

Projeção da população atingida pelo aumento no nível do mar em Ilha Comprida, litoral sul de São Paulo

SER-457 - População, Espaço e Ambiente

João Felipe C. Santos {joao.santos@inpe.br}

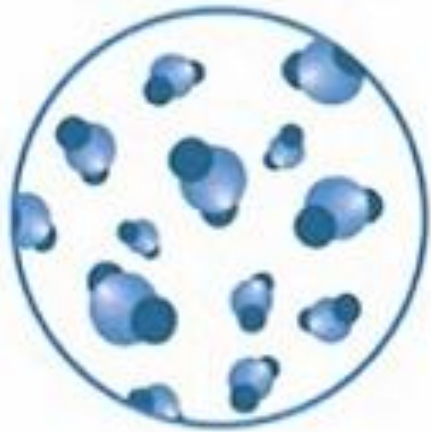


O aumento do nível do mar

- Tema cada vez mais presente (IPCC, NOAA, Década da Ciência Oceânica).



**CO₂
concentration**



Highest

in at least

2 million years

**Sea level
rise**



Fastest rates

in at least

3000 years

**Arctic sea ice
area**



Lowest level

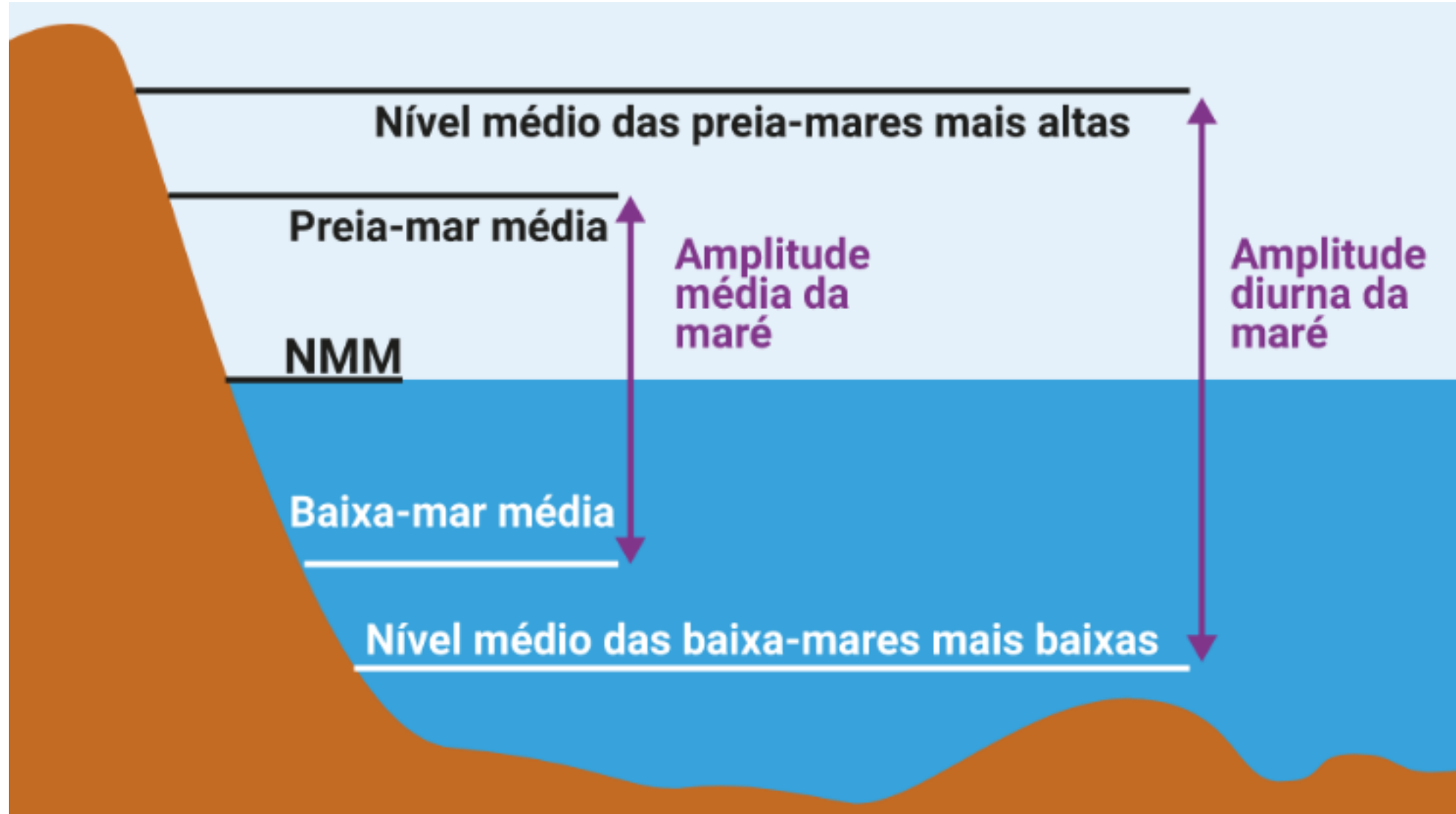
in at least

1000 years



O aumento do nível do mar

- O NMM tem aumentado cerca de 5 mm/ano (IPCC 2021). Mas isso é pouco, não? Depende...



O aumento do nível do mar

Ressaca atinge casas e destrói pousada no litoral sul de São Paulo **2016**

Estadão Conteúdo

19/09/16 - 18h28

Mudança no tempo provoca ressaca e estragos em Ilha Comprida, SP **2017**

Árvore de aproximadamente 20 metros de comprimento foi arrancada pela força do mar.

Por G1 Santos

22/08/2017 10h19 - Atualizado há 4 anos



Cidade de Ilha Comprida

11 de abril de 2020 · 🌐

MUNICÍPIO TRABALHA NA RECUPERAÇÃO DOS ESTRAGOS CAUSADOS PELA FORTE RESSACA NESTA SEMANA **2020**

Após ressaca, ônibus fica encalhado em praia de Ilha Comprida (SP) **2021**

Coletivo, que ficou 80% encoberto pelas águas, foi removido com auxílio de máquinas, após 4 horas, quando a maré baixou

SÃO PAULO | Do R7
26/05/2021 - 08H45

COMPARTILHE:    

O aumento do nível do mar

- Ilha Comprida, litoral sul de São Paulo.



- Altitude: nível do mar.
- Construções com 20 anos? 10 cm da elevação do NMM em 20 anos.
- Taxa não linear (~3 mm/ano até 2010, ~5 mm/ano at 2050, ~6.5 mm/ano até 2100).

O aumento do nível do mar

- Ilha Comprida, litoral sul de São Paulo.



- População: aprox. 11.5 mil.
- População flutuante: 600 mil.
- Território: 100% incluído em Área de Proteção Ambiental.
- Economia: pesca e turismo.



- Quantas pessoas seriam afetadas (ou já são afetadas) pelos eventos de ressaca, perda de praia (veja Camboriú)? E daqui 30 anos?
- Bom... uma população de 12 mil pessoas com densidade de 47 ha/km² não deve ser muita gente. Será?

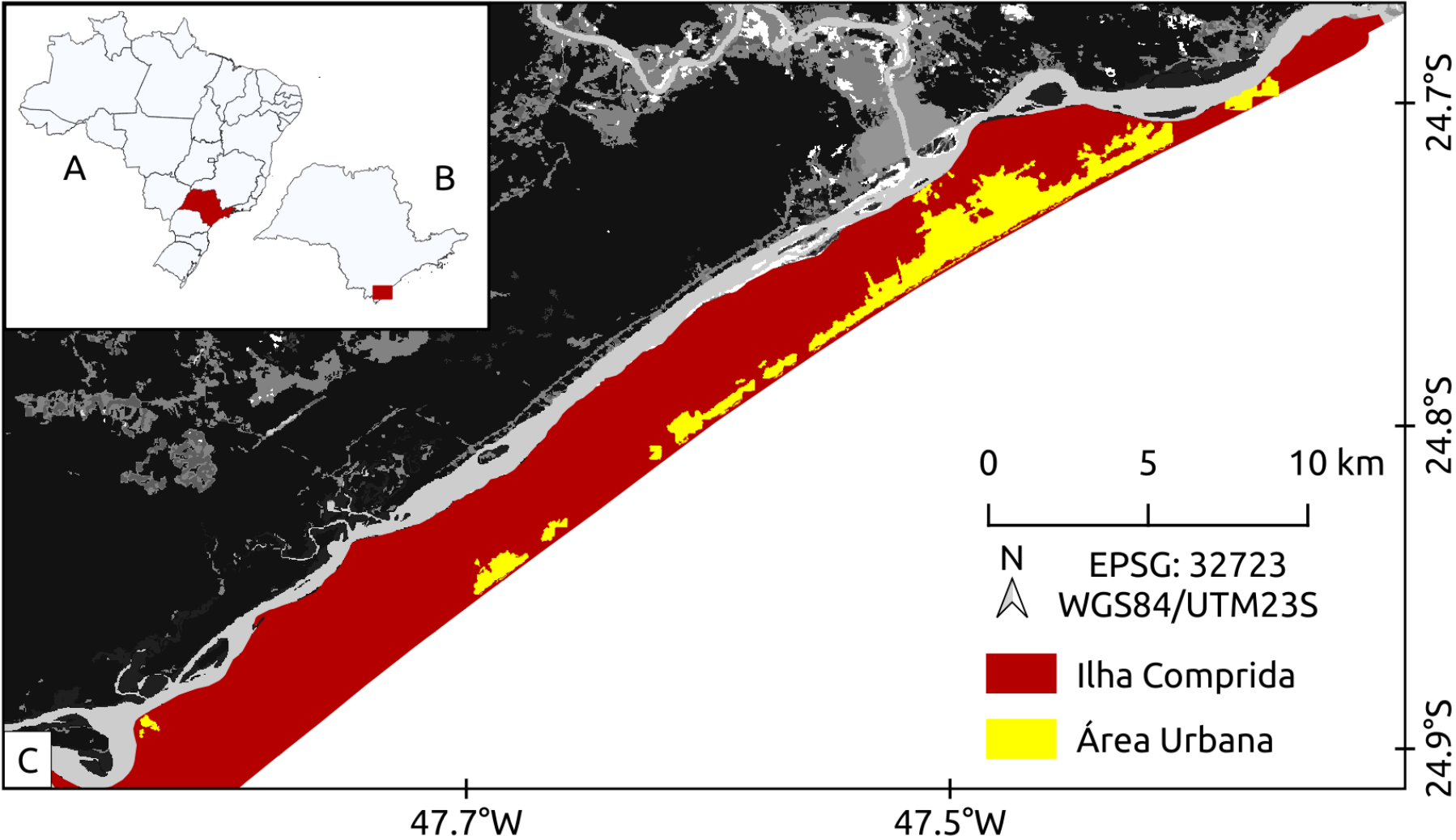
PopEA e Ilha Comprida

- Sentinel-2, 10 metros.
- 28/07/2020.
- Vazios demográficos.
- Forma de redistribuir a população nas áreas onde ela se encontra.

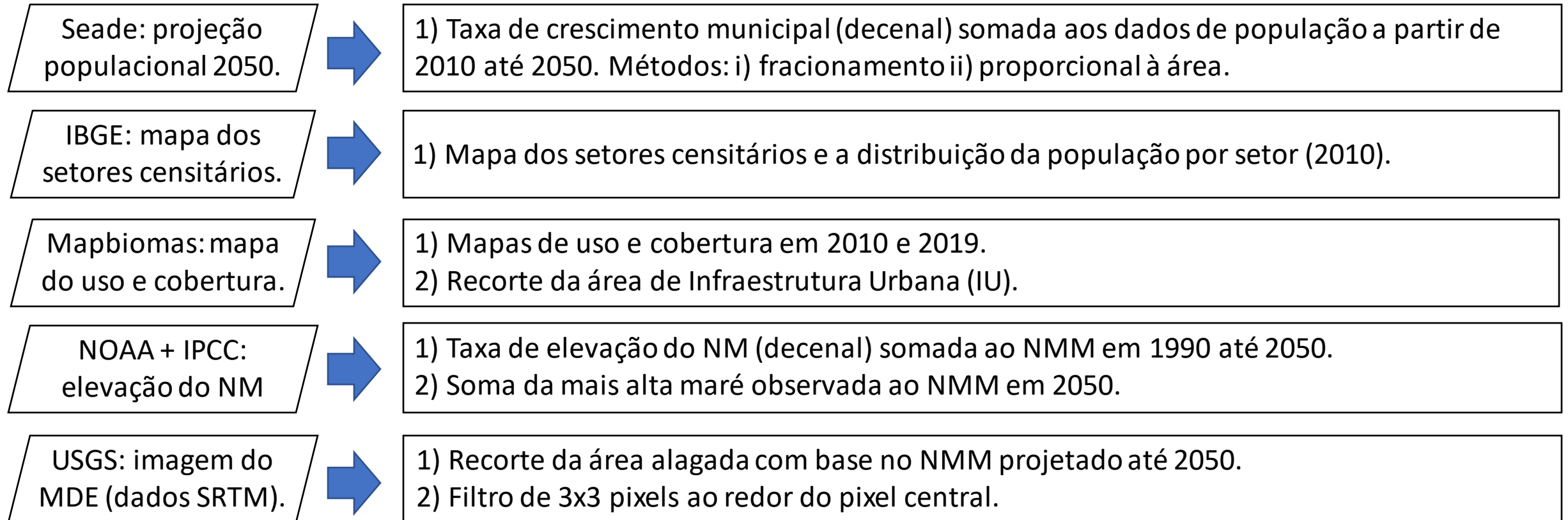


Objetivo do trabalho

Contribuir para o planejamento e as políticas públicas do município de Ilha Comprida através da projeção da população impactada pela elevação do nível do mar em 2050.



