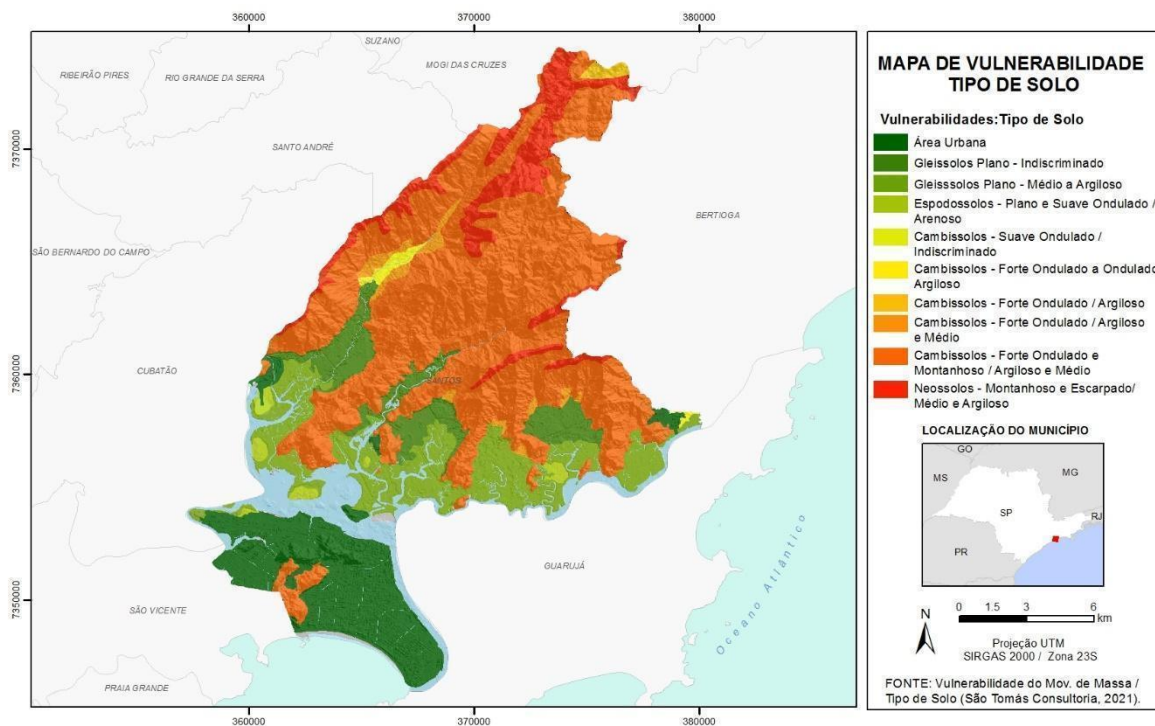


Figura 4.2.6.10- Mapa de vulnerabilidade pelo tipo de solo para Movimentos de Massa.

A quantidade de eventos extremos nos últimos anos constitui o terceiro fator, tal como no caso das inundações. Será utilizado um cenário de eventos isolados, um para eventos intermediários e um

para eventos generalizados, igualmente ao efetuado no indicador de inundações. Para isso, novamente contamos com a análise feita no produto 3, que indicou a existência de uma Nota Técnica do CEMADEN, a qual estabelece os limites de 80 mm em 72h para eventos esparsos, 127mm em 72h para eventos intermediários, e 220 mm em 72h para eventos generalizados.

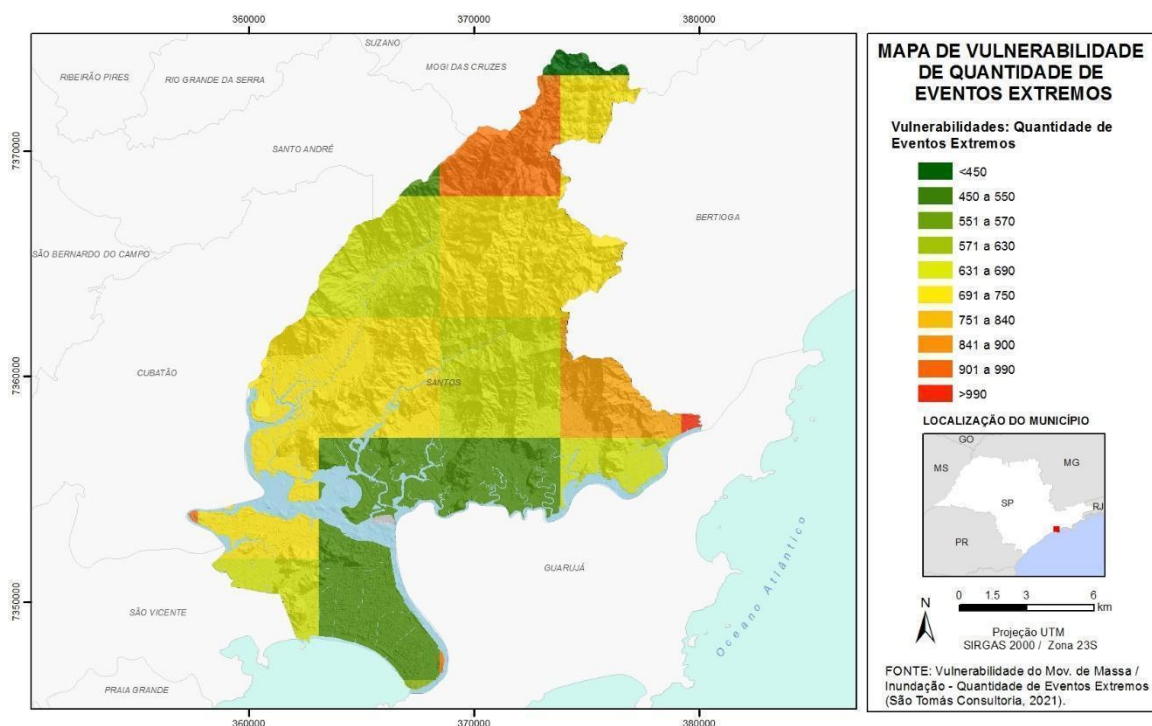


Figura 4.2.6.11 - Grade de quantidade de eventos causadores de escorregamentos esparsos.

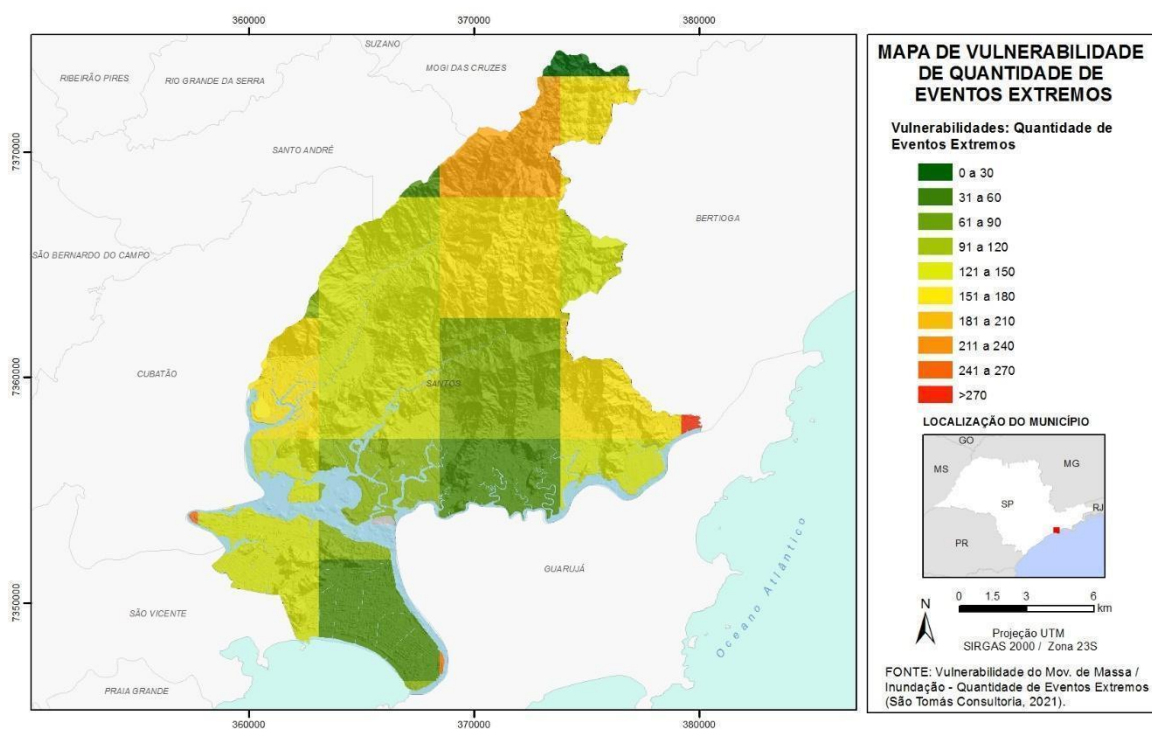
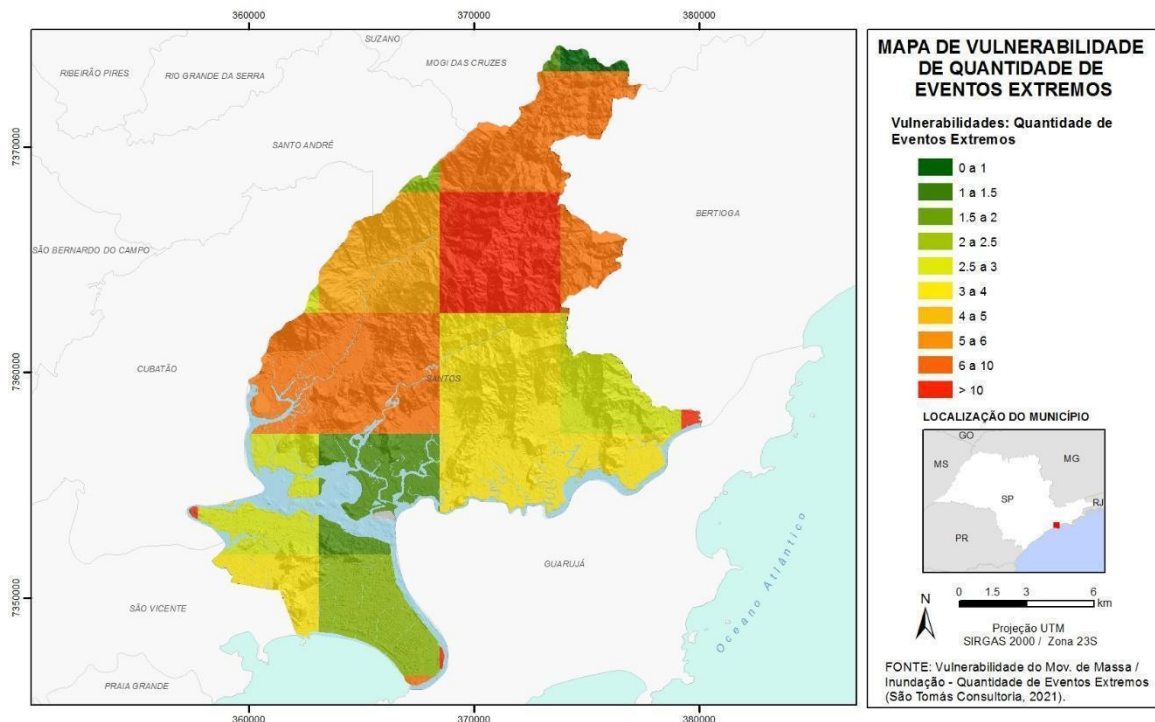


Figura 4.2.6.12. Grade de quantidade de eventos causadores de escorregamentos intermediários.



