



UNIVERSIDADE ESTADUAL
PAULISTA
“JÚLIO DE MESQUITA FILHO”
Instituto de Biociências
Campus do Litoral Paulista (IB/CLP)



CARLOS HENRIQUE DE ANDRADE

**ANÁLISE DO POTENCIAL DO SEQUESTRO E ESTOQUE DE CARBONO EM
DIFERENTES CENÁRIOS DE MANEJO PELOS MANGUEZAIS DA REGIÃO
METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA DO LITORAL PAULISTA**

São Vicente

2025

CARLOS HENRIQUE DE ANDRADE

**ANÁLISE DO POTENCIAL DO SEQUESTRO E ESTOQUE DE CARBONO EM
DIFERENTES CENÁRIOS DE MANEJO PELOS MANGUEZAIS DA REGIÃO
METROPOLITANA DA BAIXADA SANTISTA DO LITORAL PAULISTA**

Orientadora: Prof^a. Dr^a. Débora Martins De Freitas

Co-Orientadora: Dr^a. Micheli Duarte de Paula Costa

Trabalho de conclusão de curso apresentado à Universidade Estadual Paulista “Júlio de Mesquita Filho” - UNESP – Instituto de Biociências, Campus do Litoral Paulista (IB/CLP), como requisito para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas, modalidade Biologia Marinha.

São Vicente

2025

A553a

Andrade, Carlos Henrique de

Análise do Potencial do Sequestro e Estoque de Carbono em Diferentes Cenários de Manejo pelos Manguezais da Região Metropolitana da Baixada Santista do Litoral Paulista / Carlos Henrique de Andrade. -- São Vicente, 2025

32 p. : tabs., mapas

Trabalho de conclusão de curso (Bacharelado - Ciências Biológicas) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, São Vicente

Orientadora: Débora Martins de Freitas

Coorientadora: Micheli Duarte de Paula Costa

1. Manguezal. 2. Carbono Azul. 3. Mudanças Climáticas. 4. Restauração. 5. Alteração. I. Título.

AGRADECIMENTOS

À Professora Dra. Débora Martins de Freitas, meu sincero agradecimento pelos anos de orientação e apoio ao longo deste projeto. Sua generosidade em compartilhar conhecimento, materiais e contatos foi fundamental para minha trajetória acadêmica.

À pesquisadora Dra. Micheli Duarte de Paula Costa, agradeço profundamente pelo valioso apoio como coorientadora. Sou muito grato pelos aprendizados que levarei comigo e por toda a atenção dedicada à construção deste trabalho.

À FAPESP pelo apoio financeiro concedido através do processo nº 2023/01938-4, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo (FAPESP).

RESUMO

Os manguezais são ecossistemas costeiros altamente eficientes na captura e armazenamento de carbono desempenhando papel fundamental na mitigação das mudanças climáticas. No entanto, a intensificação das atividades humanas e os efeitos do aquecimento global têm comprometido sua integridade e funcionalidade desse ecossistema. Este estudo analisou a dinâmica do sequestro e estoque de carbono nos manguezais da Região Metropolitana da Baixada Santista (RBMS), considerando diferentes cenários de manejo e uso do solo: conservação, restauração, alteração e mudanças climáticas. A análise foi conduzida com o modelo InVEST Coastal Blue Carbon utilizando mapas de uso e cobertura do solo da plataforma MapBiomass e parâmetros biofísicos obtidos de estudos regionais. Para o cenário de restauração foi considerado as áreas com potencial de recuperação, com base em experiências locais de reflorestamento de manguezais. O cenário de alteração simulou a expansão do Porto de Santos conforme propostas de revisão da poligonal portuária. Já o cenário de mudanças climáticas incorporou projeções de elevação do nível do mar até o fim do século. Os resultados revelaram que o cenário de restauração apresenta o melhor desempenho, com sequestro acumulado de até 293,9 milhões de toneladas de CO₂e em 100 anos. O cenário de conservação também mostrou boa performance, mas com menor acúmulo total. Em contraste, os cenários de alteração e mudanças climáticas apresentaram emissões elevadas (acima de 23 milhões de toneladas em 100 anos), o que compromete a eficiência líquida de sequestro. Esses achados reforçam a importância da restauração como estratégia prioritária para maximizar o potencial climático dos manguezais e subsidiar políticas públicas de conservação e planejamento costeiro sustentável na região.

Palavras-Chave: Manguezal; Carbono Azul; Restauração; Alteração; Mudanças Climáticas.

Abstract

Mangroves are highly efficient coastal ecosystems for capturing and storing carbon, playing a key role in climate change mitigation. However, increasing human activities and the effects of global warming have compromised the integrity and functionality of these ecosystems. This study analyzed the dynamics of carbon sequestration and storage in the mangroves of the Baixada Santista Metropolitan Region (BSMR), under different land-use and management scenarios: conservation, restoration, conversion, and climate change. The analysis was conducted using the InVEST Coastal Blue Carbon model, based on land use and land cover maps from the MapBiomas platform and biophysical parameters from regional studies. For the restoration scenario, areas with recovery potential were considered, based on local mangrove reforestation experiences. The conversion scenario simulated the expansion of the Port of Santos, following proposed updates to the port's operational zone. The climate change scenario incorporated sea level rise projections through the end of the century. Results showed that the restoration scenario had the best performance, with a cumulative sequestration of up to 293.9 million tonnes of CO₂e over 100 years. The conservation scenario also performed well, though with lower total accumulation. In contrast, the conversion and climate change scenarios resulted in high emissions (over 23 million tonnes in 100 years), which undermined net sequestration efficiency. These findings highlight the importance of restoration as a priority strategy to maximize the climate potential of mangroves and to support public policies for conservation and sustainable coastal planning in the region.