Estrutura Metodológica

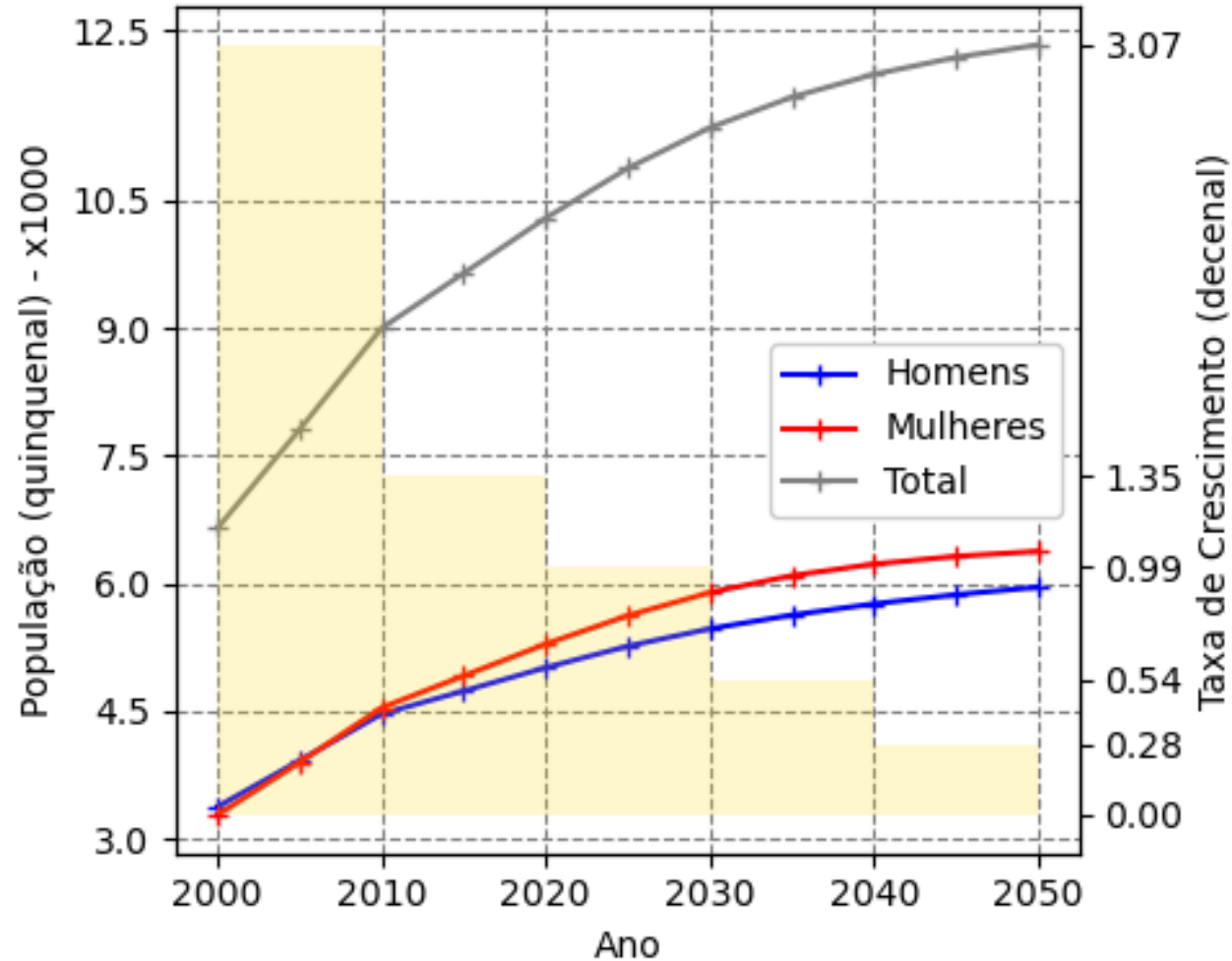


Estrutura Metodológica

Seade: projeção populacional 2050.



1) Taxa de crescimento municipal (decenal) somada aos dados de população a partir de 2010 até 2050. Métodos: i) fracionamento ii) proporcional à área.



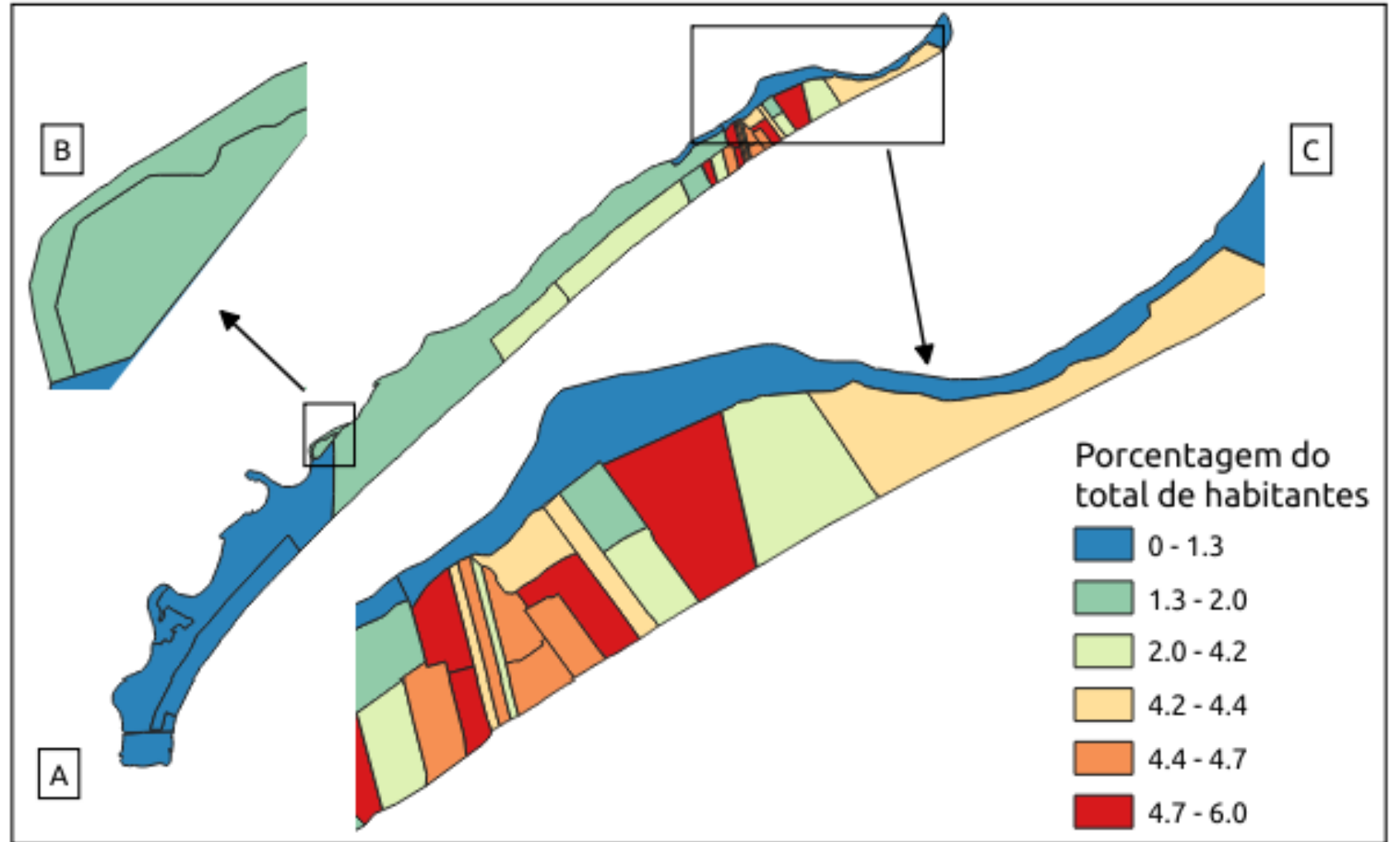
Estrutura Metodológica

IBGE: mapa dos setores censitários.



1) Mapa dos setores censitários e a distribuição da população por setor.

QGIS



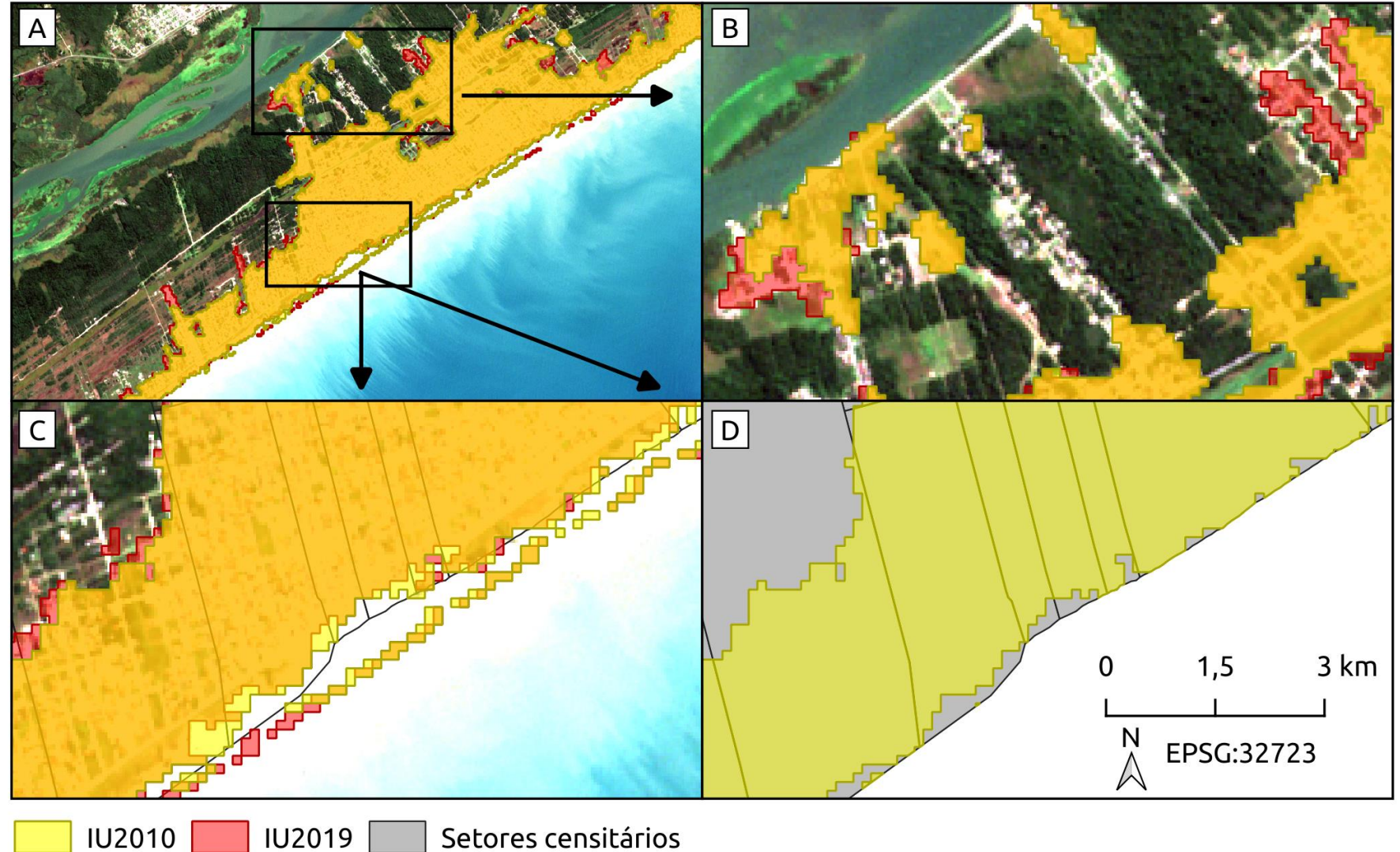
Estrutura Metodológica

Mapbiomas: mapa do uso e cobertura.