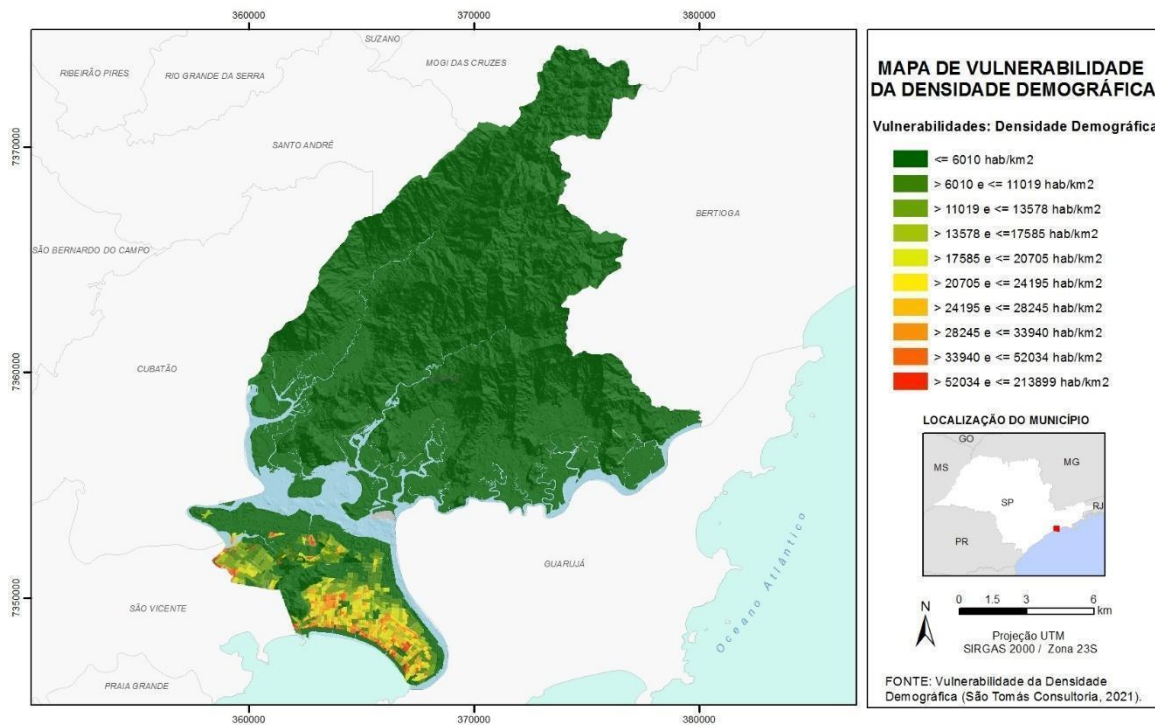
**Figura 4.2.6.13. Grade de quantidade de eventos causadores de escorregamentos generalizados.**

Nas figuras anteriores, notamos um padrão bastante similar para os eventos em 72 horas que indicamos nos eventos de 24 horas. Porém, o cenário é mais crítico no caso dos eventos de 72 horas, com os índices já alcançando a classificação máxima, mesmo no período histórico.

#### 4.2.6.10. Densidade Populacional

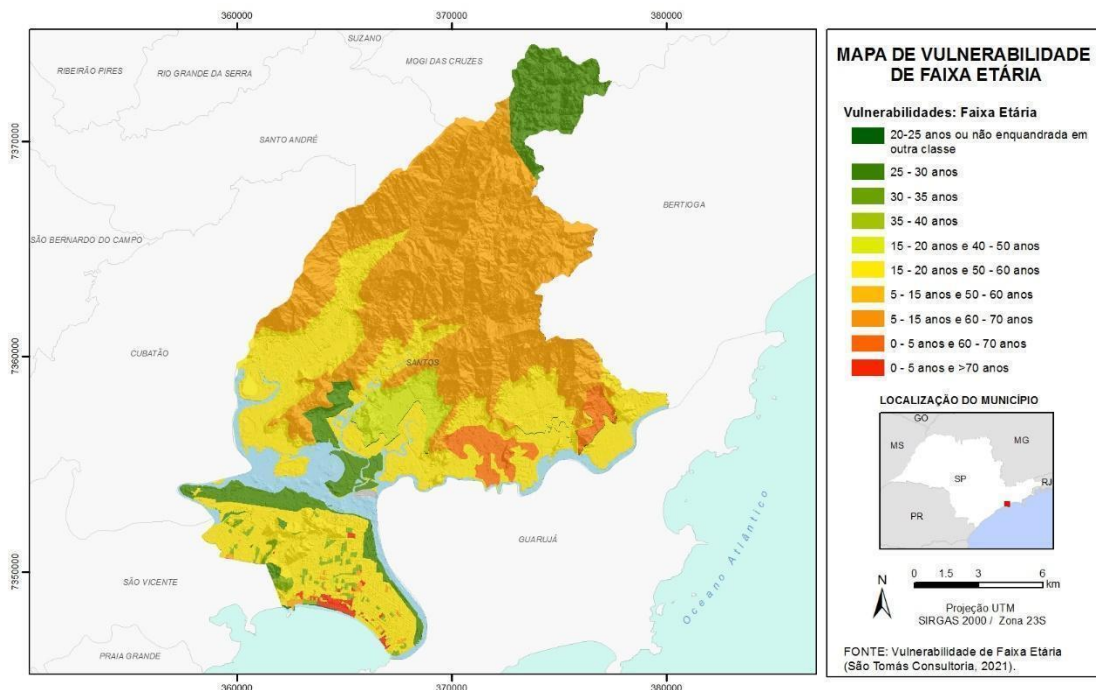
Para a dimensão de densidade populacional, utilizamos os fatores de densidade e idade da população. A densidade populacional em si mesma é um elemento considerado pela necessidade de planejamento, voltado ao atendimento de populações mais numerosas e a enfrentar, a incapacidade das vias de suportar o tráfego simultâneo de um número enorme de pessoas e, sobretudo, o potencial número de vítimas de um evento que aconteça naquela região.

Neste sentido, a **Figura 4.2.6.14** apresenta uma situação na qual algumas áreas insulares, associadas a condomínios e prédios de médio e alto padrão já apresentam índices preocupantes de densidade populacional, tidos como informação crítica mesmo para o cenário base de análise.



**Figura 4.2.6.14. Fator de densidade populacional.**

O fator da faixa etária apresenta uma situação ainda mais crítica. Escolhido para ponderar a capacidade de as pessoas escaparem, sobreviverem ou se recuperarem de um desastre, esse fator ponderador é justamente um parâmetro de indicação da vulnerabilidade direta da população ligado à sua capacidade de cognição e recuperação em relação à situação de desastre. Novamente, devido à característica do município, algumas áreas já apresentam níveis críticos para esse fator.



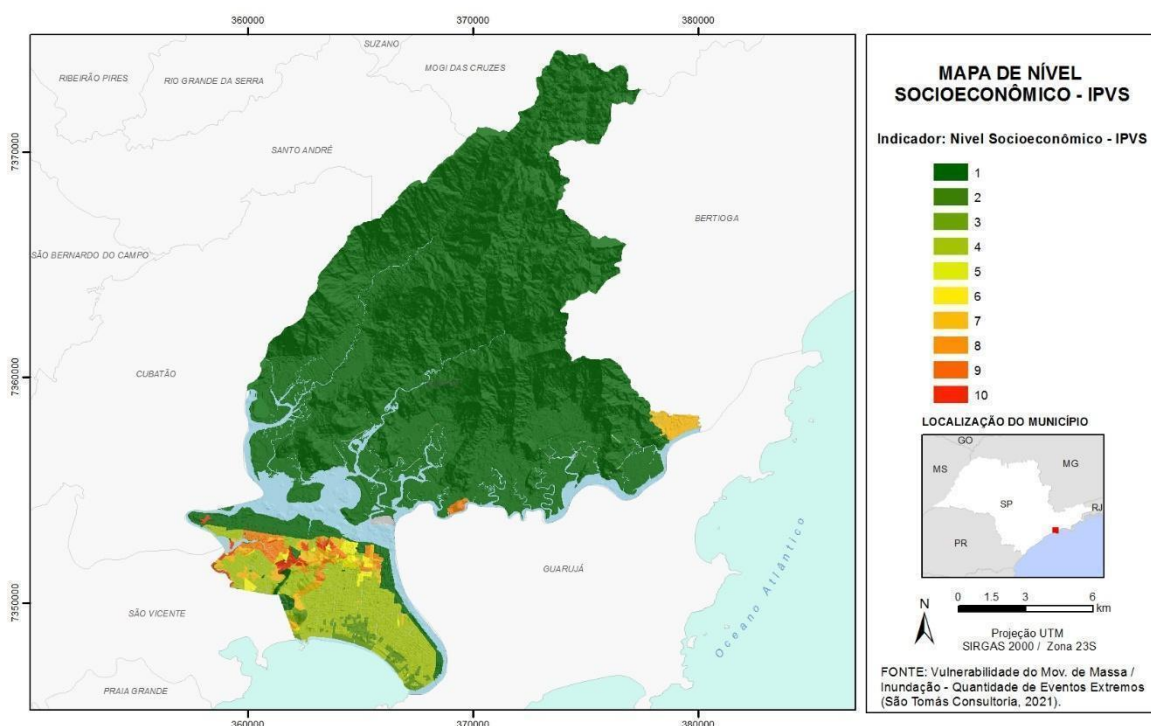
**Figura 4.2.6.15. Fator de vulnerabilidade da faixa etária.**



#### 4.2.6.11 Nível Socioeconômico

Para a dimensão nível socioeconômico, utilizou-se o mapa do Índice Paulista de Vulnerabilidade Social (IPVS)<sup>36</sup>, conforme indicado na consulta pública feita aos atores locais em Santos. A consulta perguntava quais variáveis eram mais relevantes para serem acrescentadas no indicador socioeconômico do IRCVS. As respostas foram condizentes com o índice já calculado para todo o estado de São Paulo.

Considerando o resultado e o pedido da CMMC para o uso do IRCVS neste indicador, foi acatada a mudança e o indicador utilizou o índice consoante à legenda do mapa na **Figura 4.2.6.16**.



**Figura 4.2.6.16 - Fator Nível Socioeconômico.**

#### 4.2.6.12 Tipo de Uso e Ocupação do Solo

A dimensão de Tipo de Uso e Ocupação do Solo foi baseada no cadastro da prefeitura, atualizado em 2016 para a região insular, e nos levantamentos realizados no âmbito de outros estudos para a região continental.

Deste modo, temos uma granularidade de informações maior na região insular que na região continental. Mas essa diferença não afeta significativamente a análise, visto que a maior parte da população se encontra de fato na região insular. Em geral, apenas algumas regiões industriais estão concentradas na região continental.

<sup>36</sup> Disponível em:

[http://ipvs.seade.gov.br/view/index.php?sa=D&source=docs&ust=1639577816830000&usg=AOvVaw2hElhfJr nPz28W-\\_z4tLdc](http://ipvs.seade.gov.br/view/index.php?sa=D&source=docs&ust=1639577816830000&usg=AOvVaw2hElhfJr nPz28W-_z4tLdc)

A divisão segue a mesma do estudo elaborado em 2016 para o PMMCS, apresentando as regiões de ocupação irregular, industriais e de residenciais de alta densidade como as mais críticas para esta análise.