- 1) Mapas de uso e cobertura em 2010 e 2019.
- 2) Recorte da área de Infraestrutura Urbana (IU).

- Expansão/redução da IU.
- Modelo conservador do Mapbiomas.
- Correção da classificação fora do mapa.
- Eliminação de vazios demográficos "ocupados" por população.



Estrutura Metodológica

NOAA + IPCC:
elevação do NM



- 1) Taxa de elevação do NM (decenal) somada ao NMM em 1990 até 2050.
- 2) Soma da mais alta maré observada ao NMM em 2050.

NOAA / NESDIS / STAR
Laboratory for Satellite Altimetry

Laboratory for Satellite Altimetry

Sea level rise

Laboratory for Satellite Altimetry / Sea Level Rise

Regional sea level time series

Modelo Regional
(NOAA)

3,16mm/ano

5,14mm/ano

Albarici et al. (2018)

NASA **SEA LEVEL CHANGE**
Observations from Space

ipcc
INTERNATIONAL PANEL ON
CLIMATE CHANGE

CANANEIA

Total Rate (mm/yr)

2050

SSP1-1.9

5.4 mm/yr

Estrutura Metodológica

NOAA + IPCC:
elevação do NM



- 1) Taxa de elevação do NM (decenal) somada ao NMM em 1990 até 2050.
- 2) Soma da mais alta maré observada ao NMM em 2050.



COEFICIENTE DE MARÉS ILHA COMPRIDA

◀ TERÇA-FEIRA, 24 DE AGOSTO DE 2021 ▶



Coeficiente de marés

24 DE AGOSTO DE 2021

O coeficiente de marés foi 90 (muito alto).

Tomando como referência a baixa-mar média inferior (BMI), as **alturas das marés** foram 1,3m, 0,0m, 1,2m e 0,3m.

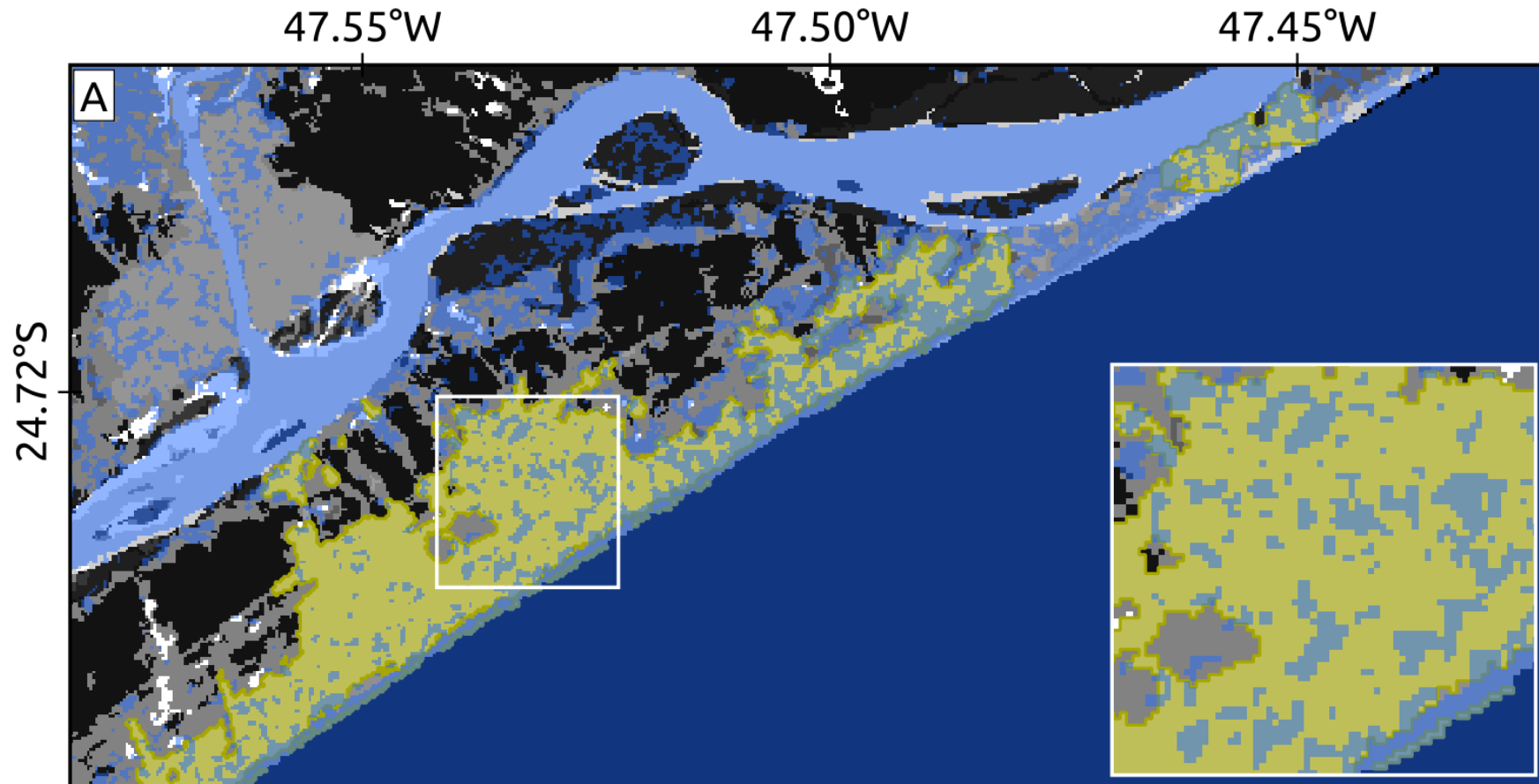
Podemos comparar estes níveis com a preia-mar máxima registrada nas tabelas de marés de Ilha Comprida que é de 1,4m e a altura mínima -0,2m.

Estrutura Metodológica

USGS: imagem do MDE (dados SRTM).



- 1) Recorte da área alagada com base no NMM projetado até 2050.
- 2) Filtro de 3x3 pixels ao redor do pixel central.

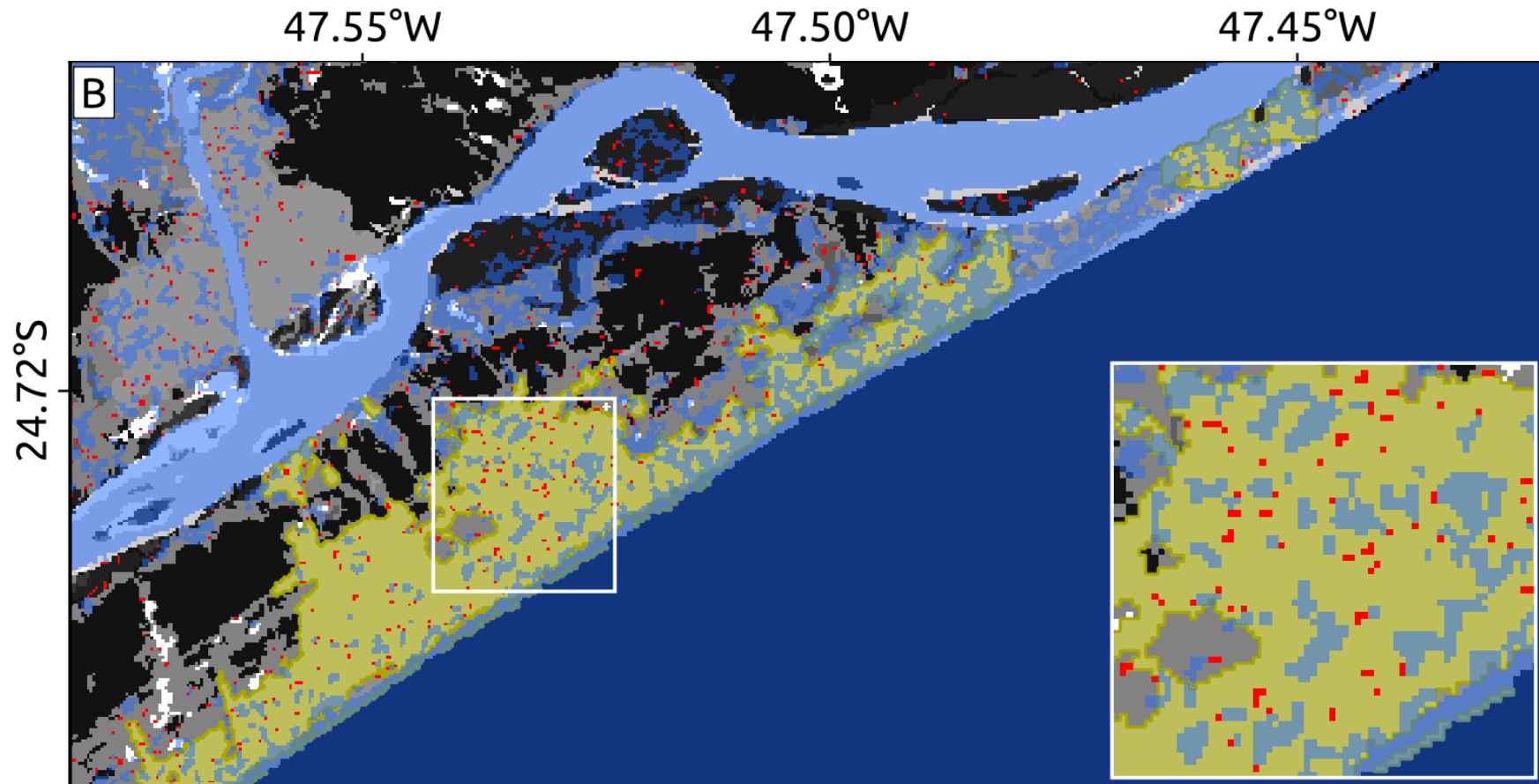


Estrutura Metodológica

USGS: imagem do MDE (dados SRTM).



- 1) Recorte da área alagada com base no NMM projetado até 2050.
- 2) Filtro de 3x3 pixels ao redor do pixel central.

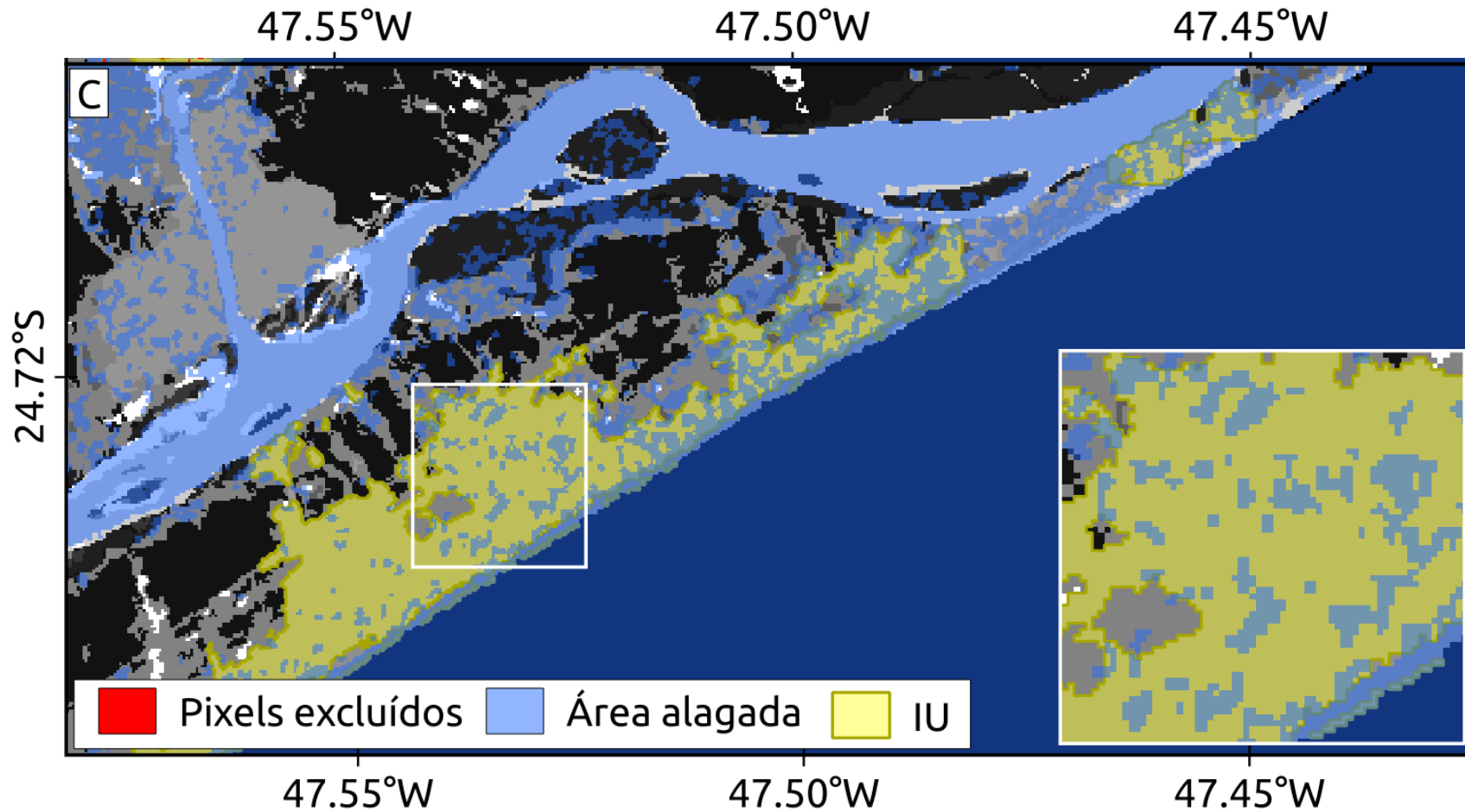


Estrutura Metodológica

USGS: imagem do MDE (dados SRTM).



- 1) Recorte da área alagada com base no NMM projetado até 2050.
- 2) Filtro de 3x3 pixels ao redor do pixel central.



Resultados – Infraestrutura Urbana

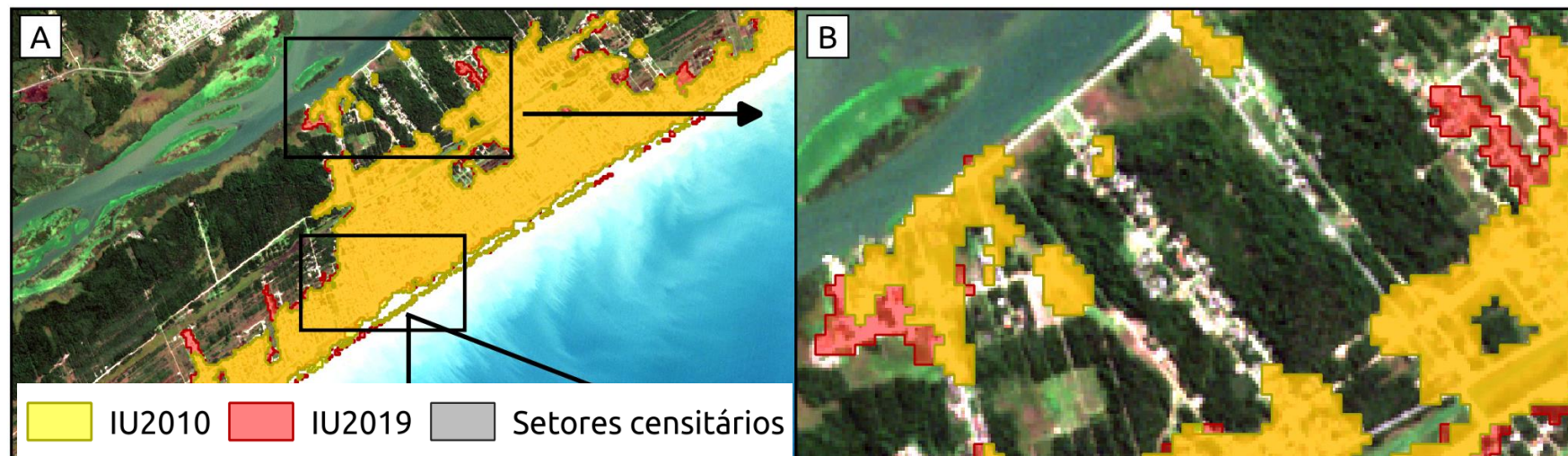
Algumas setores têm recuo da área de infraestrutura urbana.

Correlação entre a taxa de expansão/recuo da Infraestrutura Urbana, ponderada pela taxa de crescimento populacional.

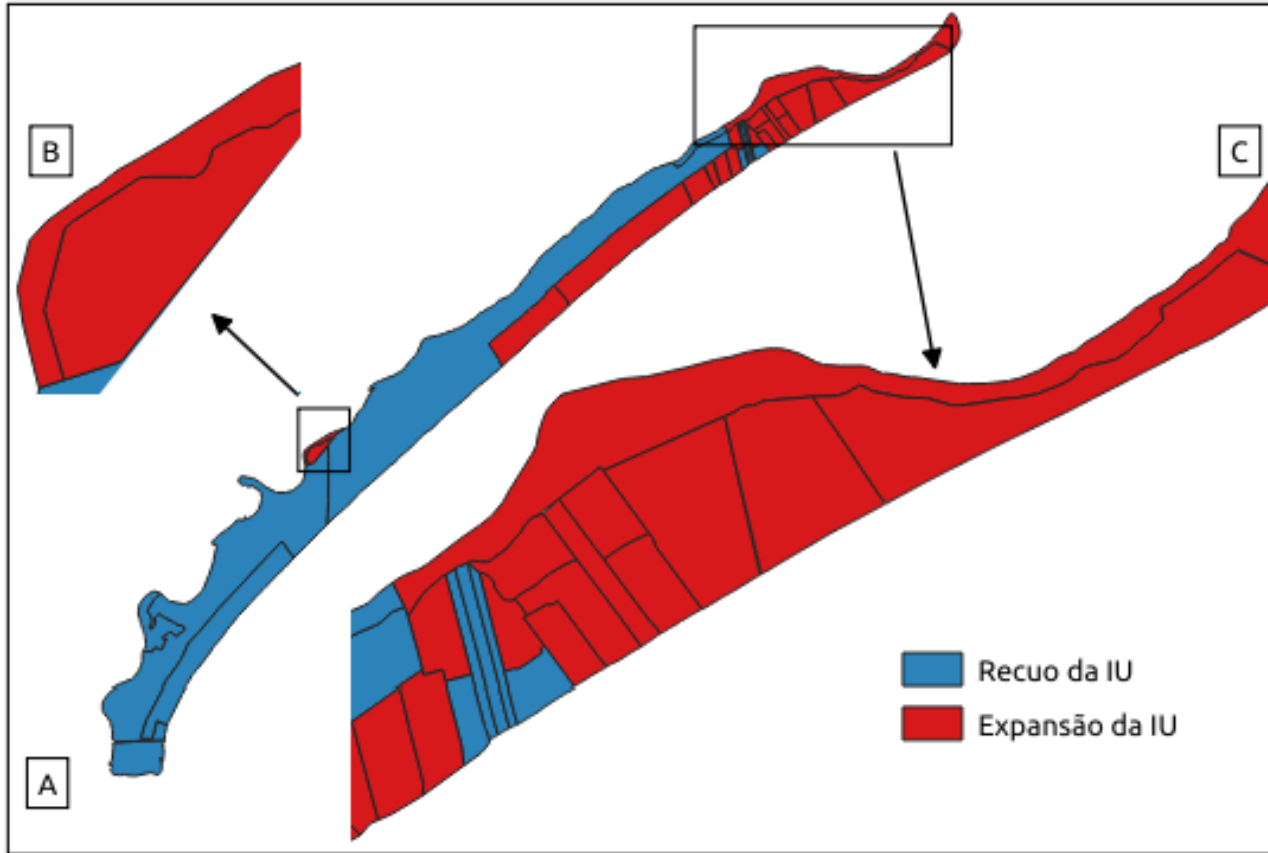
SETORES	MAPBIOMAS			Correlação entre a taxa de expansão/recuo da Infraestrutura Urbana, ponderada pela taxa de crescimento populacional.					
	Área IU2010 (km2)	Área IU2019 (km2)	IU2019 – IU2010 (m2/ano)	Área IU2030 (km2)	IU2030 – IU2020 (m2)	Área IU2040 (km2)	IU2040 – IU2030 (m2)	Área IU2050 (km2)	Área 2 IU2050 (km2)
1	0.268	0.268	-42.287	0.267	-37.678	0.267	-20.346	0.267	0.266
2	0.543	0.590	5157.335	0.636	4595.186	0.661	2481.400	0.668	0.745
3	0.612	0.659	5177.470	0.705	4613.126	0.730	2491.088	0.737	0.814
4	0.268	0.298	3296.321	0.327	2937.022	0.343	1585.992	0.347	0.396
5	0.310	0.310	0.000	0.310	0.000	0.310	0.000	0.310	0.310
6	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000	0.000
31	0.522	0.513	-1008.457	0.504	-898.535	0.499	-485.209	0.497	0.482
Total	15.647	16.328	75674.187	17.002	67412.251	17.366	36402.616	17.468	18.599

Considerando que a taxa de crescimento populacional decresce 50% a cada 10 anos.

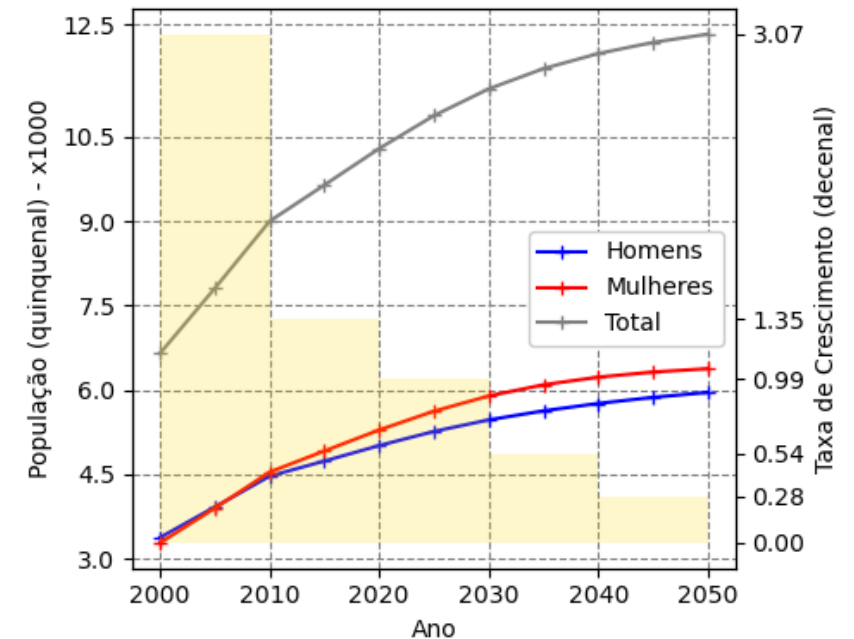
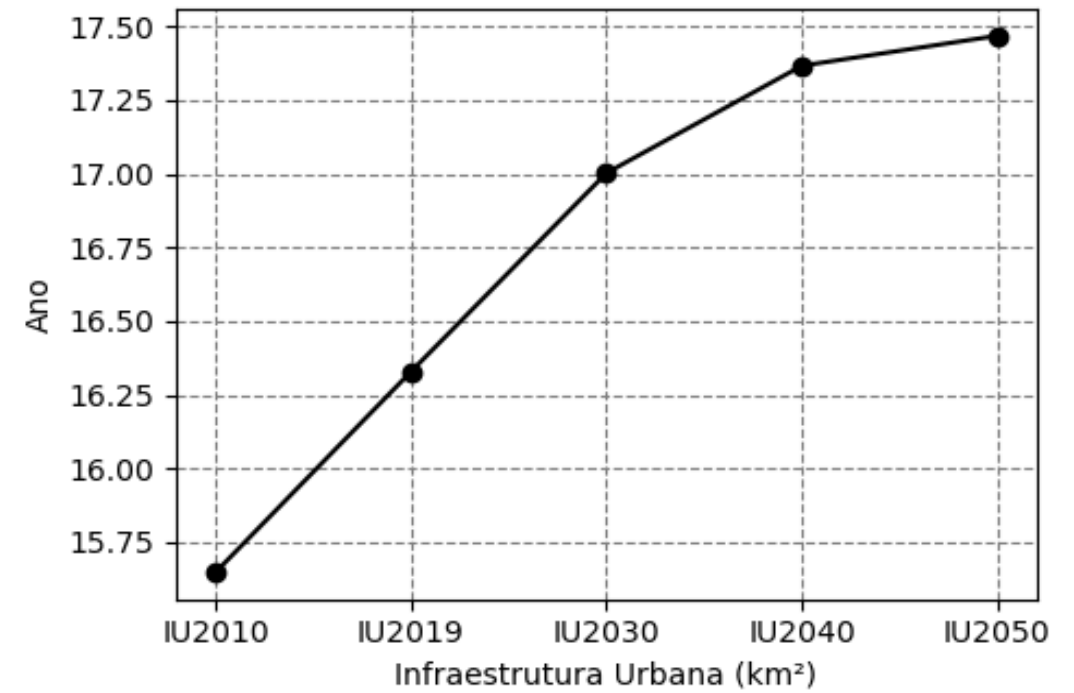
- Expansão/redução da IU.
- Modelo conservador do Mapbiomas.
- Correção da classificação fora do mapa.
- Eliminação de vazios demográficos "ocupados" por população.