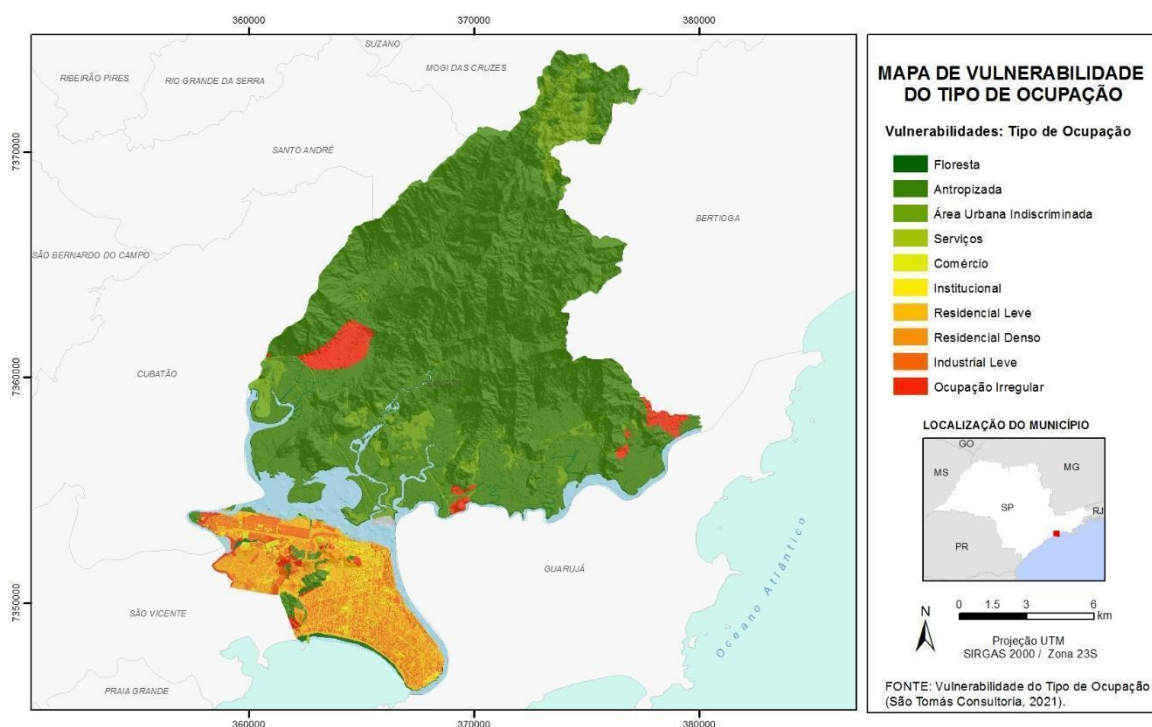


Figura 4.2.6.17 - Mapa de vulnerabilidade de tipos de uso e ocupação do solo.

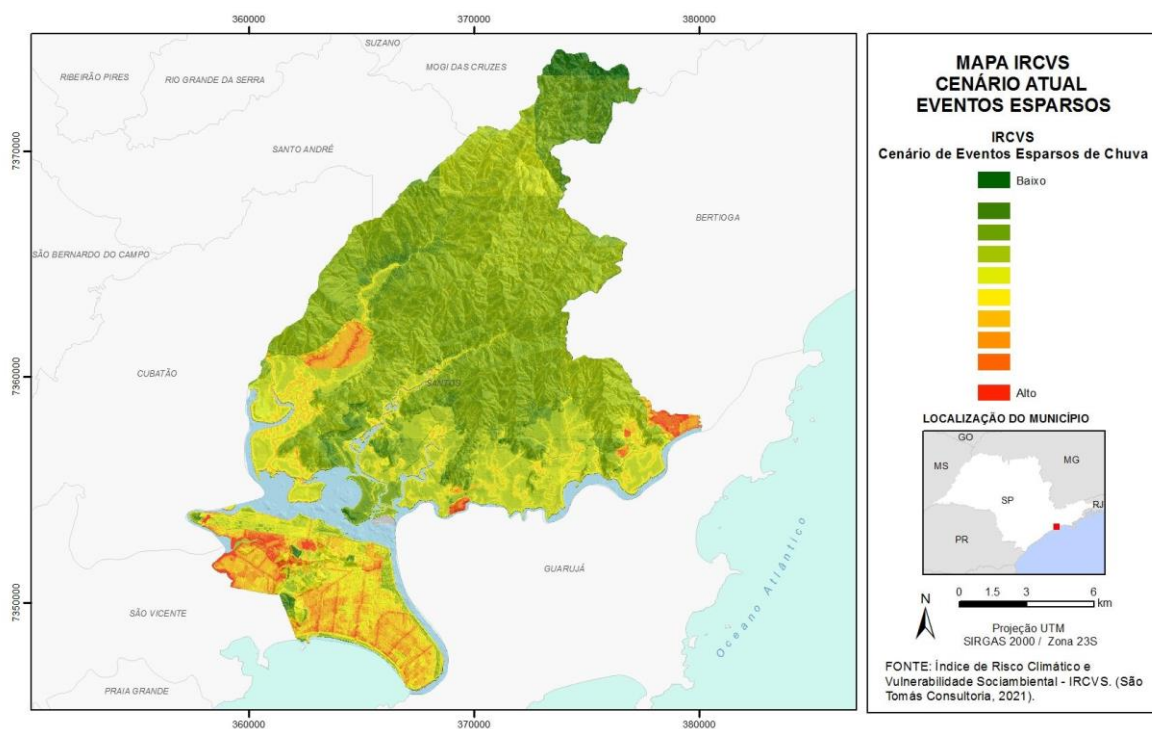
#### 4.3 ANÁLISE DOS RESULTADOS DO ÍNDICE DE RISCO CLIMÁTICO E VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL (IRCVS)

A rodada final do IRCVS teve a ponderação das variáveis dada pelo resultado do estudo feito por meio de consulta pública sobre a importância relativa das dimensões do índice sobre outras dimensões. Desta maneira, utilizando a metodologia do AHP, podemos calcular a importância relativa de cada dimensão no índice final e utilizar esse valor para a ponderação do resultado.

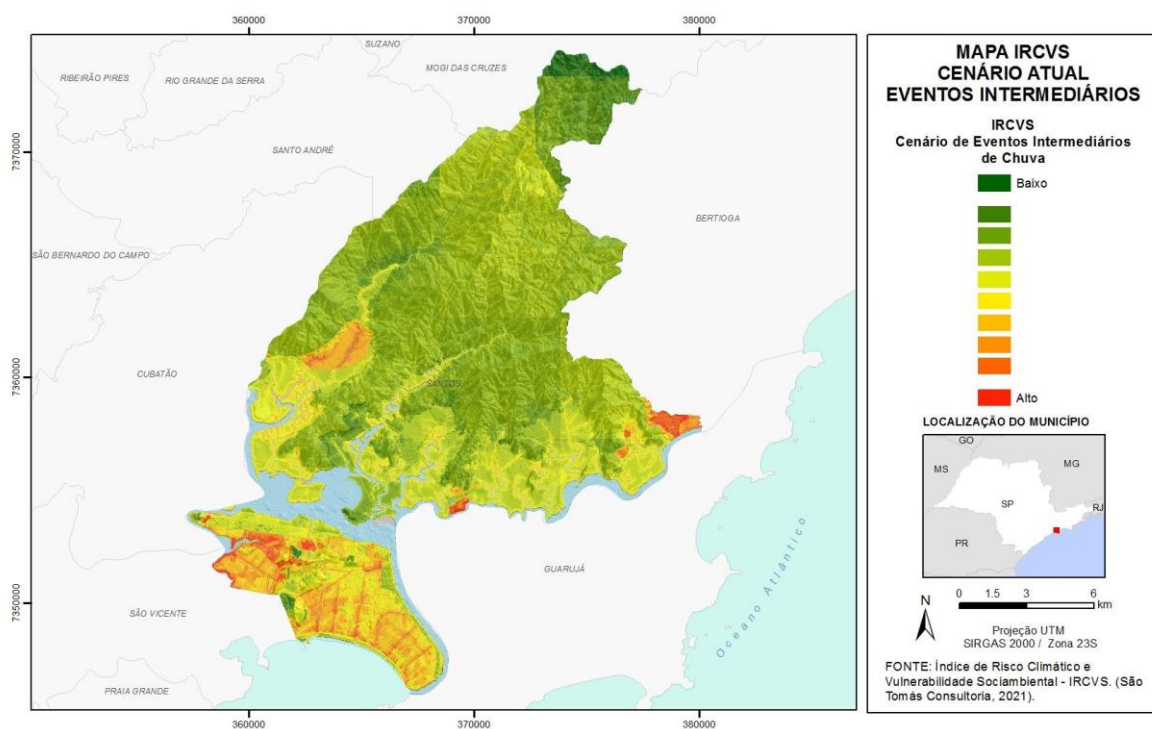
Os pesos finais que compuseram as análises do índice para cada dimensão foram:

Indicador	Peso
Movimento de Massa	0,17
Inundação	0,11
Exposição a Marés	0,18
Erosão Costeira	0,18
Densidade Demográfica	0,14
Nível Socioeconômico	0,12
Tipo de Ocupação	0,1

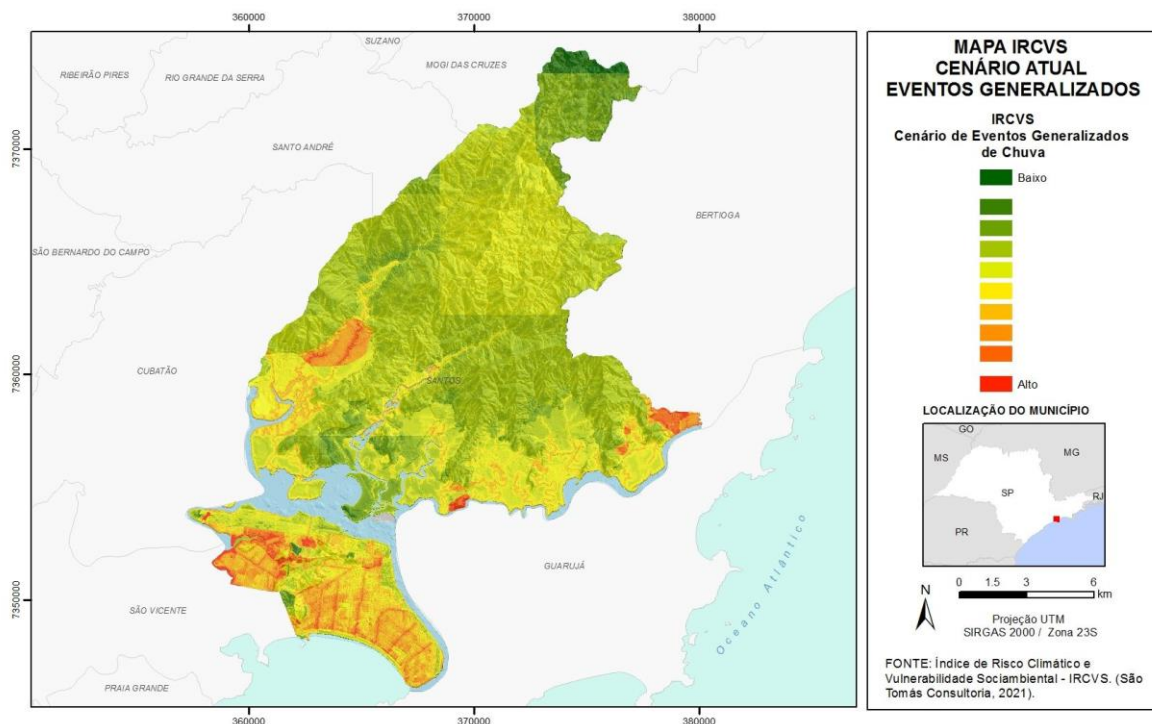
Seguindo os cenários de chuvas propostos no Estudo de Modelagem Climática (item 3), foram criados 3 mapas do indicador, que estão exibidos nas figuras a seguir.



**Figura 4.3.1 - IRCVS Atual - Cenário de chuvas causadoras de eventos esparsos.**



**Figura 4.3.2 - IRCVS Atual - Cenário de chuvas causadoras de eventos intermediários.**



**Figura 4.3.3. IRCVS Atual - Cenário de chuvas causadoras de eventos generalizados.**

#### **4.4 ANÁLISES DA VULNERABILIDADE AO RISCO CLIMÁTICO, DE ACORDO COM O IRCVS, PARA O CENÁRIO FUTURO PESSIMISTA**

O mapa a seguir ilustra o IRCVS para 2050 para o cenário pessimista com a ocorrência generalizada de riscos, o qual foi selecionado pelos participantes da construção do PACS para a análise e identificação de áreas críticas de risco e vulnerabilidade no município de Santos.