Resultados – Infraestrutura Urbana

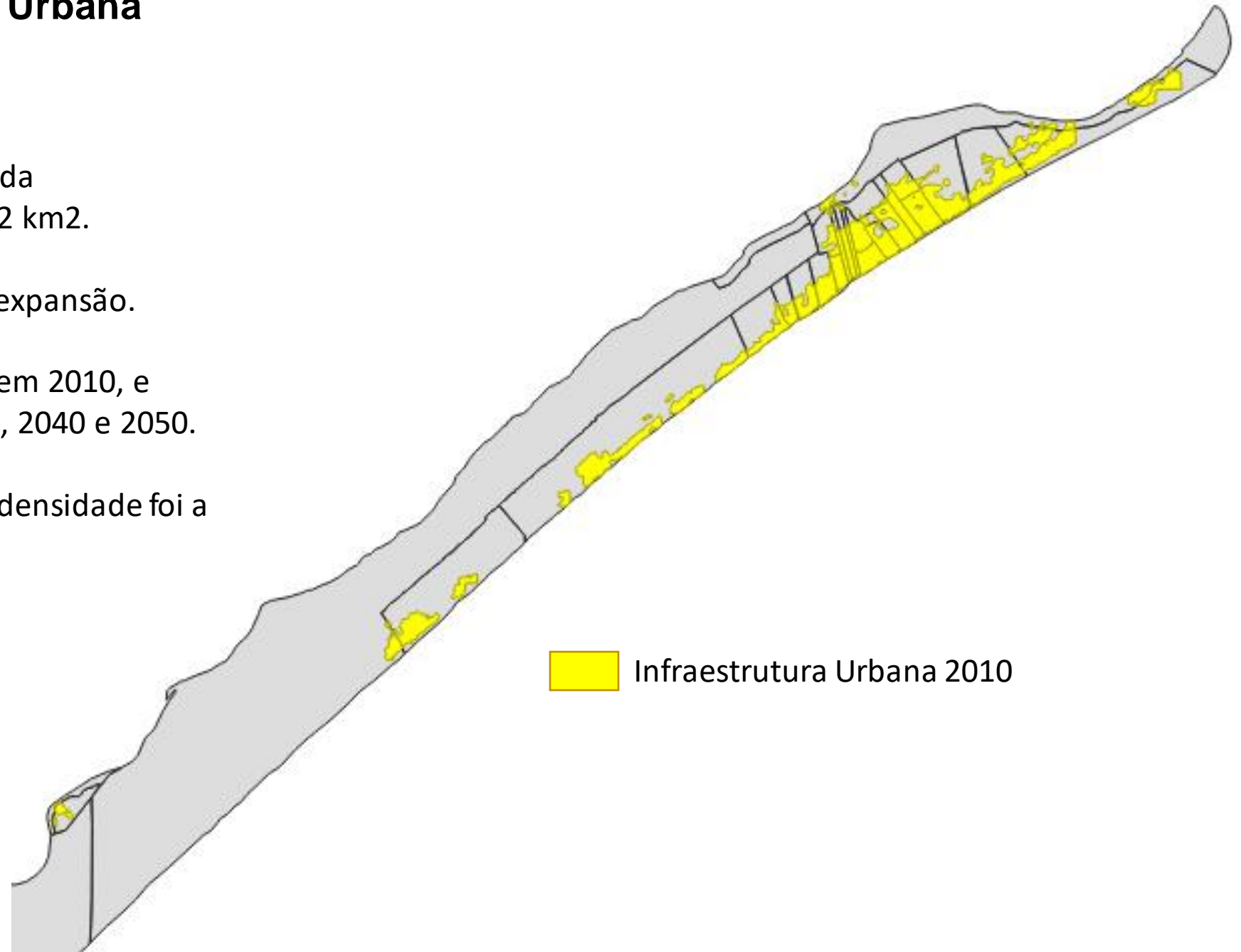
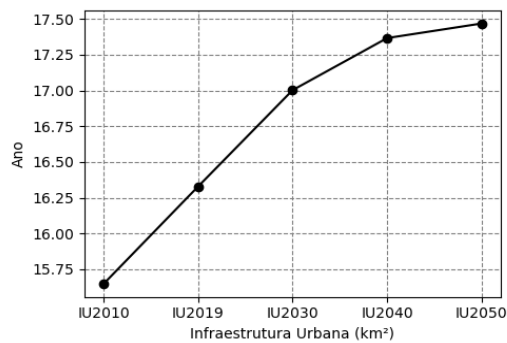


- Difícil reproduzir uma metodologia/supervisão em taxas 3×3 pixels.
- Crescimento na porção norte. A mais povoada, a mais impactada, a mais visitada.



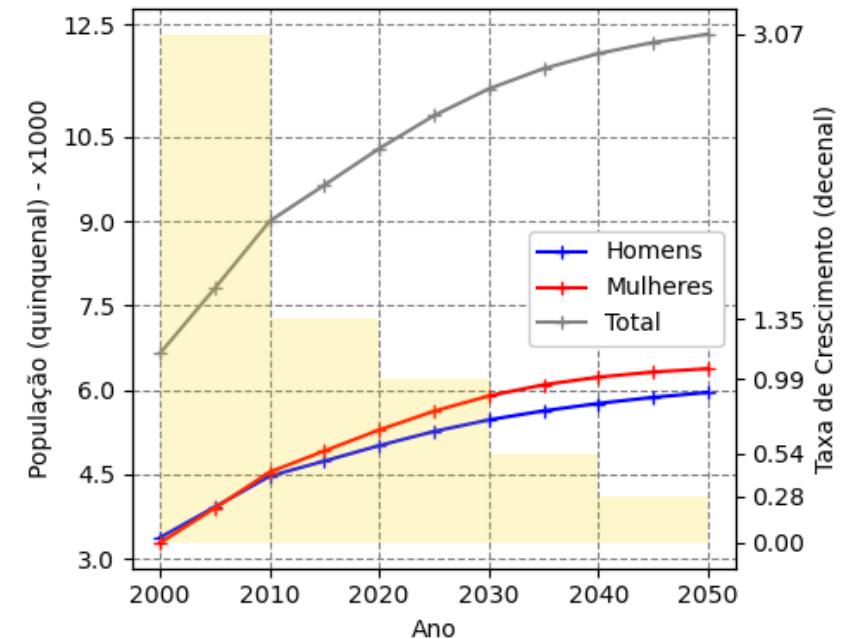
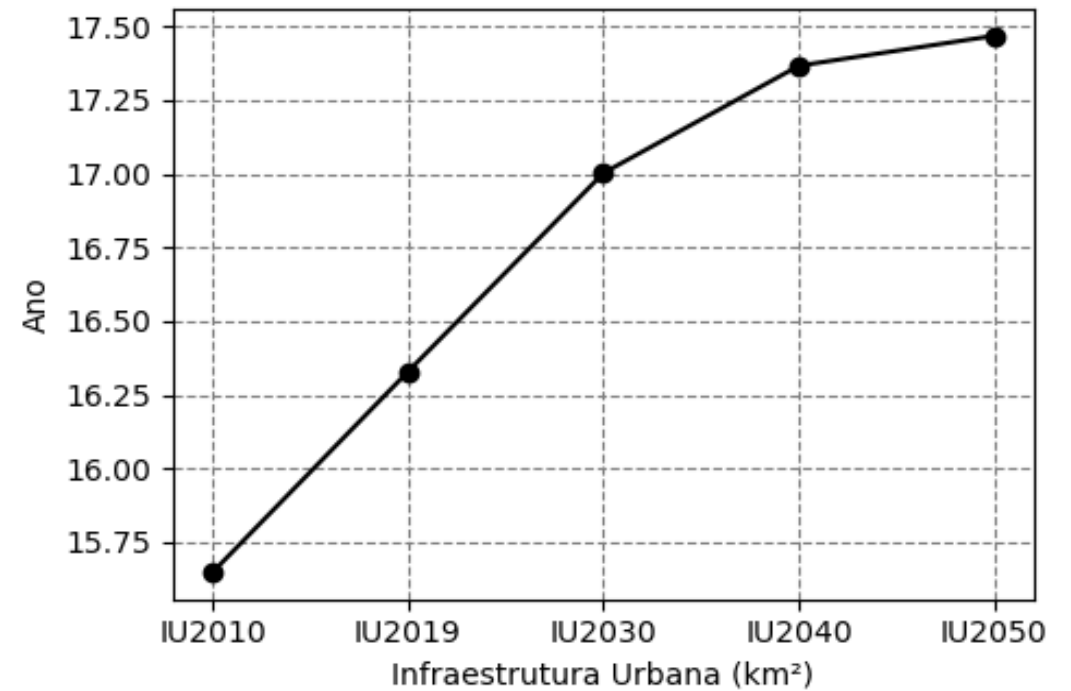
Resultados – Infraestrutura Urbana

- Em 2050 a área de crescimento da Infraestrutura urbana será de ~ 2 km².
- No há como saber a direção da expansão.
- Utilizou-se o recorte da IU2010 em 2010, e IU2020 para os anos 2020, 2030, 2040 e 2050.
- Mas a informação usada para a densidade foi a calculada anteriormente.

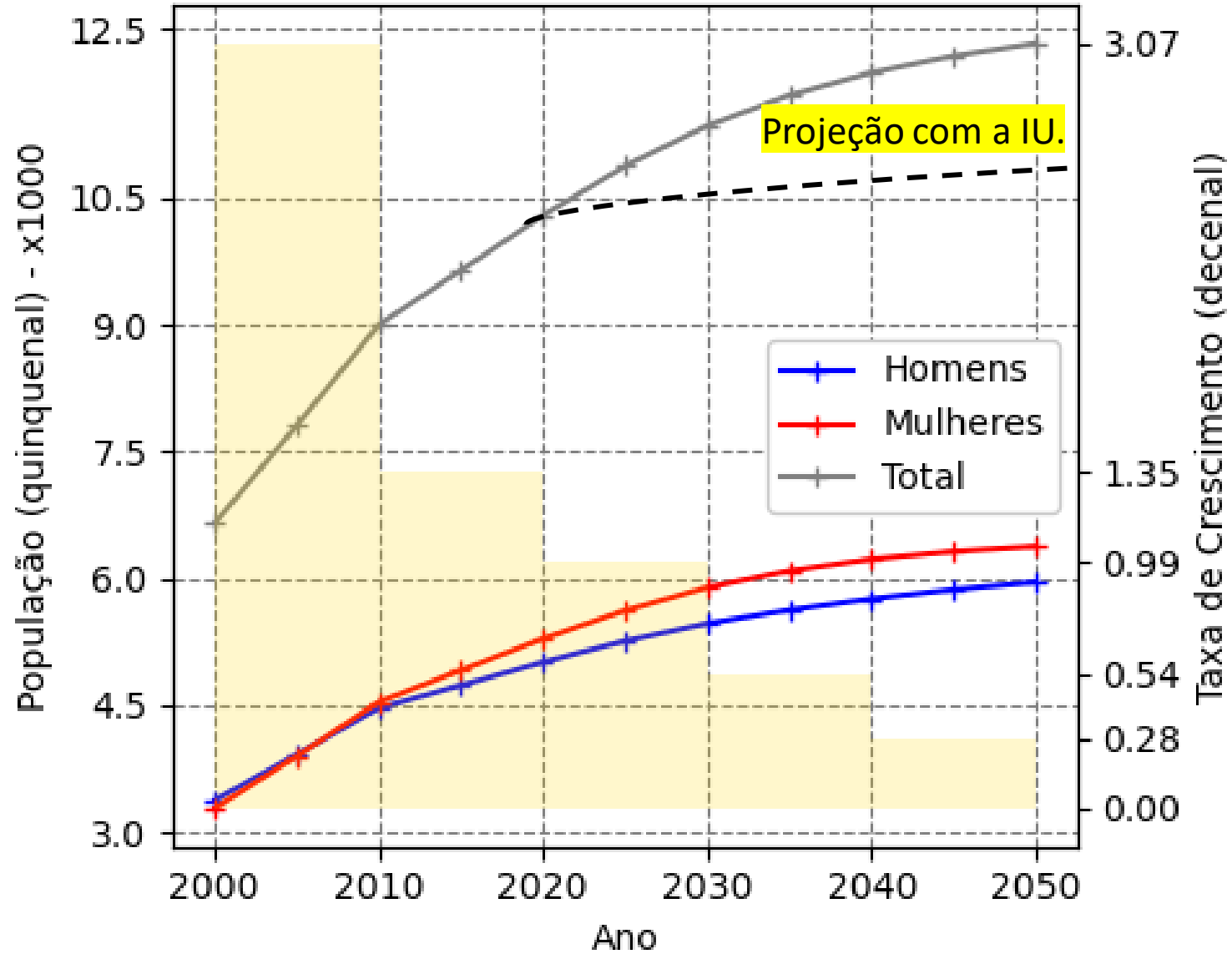


Resultados – Estimativa da População em 2050

- O crescimento da IU não é linear (resultado anterior).
- A taxa de crescimento populacional não é linear (- 50% a cada dez anos).
- Ao invés de usar a taxa de crescimento dada pelo IBGE, ponderou-se o resultado com a taxa de expansão/recuo da IU.
- Dessa forma, ao invés de 12332 habitantes, a projeção seria de 10381 no ano de 2050.
- Precisa continuar a análise para usar essa técnica.

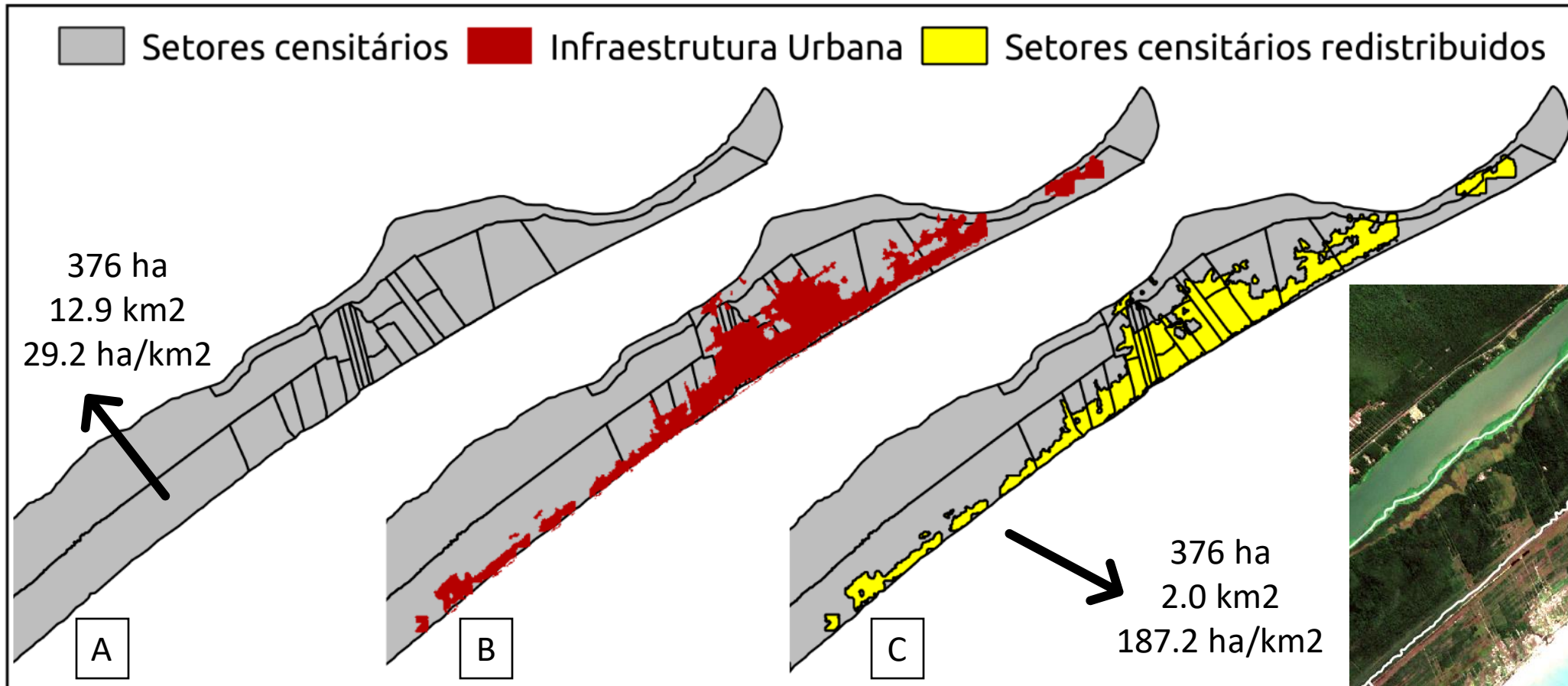


Resultados – Estimativa da População em 2050



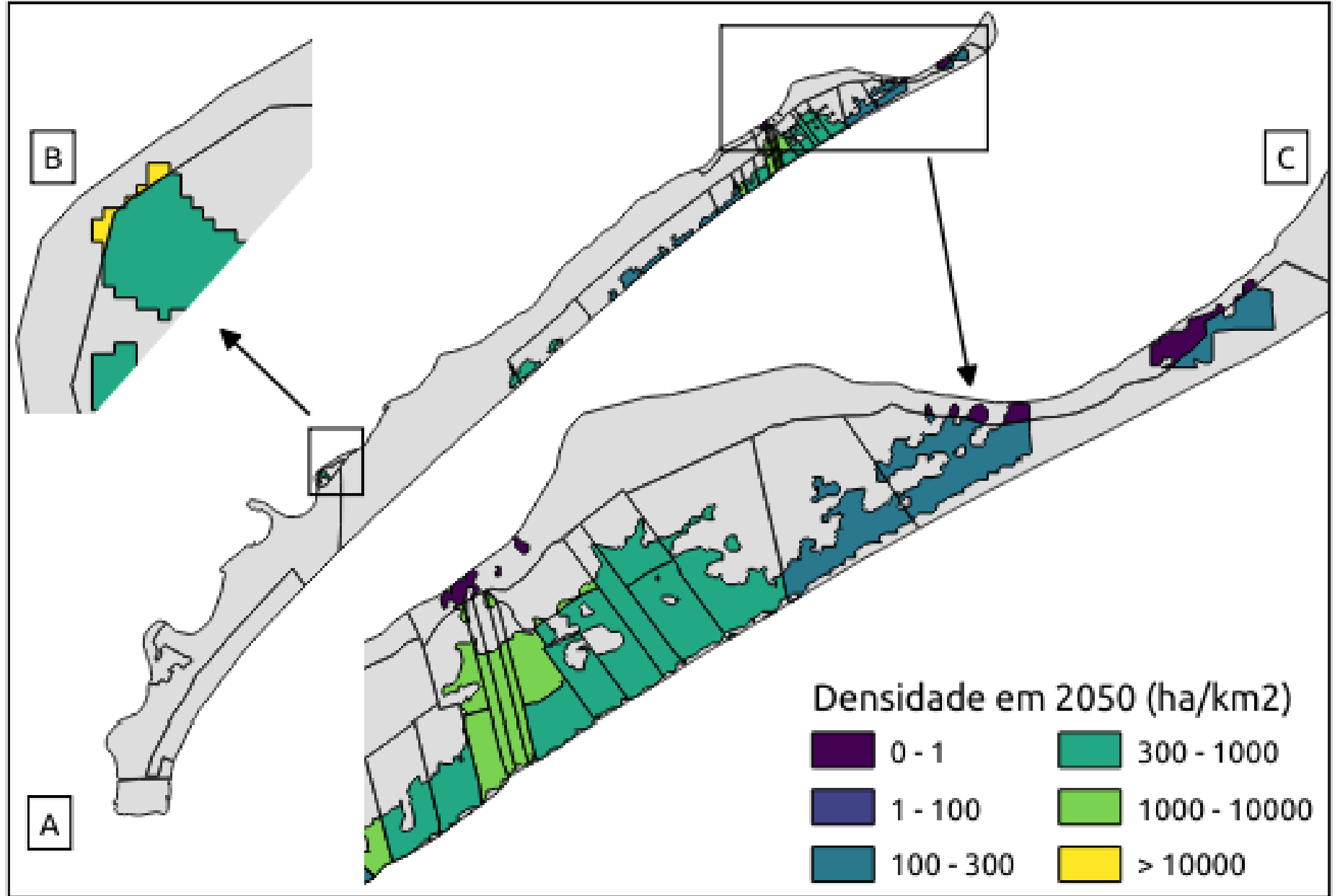
Resultados – Redistribuição Populacional

- Classe de IU do Mapbiomas: melhor representatividade da população no espaço e respectiva melhora na densidade.
- Exemplo abaixo: 2010
- Tabela 2010, 2020, 2030, 2040, 2050.

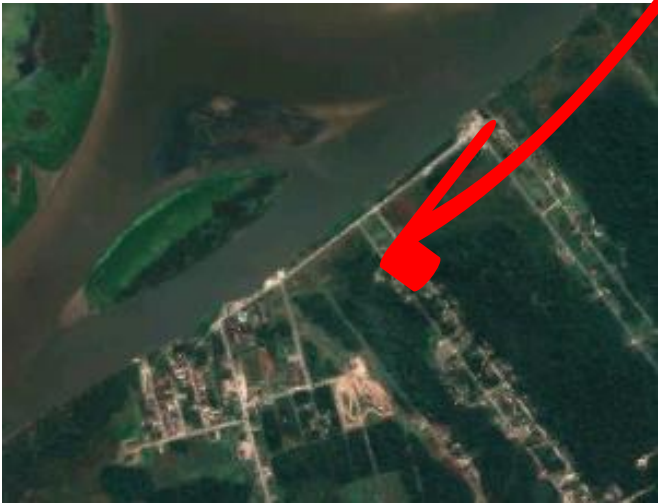
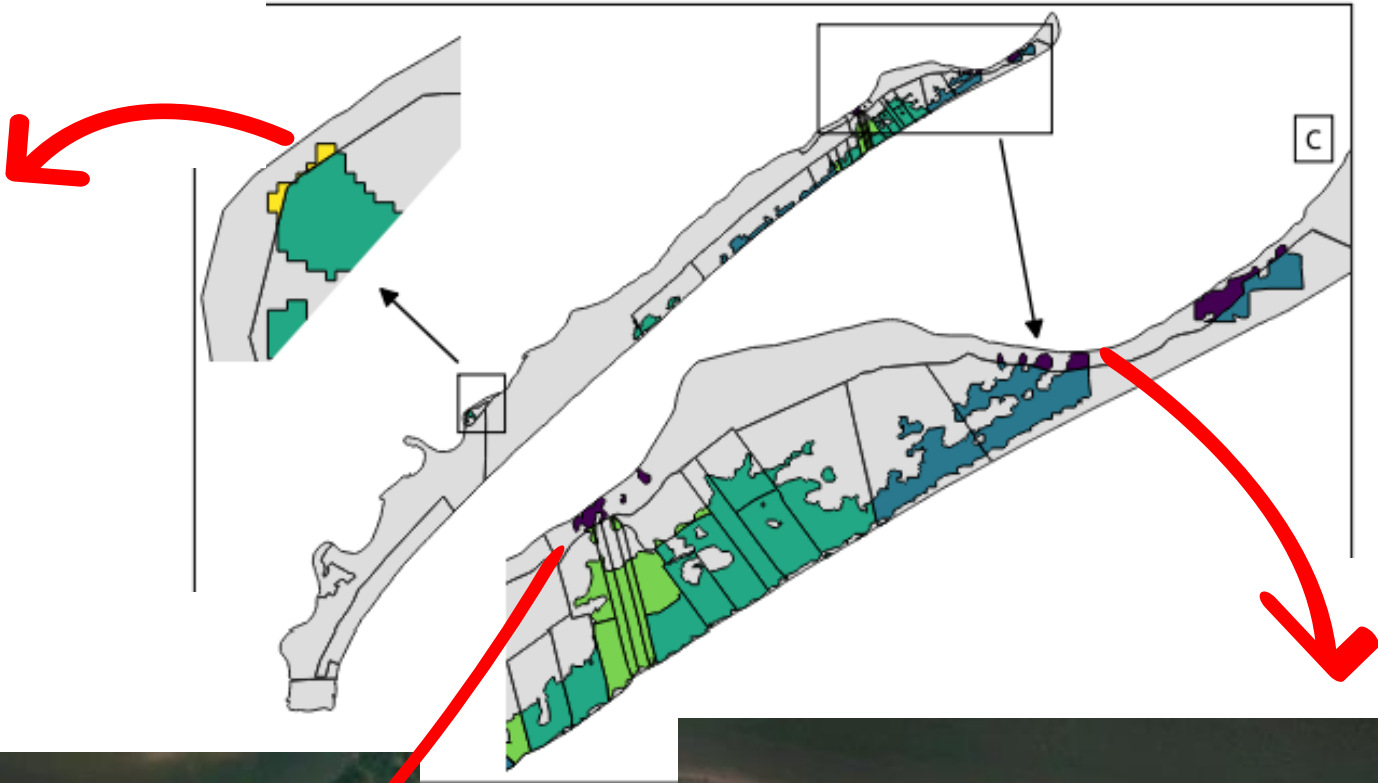