<sup>37</sup> O Estudo de Vulnerabilidade elaborado para o PACS elaborou vários outros cenários futuros: oti mista, intermediário e pessimista, que estão disponíveis no site da Prefeitura Municipal de Santos. Site: <https://www.santos.sp.gov.br/?q=projeto/plano-municipal-de-mudanca-do-clima-de-santos>

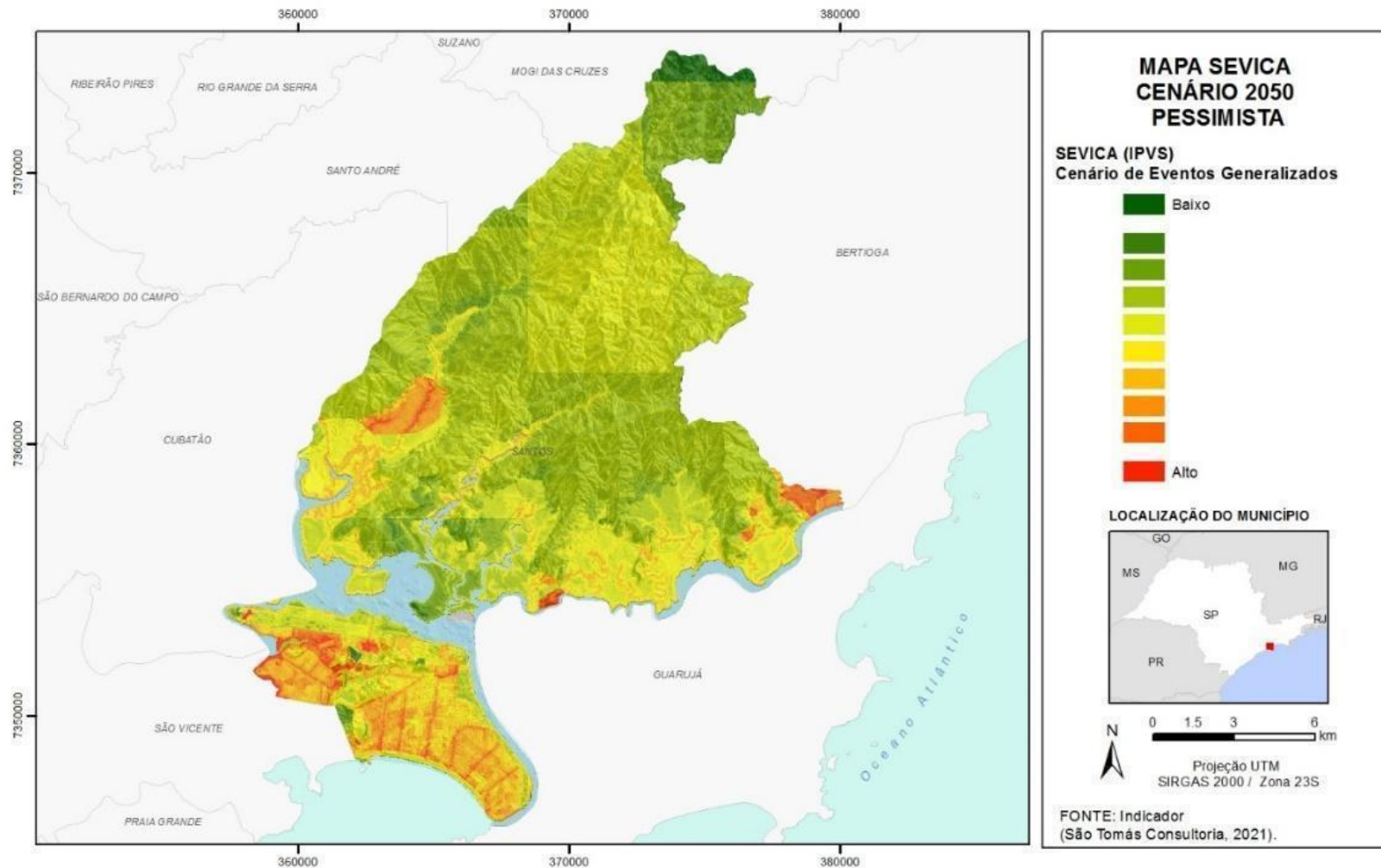


Figura 4.4.1 IRCVS para o cenário pessimista.

Pela análise, observa-se um acréscimo de áreas críticas em cada interação, particularmente de o cálculo ser efetuado com os dados históricos para o cenário atual. É importante notar que, mesmo nas condições atuais, o município já apresenta um nível de vulnerabilidade que vai da média para cima.

A vulnerabilidade tão alta apresentada pelos cenários corrobora o esforço empreendido pelas autoridades municipais em desenvolver o Plano de Ação Climática de Santos (PACS), contendo diretrizes de adaptação às mudanças do clima e planos e projetos de adaptação e de resposta a desastres. É patente que o município já sofre com as condições climáticas atuais e um crescimento significativo de determinados eventos poderá levar a problemas bastante sérios.

Algumas regiões do município, como no bairro do São Manoel, já apresentam situação bem agravada de vulnerabilidade, pela combinação de pessoas em situação de vulnerabilidade social e localidade, com parâmetros físicos já desfavoráveis no cenário atual que se agravarão no cenário pessimista para 2050.



Figura 4.4.2 - Detalhe da região do bairro São Manoel, com vulnerabilidade atual já muito crítica.

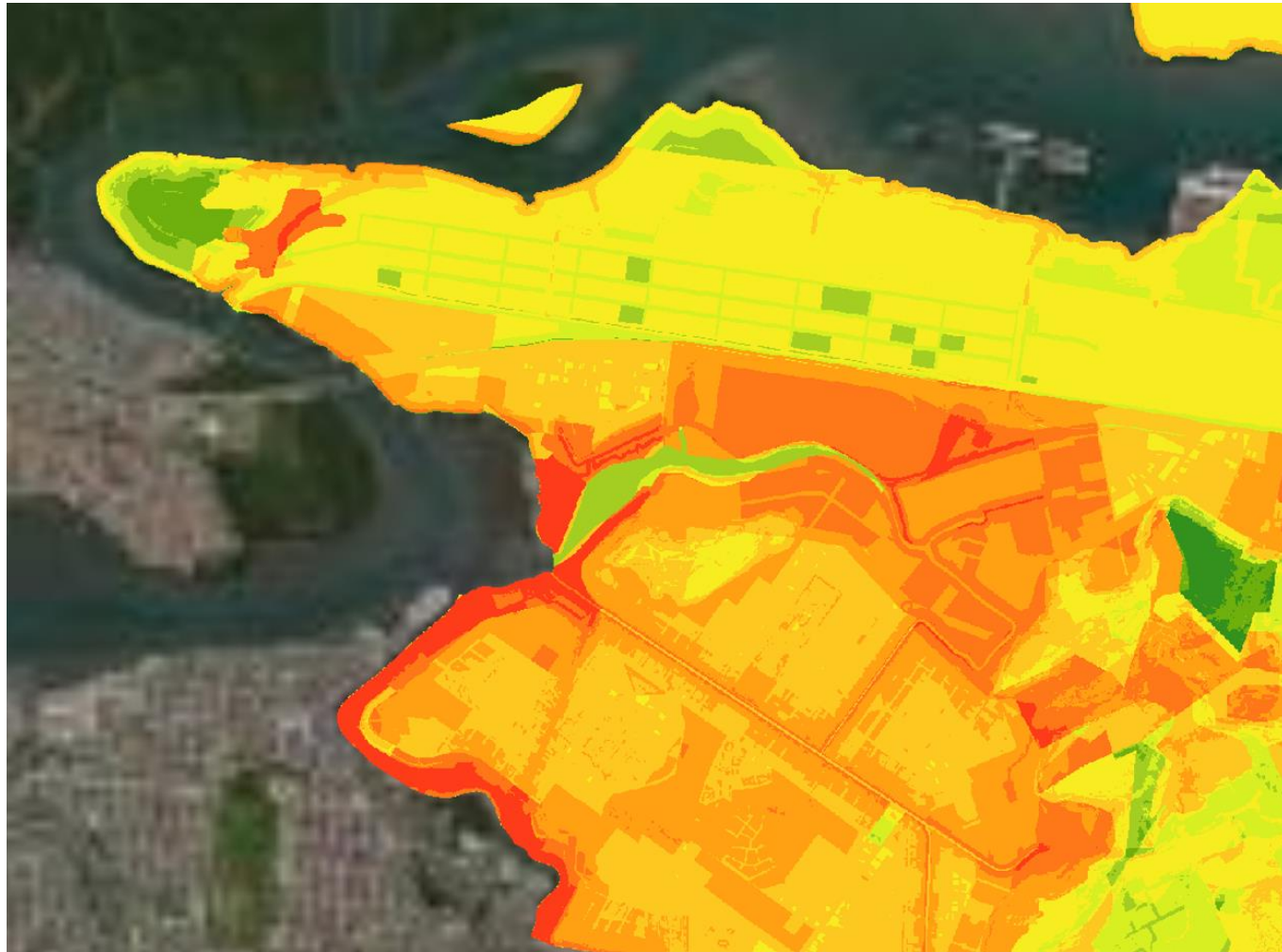
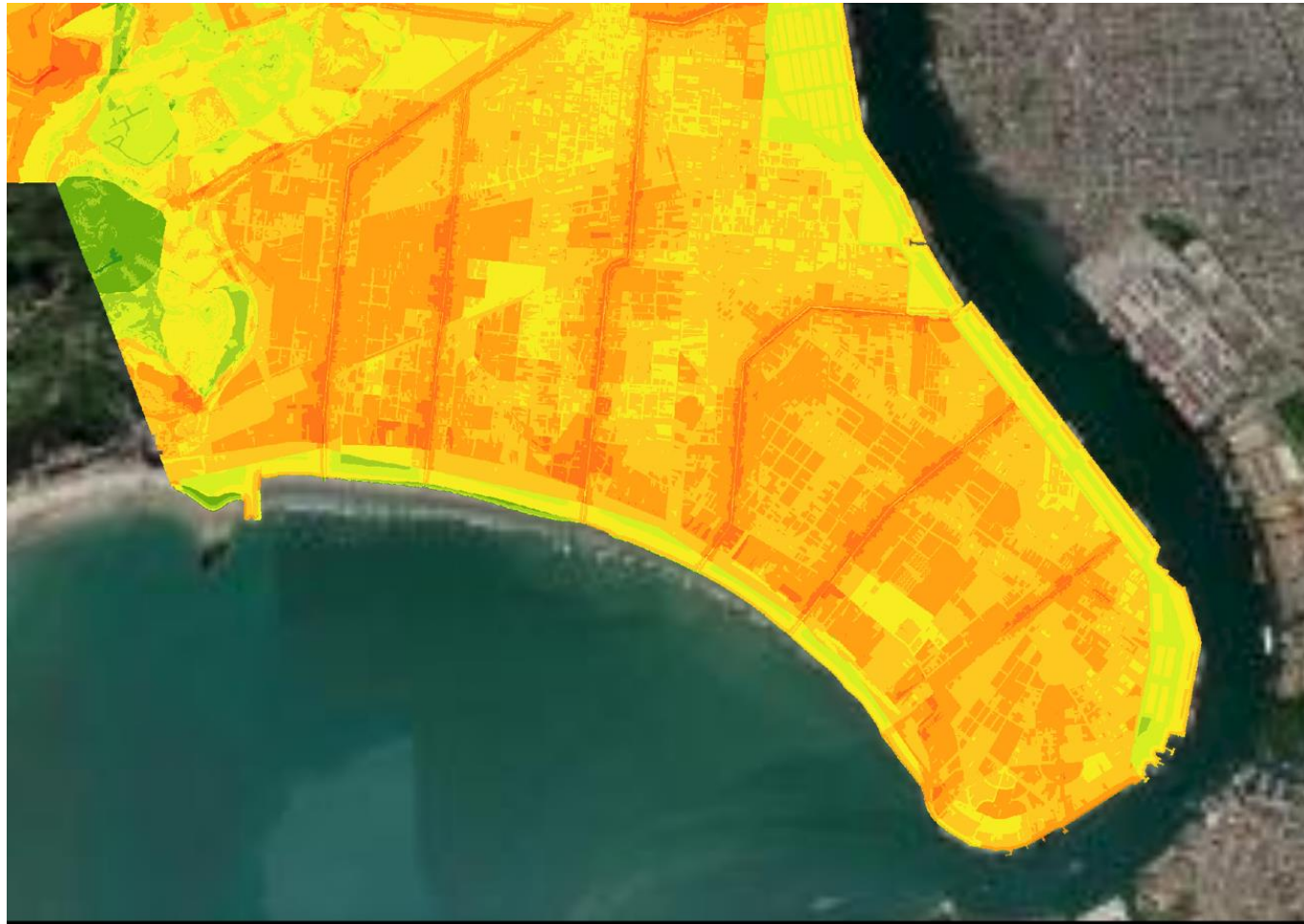


Figura 4.4.3 - Detalhe da Macrozona Noroeste - cenário pessimista para 2050.





**Figura 4.4.4 - Detalhe da Macrozona Leste - cenário pessimista.**

As regiões mais planas e próximas aos canais de drenagem de Santos também aparecem como áreas críticas do município. No cenário mais pessimista, as quadras mais baixas e planas, adjacentes aos canais, são as áreas que aparecem como críticas, associadas também a algumas áreas bastante baixas, e apresentam grande densidade populacional ou menor nível socioeconômico, de acordo com as imagens anteriormente apresentadas.

Esses resultados já indicam o caminho que o índice apresentará para as regiões prioritárias, que provavelmente estarão associadas a regiões de ocupação irregular, baixa renda e situações ambientais desfavoráveis.

Para o cenário de 2050, alvo deste plano, optou-se, junto aos atores locais, por se analisar somente o resultado do cenário mais crítico (pessimista), uma vez que todas as políticas baseadas nesta projeção farão sentido também para os demais cenários.

O cenário pressupõe uma elevação do **nível do mar em 0,35 metro para o cenário 8.5 (pessimista) do IPCC (2015)**, segundo estudos locais, e o aumento dos eventos extremos deflagradores de inundações para o limiar de 110 mm/24h em 36% e de movimentos de massa para o limiar de 220 mm/72h em 400%, conforme análise dos resultados dos modelos climáticos anteriormente.

Verifica-se no resultado do IRCVS que, num cenário de aumento significativo dos perigos analisados, as áreas já urbanizadas do município escalam rapidamente para categorias de vulnerabilidade altas. Podemos ver na área insular uma concentração de cores laranja e vermelha, que explicitam a necessidade de planos como o PACS para que o município possa planejar e tomar providências direcionadas a mitigar os efeitos do aumento dos riscos no território municipal.

Mesmo na área continental, por conta especialmente do relevo local, há muitas áreas de atenção. No caso da área continental, ainda há o complicador da pressão de crescimento territorial do porto de Santos, que pode agravar ainda mais o risco em algumas áreas mais próximas ao estuário.

## **4.5. OFICINAS PARTICIPATIVAS PARA APRIMORAMENTO DO IRCVS**

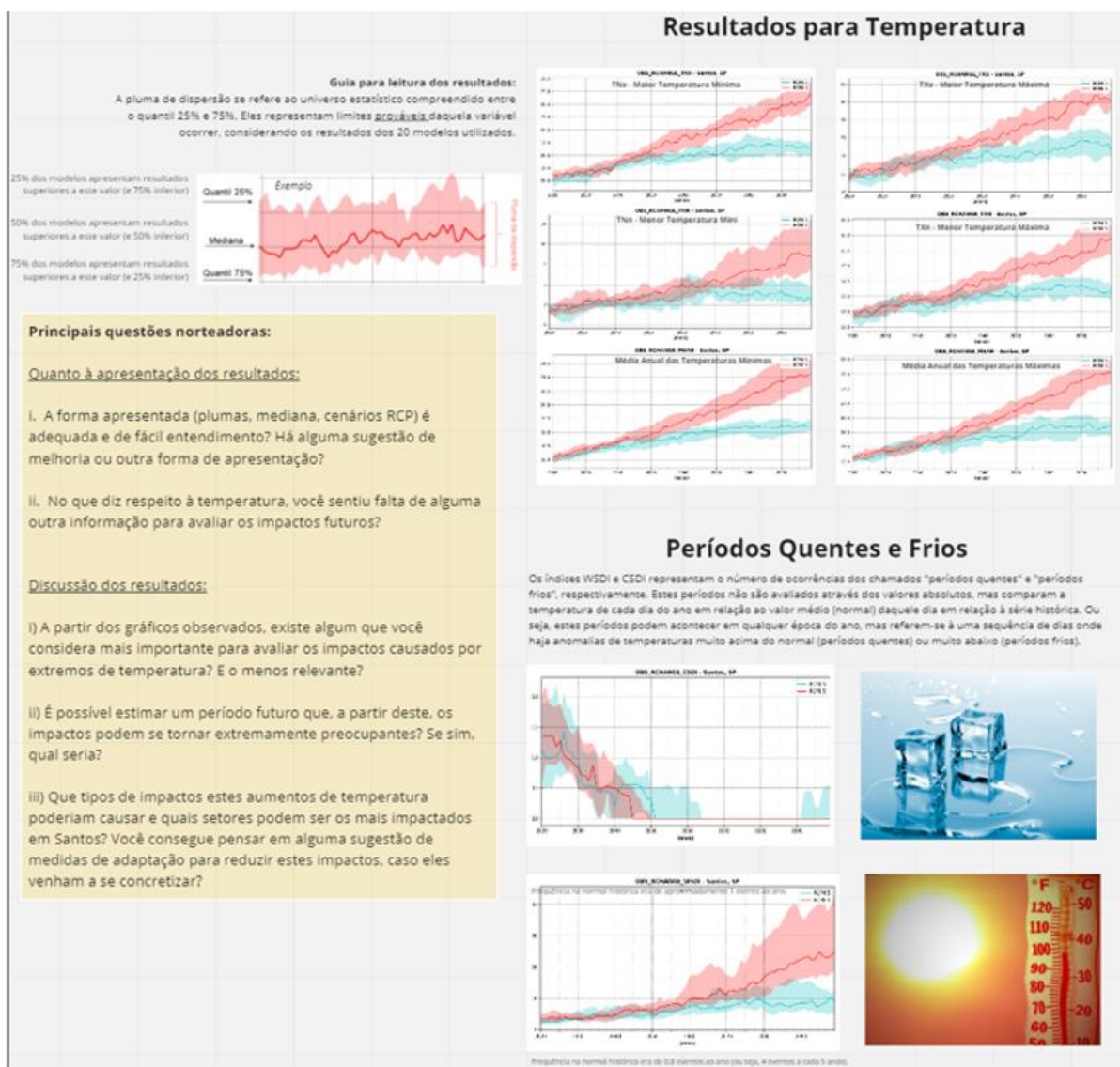
### **4.5.1 AVALIAÇÃO DE IMPACTOS FUTUROS DE RISCOS CLIMÁTICOS DO MUNICÍPIO (1ª OFICINA PACS)**

A 1ª oficina participativa para avaliação de impactos futuros de riscos climáticos do município teve como objetivos avaliar os resultados da modelagem climática, apresentar os resultados do mapeamento de vulnerabilidades em função do risco climático, para subsidiar o processo participativo de formulação do Plano de Ação Climática de Santos (PACS), e ainda colher contribuições da sociedade santista. Operacionalmente foram criados dois painéis de Riscos Climáticos Futuros e dos Resultados dos Índices de Extremos de Temperatura. Os trabalhos desenvolvidos em formato visual empregaram o software Miro como ferramenta de trabalho, apresentações em Power Point e reunião em grupos de trabalho.

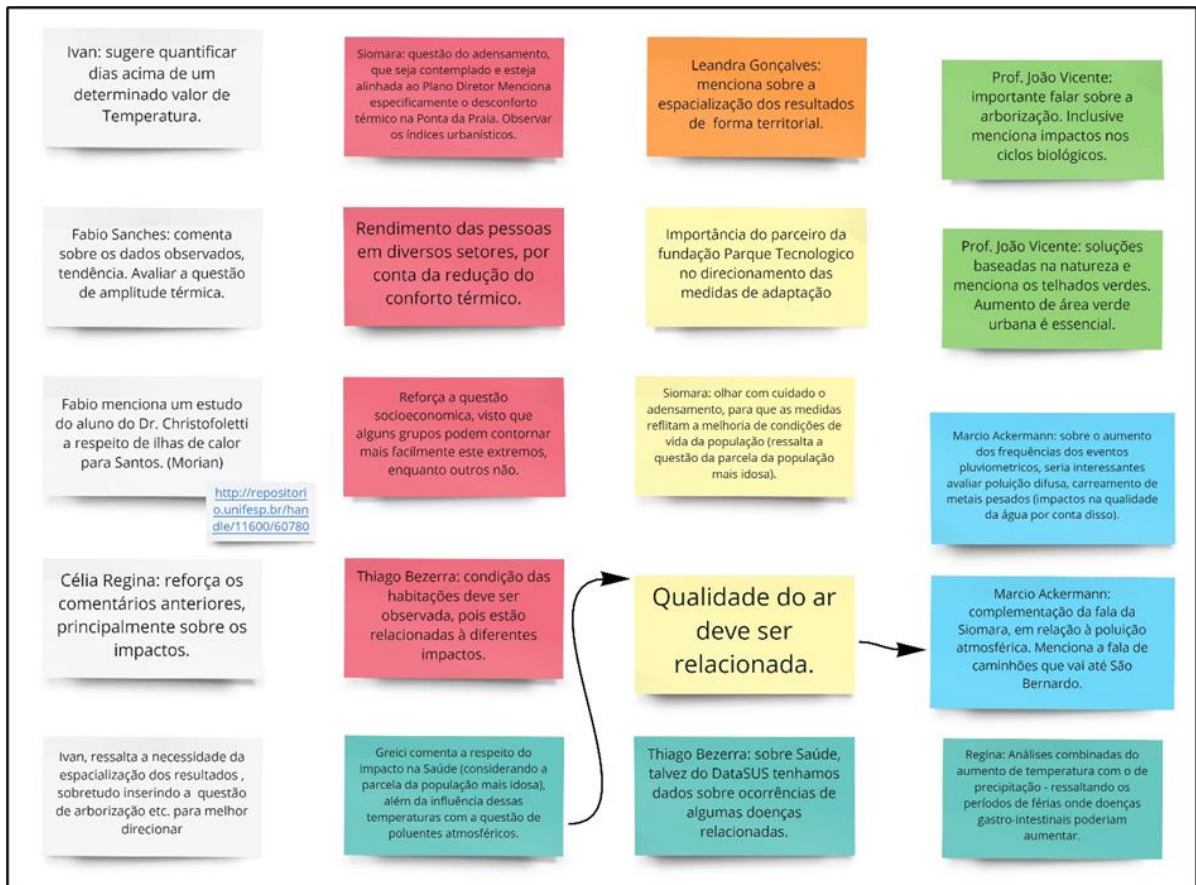
- **Resultados dos índices Extremos de Temperatura**

De maneira geral, os resultados apresentados foram bem recebidos, e foi considerada adequada a forma com que foram organizados e apresentados, assim como sua relevância dentro do escopo do Plano de Ação Climática de Santos. Ao final da Oficina, foram identificados alguns pontos mais relevantes a serem tratados no Plano, descritos a seguir.