Resultados – Redistribuição Populacional

- Problemas observados:
 - IBGE: locais com IU desde 2010, visíveis em imagens de satélite têm 0 (zero) habitantes.
 - MAPBIOMAS: locais com 193 habitantes tem 0,008 km² de área --> ~ 24000 ha/km².

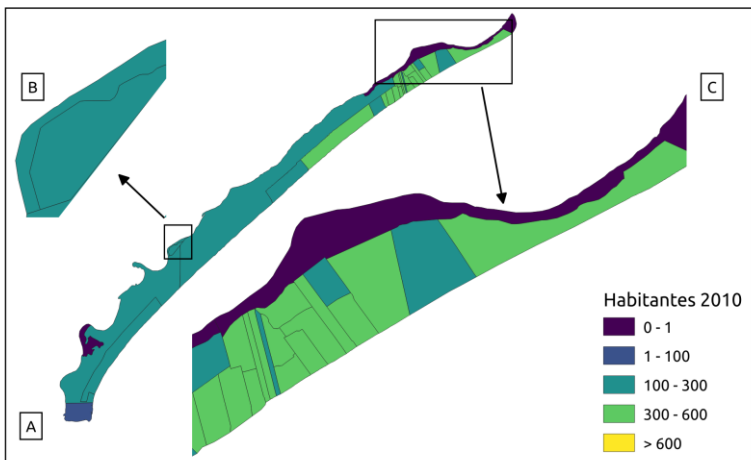


Resultados – Redistribuição Populacional

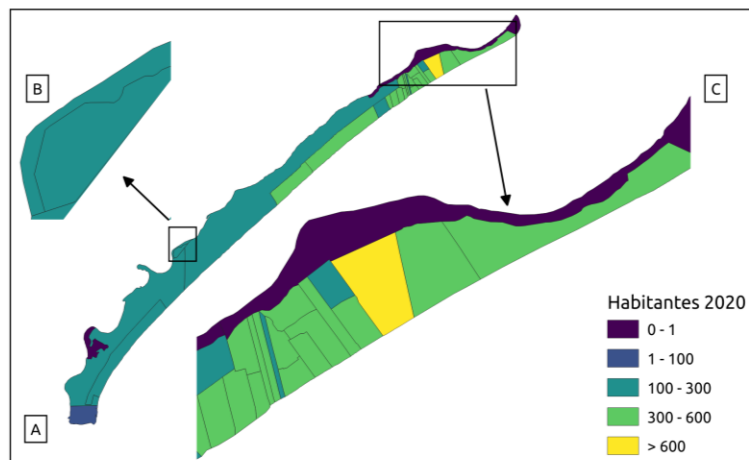


Resultados – Redistribuição Populacional

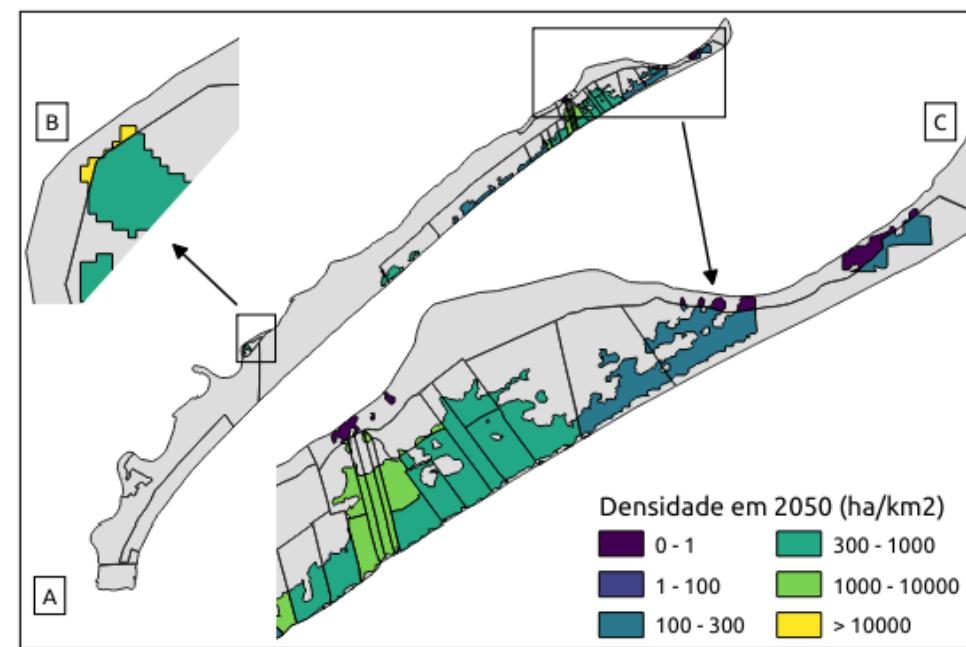
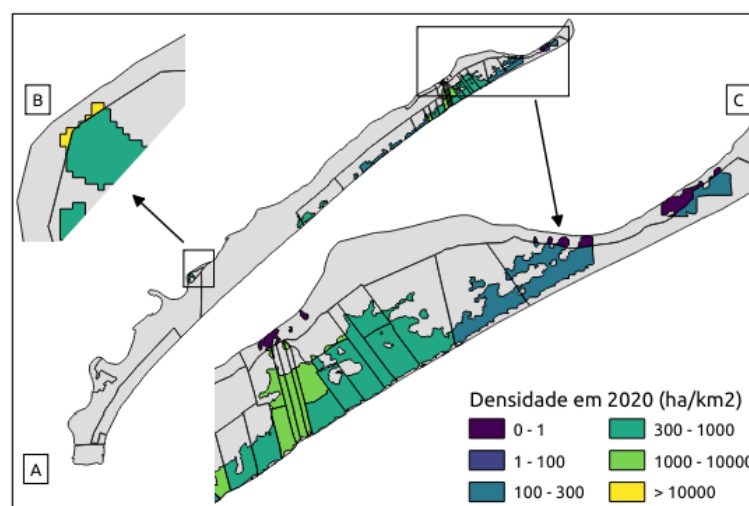
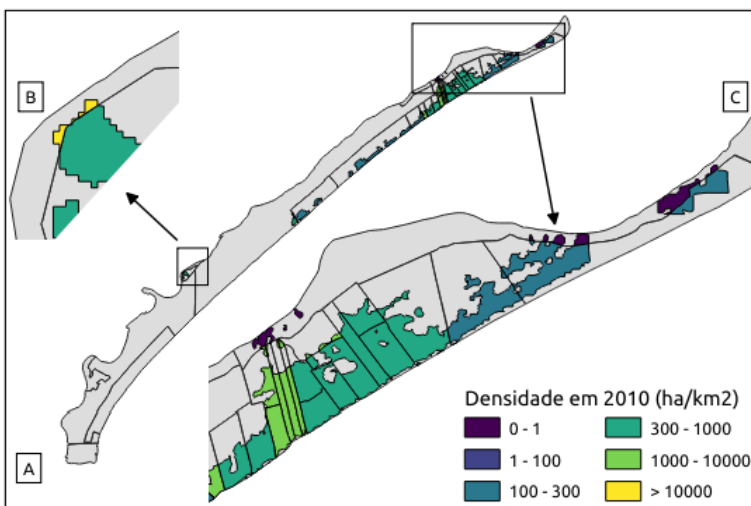
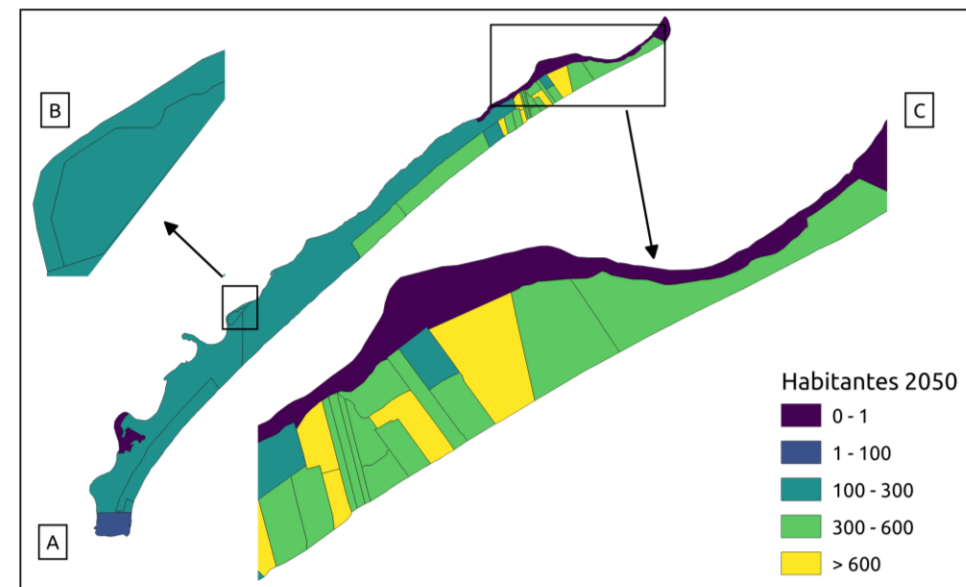
2010



2020



2050



- A densidade média passou de 47 ha/km2 para 630 ha/km2.