Figura 4.5.1 - Painel apresentado na 1ª oficina, com enfoque nos índices de extremos de temperatura.



A seguir, na **Figura 4.5.2**, estão apresentados os principais comentários tecidos durante as falas dos participantes. Para facilitar a interpretação, os *stickers* de uma mesma cor referem-se a temas correlatos.



**Figura 4.5.2 - Principais comentários dos participantes a respeito dos resultados que foram apresentados e sugestões para próximas etapas.**

A apresentação dos impactos relacionados à temperatura no nível intramunicipal foi mencionada diversas vezes e refere-se à complementação dos resultados apresentados. Via de regra, os resultados na forma de gráficos, que representam a evolução temporal, foram considerados importantes à compreensão da evolução das mudanças nos padrões de temperatura a que o município poderá ser submetido.

No entanto, foi sugerido que o aumento da temperatura e seus impactos sejam, de alguma forma, representados dentro do território de Santos, sobretudo em como algumas edificações e o pavimento seriam afetados em determinados cenários. Isto se faz necessário para entender onde estariam localizados os *hotspots* de vulnerabilidade para este tipo de ameaça climática.

Foi comentado que algumas localidades e conjuntos de construções são submetidos a uma maior exposição de radiação solar, que, junto com o aumento previsto da temperatura, poderiam ser mais impactados que em outros locais, além de poderem intensificar o processo de ilhas de calor dentro da área urbana.

Este tipo de observação permitiria não somente identificar as localidades propriamente ditas, mas também serviria de base à planificação de medidas de adaptação específicas para minimizar estes impactos de modo mais efetivo e antecipado, tendo em vista que talvez seja necessário envolver revisões ou proposições de normas construtivas e também de adequações urbanísticas (que requerem um tempo maior para avaliação e implementação).

Sobre este tema, também se reforçou que as proposições de medidas de adaptação estejam em consonância com o Plano Diretor de Desenvolvimento e Expansão Urbana do Município de Santos, e vice-versa, sobretudo, para garantir que questões como a de adensamento de edificações sejam tratadas no âmbito da Lei, assegurando, assim, a sua aplicação no longo prazo. Sobre este tema de adensamento de edificações, foi mencionado que atualmente há um problema já instaurado na Ponta da Praia, que poderia ser observado mais minuciosamente (adensamento de edificações x impactos de inundação e erosão costeira).

Ainda sobre este tema, foi relatado que alguns grupos socialmente mais vulneráveis sofrerão mais impactos com estes aumentos de temperatura previstos, haja vista que a questão do conforto térmico conecta-se diretamente ao uso de certas tecnologias (ar condicionado, refrigeração, etc.) e aspectos construtivos (isolamento térmico, ventilação, etc.). O acesso a tais tecnologias depende diretamente de um poder aquisitivo maior para que possam ser adquiridas e também para manter o seu uso (consumo de energia, que pode ser mais cara no futuro neste mesmo cenário de alta demanda).

Além disso, foi mencionado, mais de uma vez, que o município já possui atualmente uma grande parcela de população idosa, e que esta tendência deve aumentar nas próximas décadas. Este cenário demandaria análises mais específicas, especialmente por sua maior vulnerabilidade aos impactos relacionados à saúde (doenças cardiorrespiratórias, principalmente).

No tema “Saúde”, comentou-se, ainda, sobre a possível amplificação de impactos relacionados a doenças de veiculação hídrica e aquelas causadas por vetores que se reproduzem em meios aquáticos, como a dengue. O maior volume de chuvas no verão (período de férias) e o consequente aumento da umidade, juntamente com a elevação de temperatura, poderiam estabelecer condições mais favoráveis à sua proliferação.

No que concerne aos impactos relacionados à saúde humana, foi sugerido que o plano municipal abordasse a questão da qualidade do ar por conta da poluição atmosférica, sobretudo, e também dos efeitos adversos causados por fatores climáticos, causando maiores danos à população. Um exemplo dessa relação é um cenário com mais dias consecutivos secos (provável no inverno, nas próximas décadas), que diminuiria a umidade relativa do ar, reduzindo a dispersão dos poluentes, o que afetaria ainda mais os danos à saúde humana.

Sugeriu-se consultar os dados do DataSUS para estimar a vulnerabilidade atual da população para iniciar a gestão da política climática da cidade com informações confiáveis a respeito da problemática envolvendo os impactos na saúde humana.

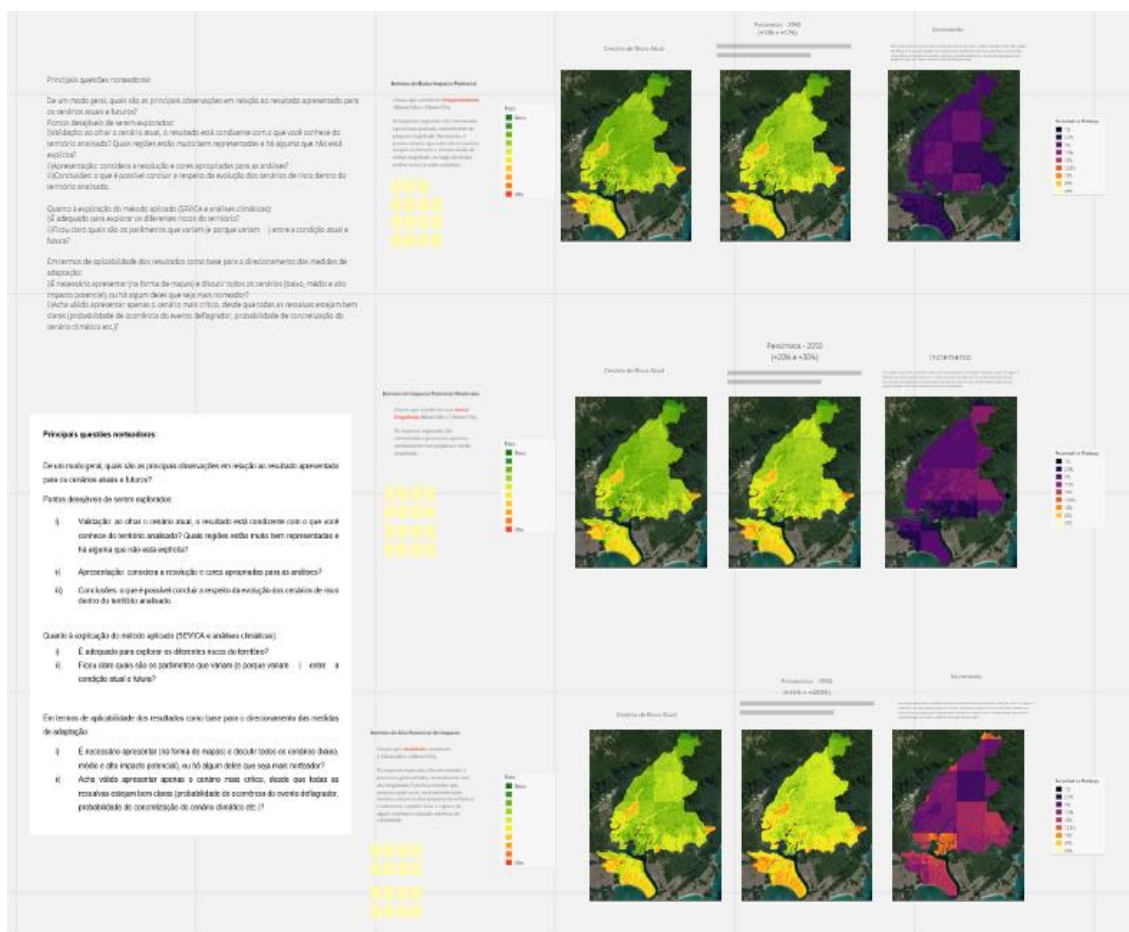
Por fim, também foi assinalada a importância de avaliar as questões associadas à poluição difusa, que pode carrear contaminantes (ex: metais pesados) até corpos hídricos durante eventos extremos de precipitação (que tendem a ganhar maior frequência e magnitude e amplificar os impactos dessa ordem). Para tal, seria necessário conhecer melhor as principais fontes geradoras desses poluentes e os possíveis fluxos de origem e destino para determinados cenários pluviométricos. Embora extrapole o escopo deste projeto, esta demanda pode se tornar encaminhamento futuro e integrar alguma diretriz das medidas de adaptação.

Sobre potenciais medidas de adaptação que possam minimizar os impactos inferidos ao aumento da temperatura média e de eventos extremos, nas poucas vezes em que os participantes fizeram sugestões, estas foram direcionadas à estratégia de Soluções baseadas na Natureza (SbN). As propostas referiram-se particularmente a uma das mais populares metodologias de SbN - a

Adaptação baseada em Ecossistemas (AbE), especificamente sobre arborização e telhados-verdes, além das medidas de governança que reforcem ações que acontecem em outra esfera, como na legislação urbanística e nas normativas arquitetônicas.

- **Resultados - Riscos Climáticos Futuros**

Os resultados da análise de riscos climáticos foram muito bem recebidos. Dada a complexidade da análise proposta, as discussões foram dominadas pelas questões dos participantes relativas à composição dos índices, mapas e suas premissas.

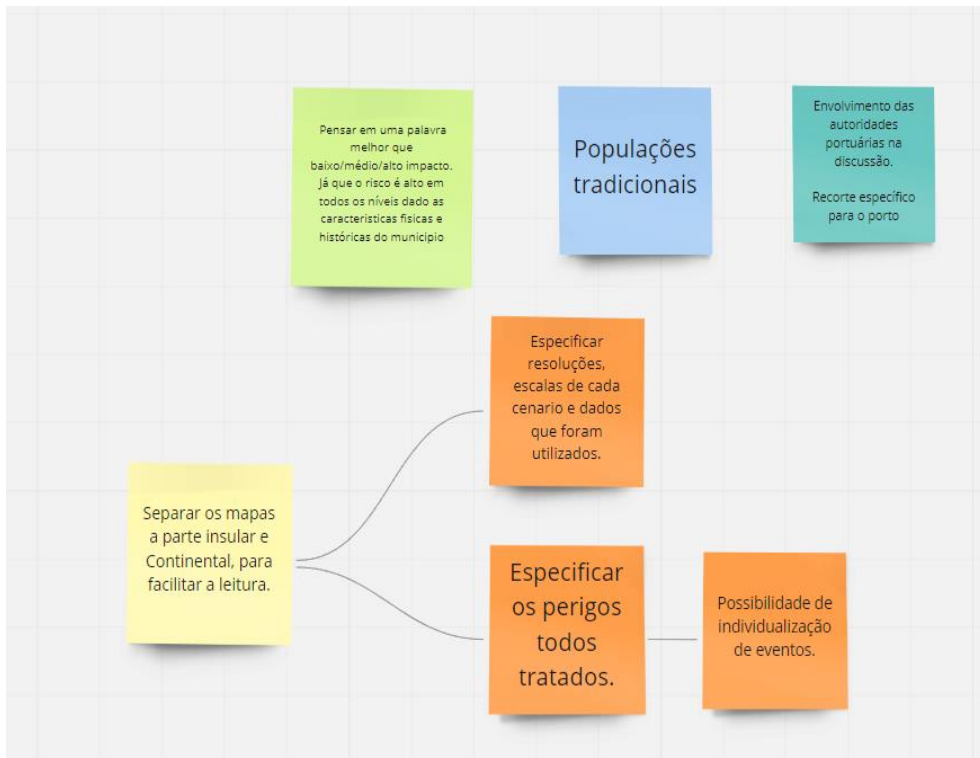


**Figura 4.5.3 - Quadro apresentado na 1ª Oficina - Painel de riscos climáticos.**

Como ilustrado na **Figura 4.5.3**, foram apresentados os três cenários iniciais de estudo, com suas devidas evoluções no cenário de 2050 e um mapa de incremento de vulnerabilidade para a região em cada cenário.

Logo na primeira parte da discussão, os participantes citaram a complexidade de analisar tantos cenários, sugerindo que concentrássemos nossos esforços de análise no cenário mais crítico.

A primeira sugestão foi uma possível mudança de nomenclatura para auxiliar na diferenciação dos níveis de impacto identificados, uma vez que o risco, dadas as características socioambientais do município, é alto em todas as classes de impacto.



**Figura 4.5.4 - Principais comentários dos participantes a respeito dos resultados do IRCVS.**

Seguiu-se uma discussão sobre a necessidade de discutirem-se no plano as questões das populações tradicionais da região e o impacto que o agravamento dos perigos pode lhes causar. Foi clarificado que as populações tradicionais estão consideradas no nível mais alto de vulnerabilidade no indicador de tipo de ocupação, dando destaque natural para elas na composição do índice.

Em seguida, sugeriu-se que, para os mapas constantes no plano, não faltassem a apresentação das escalas utilizadas e das escalas dos mapas intermediários e dados de entrada, além da especificação de todos os perigos tratados. Foi informado durante a oficina que isso já estava previsto e já estava sendo feito.

Sugeriu-se, então, um recorte de análise específica para o Porto de Santos e o envolvimento das autoridades portuárias em discussões focadas na área portuária. Essa recomendação foi acatada pelos organizadores, que pretendem continuar interagindo com a autoridade portuária para gerar o melhor resultado possível para o PACS.

Por fim, sugeriu-se separar os mapas do município em área insular e continental para facilitar a leitura e observação das classes de riscos.

#### **4.5.2. IDENTIFICAÇÃO DE ÁREAS CRÍTICAS DE VULNERABILIDADE SOCIOAMBIENTAL NO MUNICÍPIO DE SANTOS (2ª OFICINA PMMCS)**

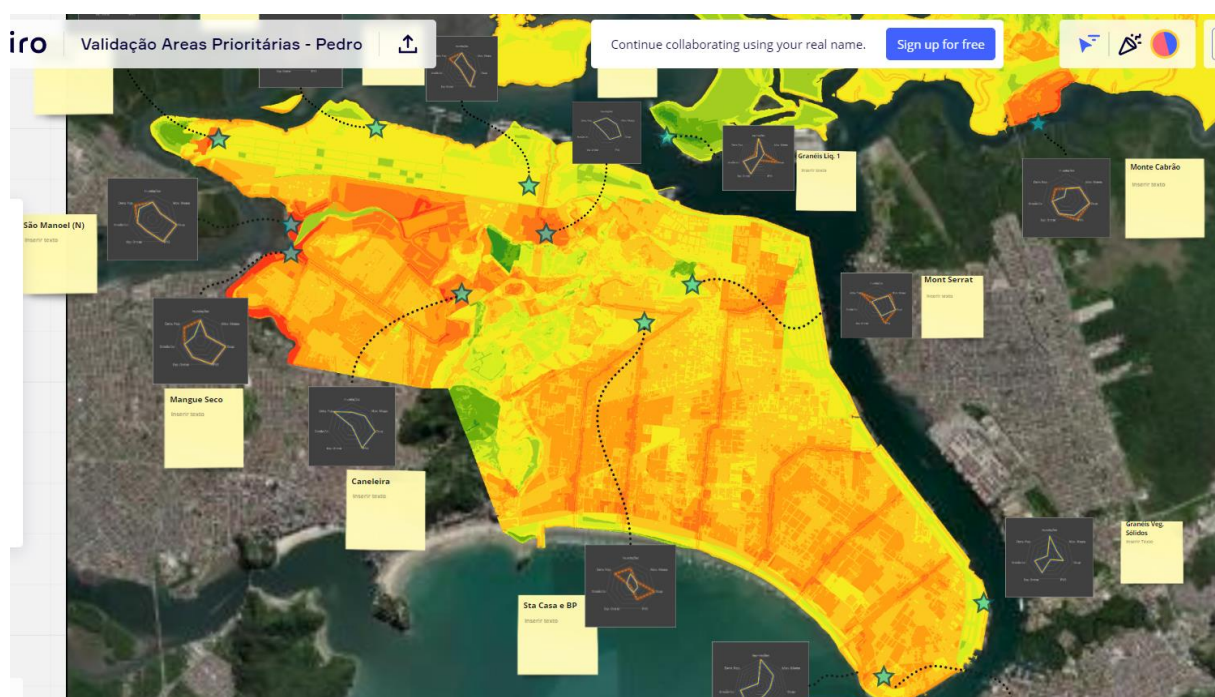
A 2ª oficina foi realizada com os seguintes objetivos: (1) apresentação das áreas críticas já identificadas; (2) validação dessas áreas pelos participantes; e (3) coleta de novas indicações para estudo.

Para atingir essas finalidades, a oficina debruçou-se em 16 (dezesesseis) áreas críticas discutidas anteriormente com a equipe da prefeitura e a Secretária de Meio Ambiente (SEMAM). Deste modo, cada uma das duas salas tentou discutir o máximo de pontos já identificados partindo da região da

Ponta da Praia, sendo que uma das salas debateu os tópicos em sentido horário e a outra, discutiu os mesmos pontos em sentido, mas em sentido anti-horário.

O resultado foi bastante satisfatório, dado que todos os quesitos foram apresentados e discutidos conjuntamente pelas duas salas. Na discussão, algumas questões novas foram levantadas.

Na sala 1, contudo, houve uma concentração da discussão em duas áreas da Ponta da Praia. Alguns participantes estranharam a presença de suscetibilidade a movimentos de massa numa região plana e próxima à praia. Por mais que os organizadores informassem que isso se dava pela classificação geotécnica do solo, os participantes foram irredutíveis e só aceitaram com a garantia de que esse valor seria excluído de qualquer análise da região. Neste cenário, os organizadores concordaram em retirar da análise o valor (já insignificante) da dimensão de movimentos de massa na região e considerá-lo como 0 (zero) para todas as análises futuras.



**Figura 4.5.5 - Áreas críticas já identificadas - Área Insular. Imagem extraída do software Miro.**



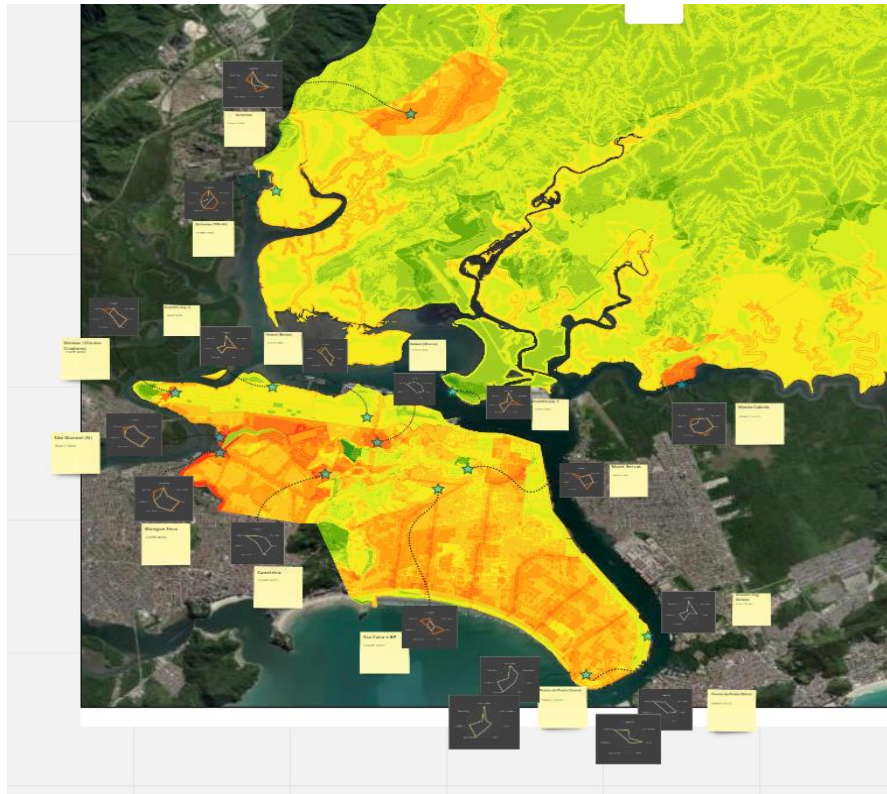


Figura 4.5.6 - Áreas críticas já identificadas. Imagem extraída do software Miro.

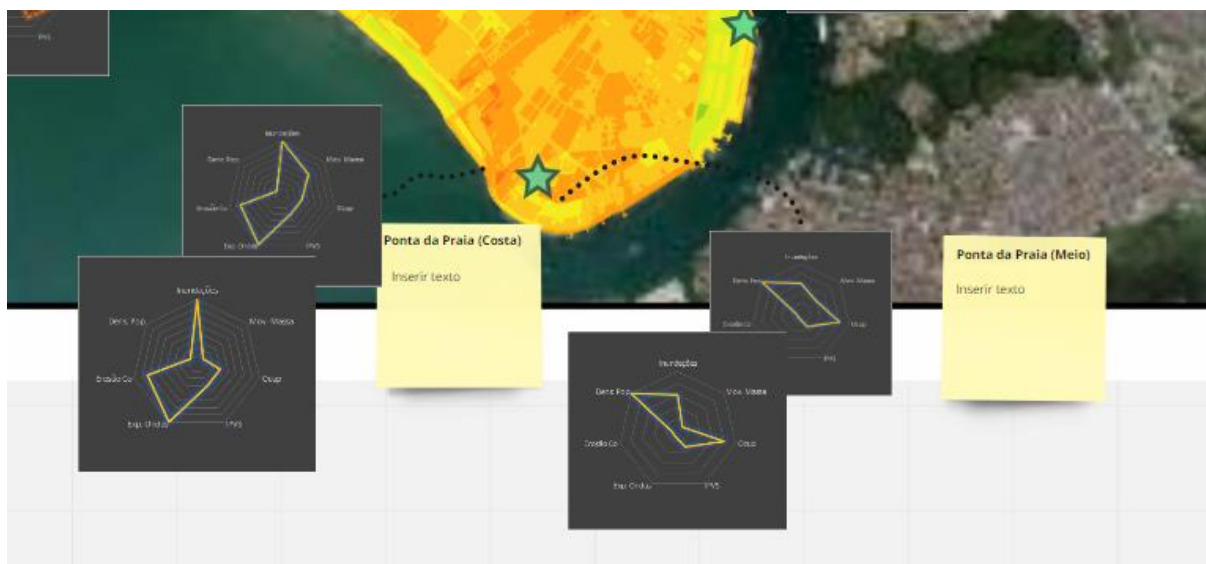
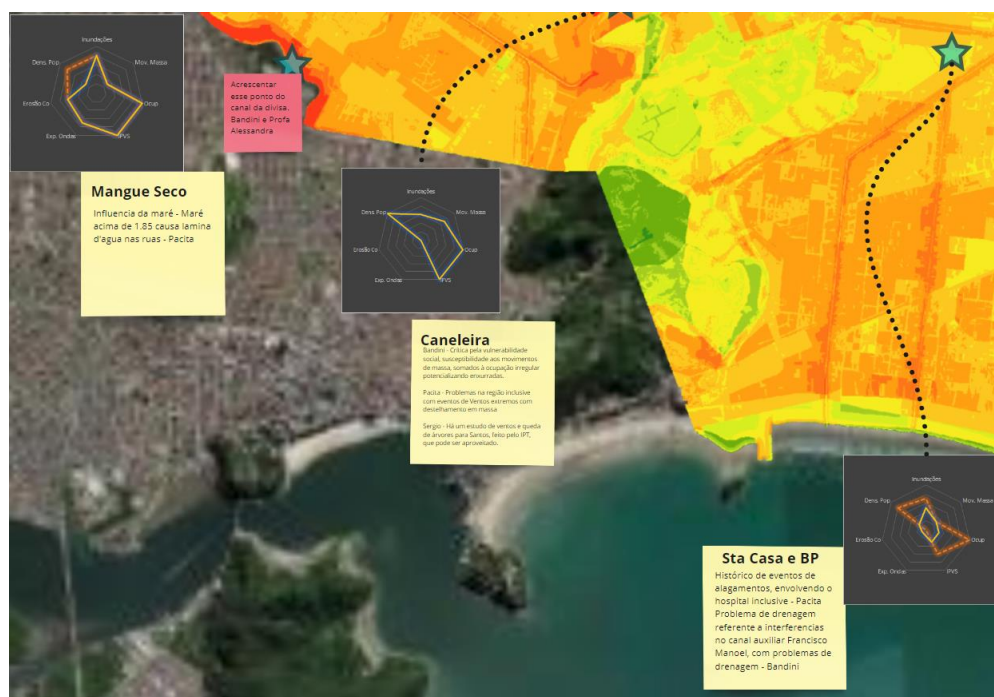


Figura 4.5.7 - Detalhe da região da Ponta da Praia, que foi tema central na discussão da sala 1. Imagem extraída do software Miro.