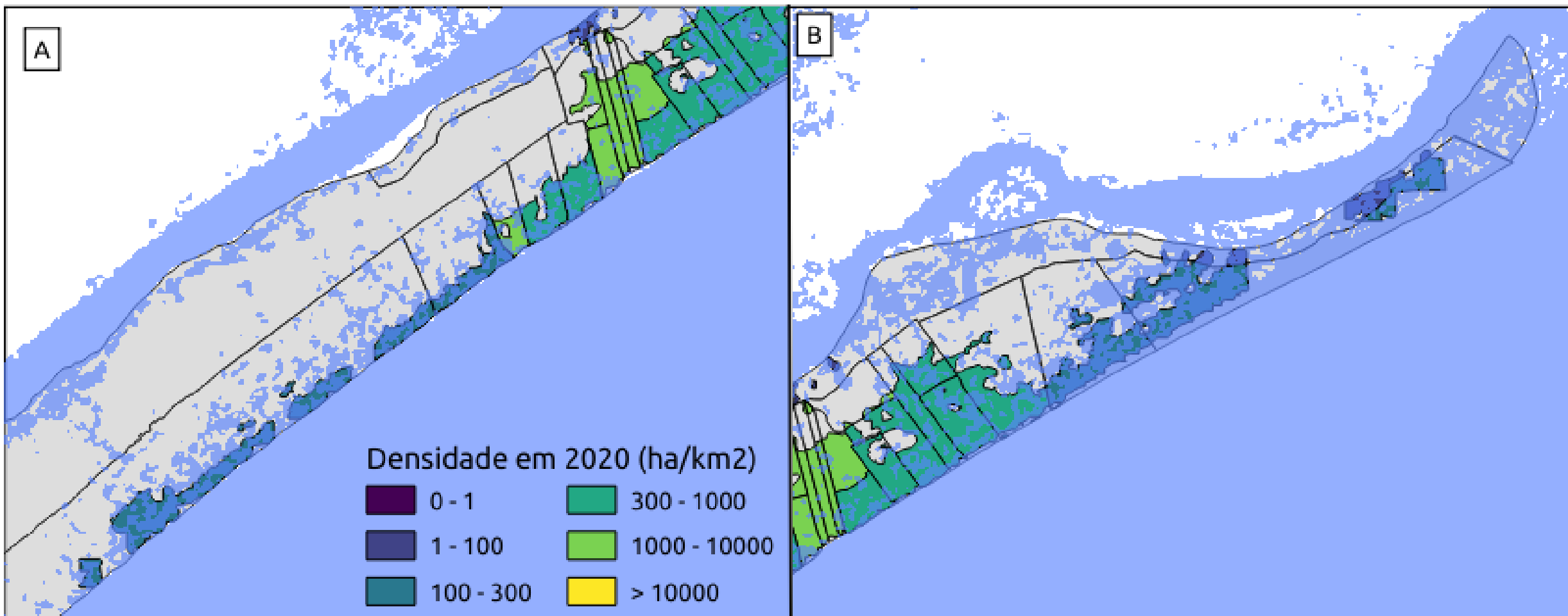
Resultados – Mapa da área alagada em 2050

Referência	Taxa de elevação do NMM (cm/ano)							NMM em 2050 (cm)	NMM em 2050 + preamar ⁽¹⁾	Observação
	1990	2000	2010	2020	2030	2040	2050			
Dalmas et al. (2020)	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	0.42	197.3	337.3	Usa a mesma taxa ao longo do tempo.
Albarici et al. (2018) – Marégrafo	0.39	0.39	0.70	0.70	0.70	0.70	0.70	207.7	347.7	Separa as estimativas em dois períodos baseado na descontinuidade dos dados maregráficos de Cananéia entre 2008-2012.
Albarici et al. (2018) – NOAA	0.32	0.32	0.51	0.51	0.51	0.51	0.51	198.9	338.9	
Albarici et al. (2018) – Col. Univ.	0.24	0.24	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	190.0	330.0	
Albarici et al. (2018) – AVISO	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	0.33	191.6	331.6	Usa a mesma taxa ao longo do tempo. Não possui modelo regional.
Albarici et al. (2018) – CSIRO	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	0.34	192.4	332.4	
IPCC 2021 SSP1-1.9	x	x	x	0.51	0.50	0.52	0.54	198.8	338.8	Decenal a partir de 2020. Cenário conservador.
IPCC 2021 SSP5-8.5	x	x	x	0.57	0.62	0.76	0.90	203.0	343.0	Decenal a partir de 2020. Cenário sem política climática.

⁽¹⁾valor da mais alta maré igual a 140 cm. Representa o nível máximo de maré (NmaxM).

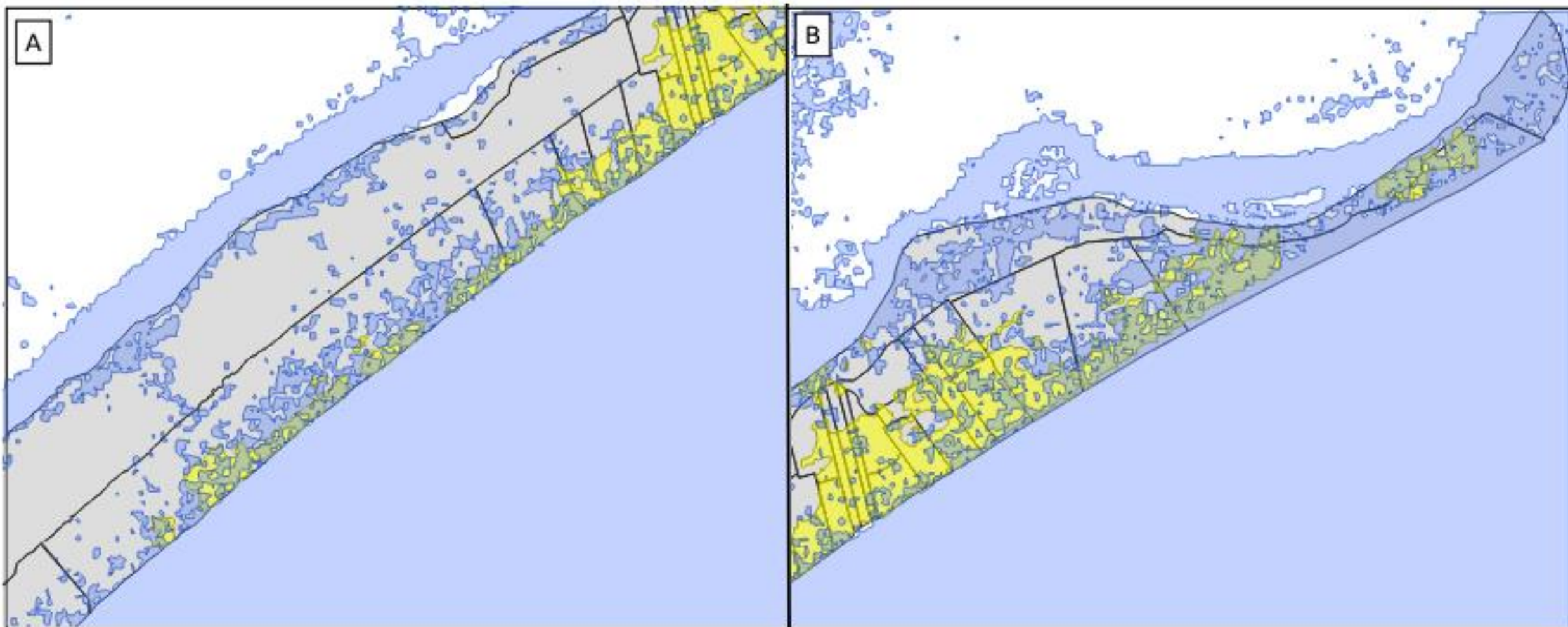
Resultados – Mapa da área alagada em 2050

- IU2050:
 - Dois setores censitários mais ao norte da ilha se encontram na área de possível alcance no NMM.
 - As IUs nos setores centrais da ilha também estão sob a água na estimativa.
 - A estimativa de elevação do NMM alcançou pouca extensão adentro da Ilha Comprida, porém o suficiente para impactar toda a população de alguns setores.



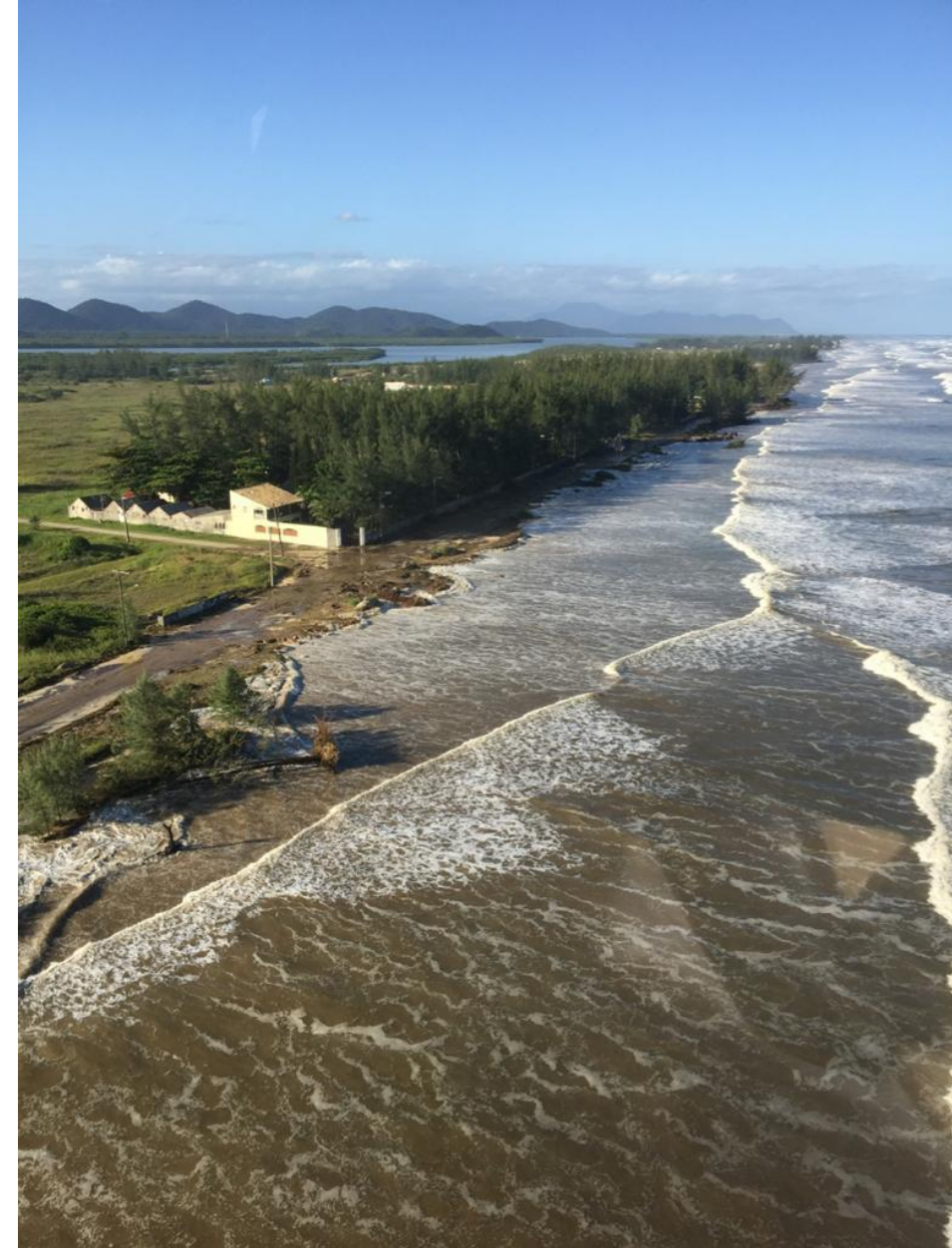
Resultados – População atingida

- De acordo com as estimativas:
 - **Serão aproximadamente 6200 habitantes impactados (50.4%).**
 - A maior parte na região norte da ilha que já sofre com erosão.
 - Realocar a população onde? Especulação imobiliária, preço, conexão continente.



Conclusão

- A distribuição da população por setores censitários mostrou que havia uma subestimação na densidade demográfica da Ilha.
- O uso do Mapbiomas, embora tenha apresentado problemas (locais não classificados) conseguiu espacializar onde a população da ilha habita.
- Imagens Sentinel-2 e Google Earth corroboraram com a classificação do Mapbiomas.
- Tanto o crescimento da IU quanto da população, quando ponderados, deverão apresentar resultados mais refinados. Porém ainda precisam de mais análises.
- Dados do IBGE e a classificação do MapBiomas tiveram (poucas) incoerências. O combinação destas ferramentas pode ser útil à ambos na melhoria dos produtos.
- O modelo de elevação do NMM foi coerente com o esperado e observado em outras literaturas. Ainda pode ser melhorado.
- Uso em outras áreas litorâneas?



Conclusão

- **PopEA:**
 - A **população** em regiões impactadas pelo mar.
 - Onde essa população realmente se encontra no **espaço**.
 - **Ambiente** --> elevação NMM, APA.
 - **Economia** --> praias, turismo (entre os municípios mais vulneráveis de SP).
 - **Social** --> tomada de decisões até 2050.



Cidade de Ilha Comprida

9 h · 🌐



DIANTE DE DETERMINAÇÃO JUDICIAL QUE OBRIGA A REMOÇÃO DOS QUIOSQUES DA ORLA, PREFEITO GERALDINO JÚNIOR ANUNCIA PROPOSTA PARA REALOCAÇÃO DOS QUIOSQUES E REDUÇÃO DE IMPACTOS SOCIOECONÔMICOS

Em reunião com os proprietários de quiosques e vereadores realizada a tarde de sábado 28/08, o prefeito Geraldino Junior anunciou que encaminhará à Justiça, na terça-feira 31/08, proposta de realocação dos quiosques como forma de mitigar os impactos sociais e econômicos junto aos proprietários de quiosques, funcionários e suas famílias.