Na sala dois, houve uma discussão mais densa quanto aos aspectos que compõem o risco de cada um dos pontos discutidos, inclusive, o levantamento de novos pontos a serem analisados no âmbito do PACS.

Começando pelos pontos da **Figura 4.5.8**, foi discutido que o ponto associado aos hospitais (Santa Casa e Beneficência Portuguesa) e o relacionado ao bairro da Caneleira são realmente muito

relevantes de análise, possuindo histórico de eventos e desastres mapeados e estudados nas regiões. Aliás, o pesquisador do IPT presente na oficina contou que há um estudo bastante detalhado a respeito de desastres relacionados a ventos na região da Caneleira e colocou-se à disposição para apresentá-lo e discuti-lo com os participantes do processo de elaboração do PACS.



**Figura 4.5.8 - Principais comentários dos participantes a respeito dos pontos associados ao mangue seco, bairro da Caneleira e hospitais. Imagem extraída do software Miro.**

Nesta região, foi sugerido o acréscimo de um ponto no canal da divisa municipal entre Santos e São Vicente, tomado por uma favela de palafitas, sendo alvo de constantes estudos e eventos extremos relacionados tanto à chuva, quanto à maré.

Continuando a linha divisória entre os municípios, há o ponto do Mangue Seco e o ponto do São Manoel, ambos apresentados com riscos altíssimos ligados aos indicadores de maré e inundação, somados aos seus índices socioeconômicos baixíssimos.

No caso do Mangue Seco, os participantes chamaram a atenção para o fato de que a região possui, com regularidade, lâminas d'água em suas ruas associadas às marés mais altas e que qualquer evento mais forte de chuva em um dia de maré alta causa transtornos na região.

Além das suscetibilidades físicas, o bairro do São Manoel (**Figura 4.5.9**) enfrenta o problema do índice socioeconômico dos habitantes da região. O bairro possui um agravante ainda maior, uma vez que a área que ocupa é de um aterro artificial, que existe para proteger a infraestrutura de uma adutora naquele local. Isso faz com que o ponto seja ainda mais importante de ser analisado, dado o possível problema de infraestrutura que pode ocorrer em caso de impactos mais severos na região.



**Figura 4.5.9 - Principais comentários dos participantes a respeito dos pontos na região do bairro da Alemoa. Imagem extraída do software Miro.**

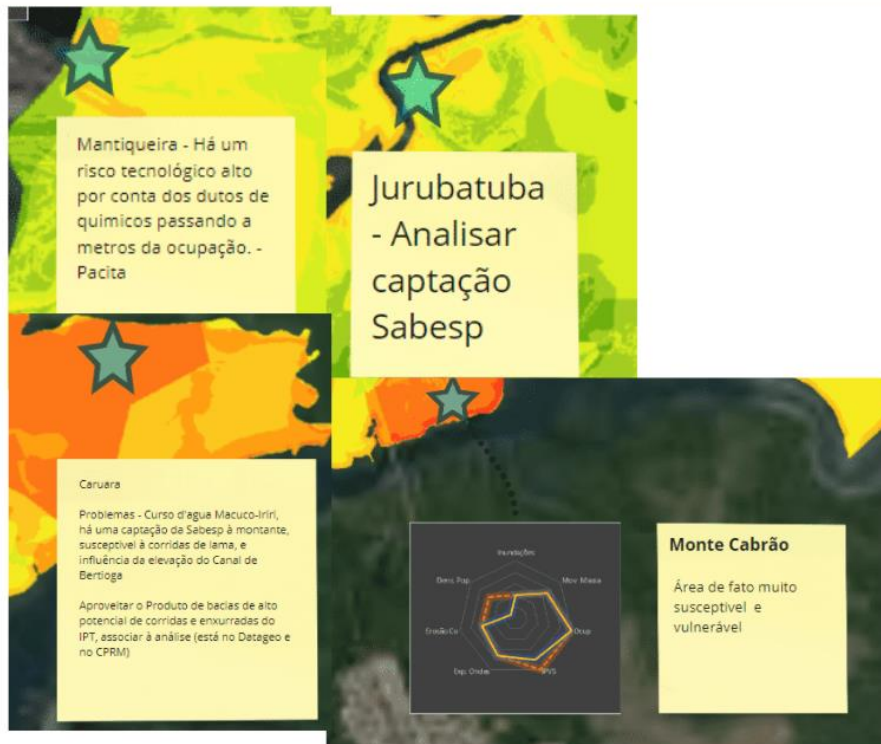
A área seguinte analisada foi a Alemoa (Vila dos Criadores) - **Figura 4.5.9**, que confirma a importância da análise deste ponto, atribuído à população vulnerável ali existente. Essa comunidade cresceu rapidamente em uma área de altíssima suscetibilidade, incluindo fatores de riscos ambientais associados à existência na área de um antigo lixão da cidade.

Depois da análise deste ponto na Alemoa, os participantes concordaram com as análises dos outros pontos já apresentados, incluindo a do Monte Cabirão (**Figura 4.5.10**), e sugeriram outros três pontos de análise para essa fase do trabalho.

Seguindo a ordem da **Figura 4.5.10**, o primeiro ponto sugerido na área continental foi o da comunidade da Mantiqueira, dado o altíssimo risco tecnológico da região, somado ao risco climático. Essa comunidade já é alvo de uma ação da prefeitura de realocação, que está avançando bem, segundo os participantes, apesar da resistência dos moradores.

O segundo ponto sugerido para análises foi o do Rio Jurubatuba, onde há captação de água potável pela Sabesp, que abastece todo o município de Santos e parte das cidades vizinhas, caracterizando-se, assim, como infraestrutura de extrema importância para a região.

Por fim, o terceiro ponto a ser estudado é a região do Caruara, em decorrência de sua altíssima suscetibilidade a escorregamentos (encontra-se no ponto de jusante de uma bacia com histórico de grandes corridas de detritos) e da presença de uma volumosa comunidade em situação bastante vulnerável. Essa região também se caracteriza por ser muito plana e próxima ao nível do rio, o que a faz sofrer alguns impactos relacionados a marés mais altas. Na sua parte mais alta, há ainda uma captação de água da Sabesp que serve a essa comunidade e ao município de Bertioga.



**Figura 4.5.10 - Comentários a respeito da região do Monte Cabrão e novas áreas apontadas. Imagem extraída do software Miro.**

No geral, considera-se que a oficina foi um sucesso. Os organizadores acataram todas as discussões e sugestões apresentadas durante a oficina para a análise final no PACS.

A seguir é apresentado a **Figura 4.5.11**, que representa as **áreas críticas de vulnerabilidade a riscos climáticos** identificadas nas oficinas para elaboração do PACS.

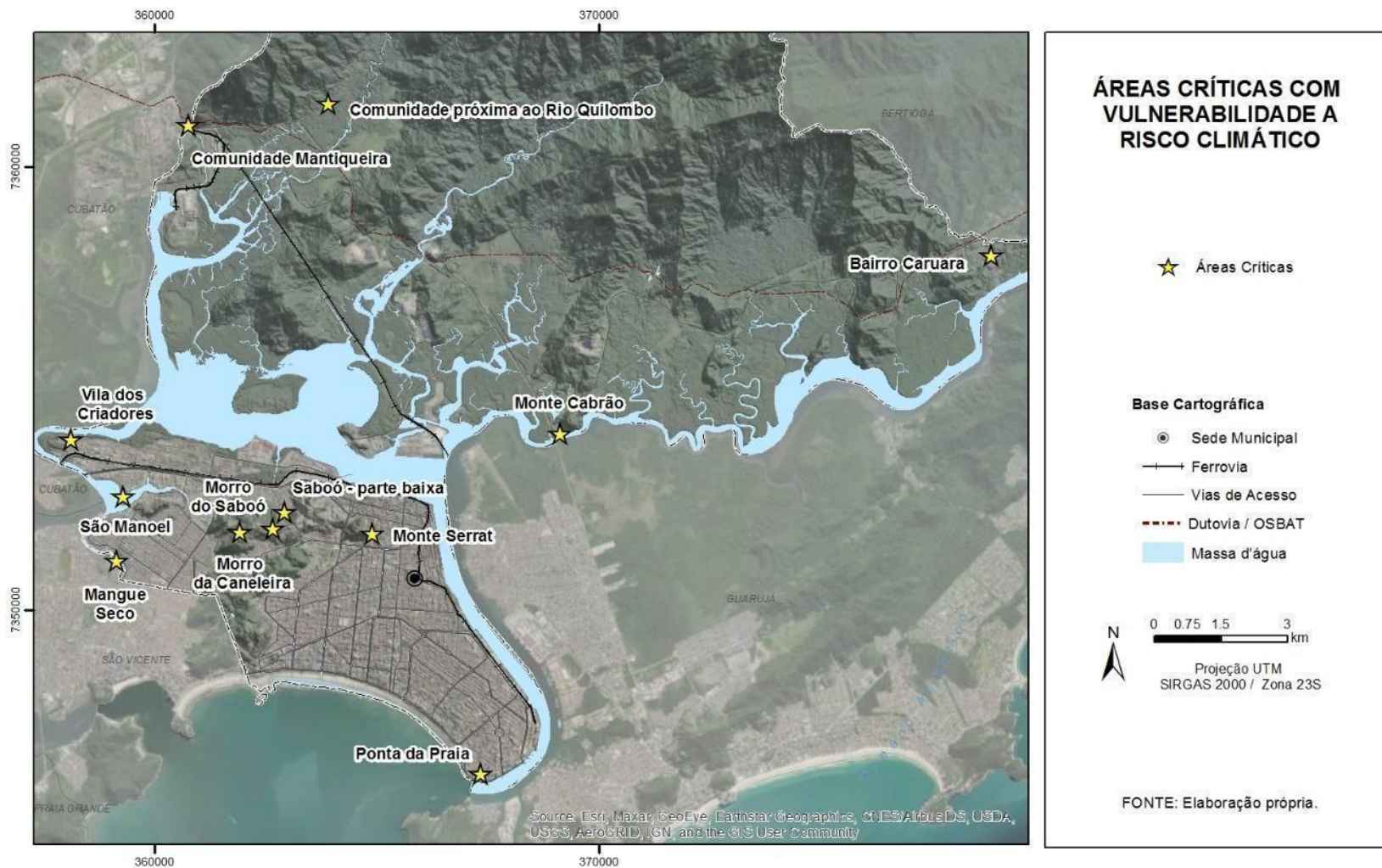


Figura 4.5.11 - Áreas críticas de vulnerabilidade a riscos climáticos identificadas no âmbito das oficinas para elaboração do PACS. As medidas de adaptação aplicáveis a estas áreas estão definidas no Plano de Ação do PACS - Parte 2 deste documento.