Key words: Mangrove; Blue Carbon; Restoration; Conversion; Climate Change.

SUMÁRIO

1.	INTRODUÇÃO.....	1
2.	MATERIAL E MÉTODOS.....	2
2.1	Área De Estudo.....	2
2.2	Obtenção dos Dados de Entrada do Modelo InVEST Blue Carbon.....	3
2.3	Obtenção de Mapas para Análises Históricas.....	4
2.4	Modelo InVEST Coastal Blue Carbon.....	5
2.5	Análise Dos Resultados Do Modelo.....	7
3.	RESULTADOS.....	8
3.1	Variação Espaço-Temporal das Áreas de Mangue.....	8
3.2	Cálculos dos Cenários de Manejo.....	11
4.	DISCUSSÃO.....	15
5.	CONCLUSÃO.....	18
6.	REFERÊNCIAS.....	19
7.	APÊNDICES.....	23
	APÊNDICE A - Tabelas dos valores de sequestro de carbono para cada município	23

1. INTRODUÇÃO

Os manguezais são ecossistemas litorâneos situados em áreas de transição entre o ambiente terrestre e marinho e localizados principalmente em regiões tropicais e subtropicais, sendo caracterizados pela presença de árvores de mangue (Friess *et al.*, 2020). Esses ambientes possuem uma notável capacidade de capturar e armazenar grandes quantidades de carbono orgânico, tanto na biomassa vegetal quanto no solo, atuando como importantes sumidouros de dióxido de carbono (CO₂) (Howard *et al.*, 2017). Estima-se que os manguezais possam reter cerca de 40 vezes mais carbono do que ecossistemas terrestres tradicionais (McLeod *et al.*, 2011). Essa alta eficiência está relacionada à abundância de matéria orgânica, combinada com taxas reduzidas de decomposição, resultantes das condições anaeróbicas do solo que favorecem o acúmulo de carbono (Bouillon *et al.*, 2008). Essa capacidade de retenção contribui diretamente para mitigar os efeitos das mudanças climáticas ao capturar e estocar carbono atmosférico sob forma orgânica (Friess *et al.*, 2020).

Apesar de sua importância, os manguezais têm sofrido degradação e fragmentação devido à ação humana (Bryan-Brown *et al.*, 2020). Estimativas apontam que, entre 2010 e 2020, cerca de 600 km² de manguezais foram perdidos em todo o mundo, dos quais aproximadamente 373 km² foram causados por impactos antrópicos diretos (Leal *et al.*, 2022). Essa perda representa uma ameaça significativa para o clima global, com potencial para liberar entre 0,15 e 1,02 bilhão de toneladas de CO₂ anualmente (Himes-Cronell *et al.*, 2018). As principais pressões incluem aquicultura, agricultura, pesca, expansão urbana, turismo e atividades industriais (Newton *et al.*, 2020). Além dos impactos causados por atividades humanas, os manguezais também enfrentam ameaças crescentes devido às mudanças climáticas. Ainda há incertezas sobre como esses ecossistemas responderão à elevação do nível do mar e às mudanças nas condições ambientais locais, o que dificulta previsões sobre sua resiliência a longo prazo (Lovelock & Reef, 2020; Rogers, 2021).

No Brasil, a conversão de áreas costeiras e a expansão de atividades econômicas são fatores centrais na degradação dos manguezais (Moschetto *et al.*, 2021). Esse cenário é particularmente preocupante em regiões altamente urbanizadas e economicamente ativas, como a Região Metropolitana da Baixada Santista que concentra cerca de 26% da cobertura de manguezais do Sudeste brasileiro e mais de 50% da área total no estado de São Paulo (Projeto MapBiomass, 2022). Nessa região, os manguezais sofrem intensa pressão de atividades portuárias e de empreendimentos associados (Moschetto *et al.*, 2021).

Diante desse cenário, torna-se urgente entender como estratégias de manejo, como a conservação e a restauração desses ecossistemas, podem contribuir para mitigar tais efeitos. No Brasil, ainda são limitados os estudos que quantificam e avaliam o carbono azul, com poucos exemplos relevantes concentrados na região Norte (Kauffman, 2018) e no sul do estado de São Paulo, nos municípios de Cananéia e Iguape (Rovai *et al.*, 2021). Na Baixada Santista, o conhecimento sobre esse tema ainda é incipiente. Uma das poucas iniciativas foi conduzida por Rosa *et al.* (2022), que modelaram o sequestro de carbono com base nas mudanças no uso e cobertura do solo ao longo do tempo. Ainda assim, persiste uma lacuna quanto à compreensão dos efeitos de diferentes estratégias de gestão sobre o potencial de sequestro de carbono na região.

Este estudo teve como objetivo avaliar o estoque e o sequestro de carbono nos manguezais da Região Metropolitana da Baixada Santista (RBMS), por meio da aplicação do modelo InVEST Coastal Blue Carbon. Foram simulados diferentes cenários de uso e ocupação do solo, incluindo conservação, restauração, alteração e mudanças climáticas, a fim de analisar como os manguezais respondem a distintas estratégias de manejo ao longo de períodos de 30, 50 e 100 anos. A modelagem da dinâmica espaço-temporal do carbono, considerando emissões e a capacidade líquida de sequestro, busca fornecer subsídios técnicos para o planejamento ambiental da região, conciliando a conservação dos manguezais com a presença e operação do Porto de Santos, além de contribuir para a mitigação das mudanças climáticas em escala regional.

2. MATERIAL E MÉTODOS

2.1 Área De Estudo

A área de estudo abrange a Região Metropolitana da Baixada Santista (RBMS) (**Fig. 1**). Trata-se de uma região cuja população urbanística está principalmente verticalizada próxima ao mar, possui o maior porto brasileiro e é responsável por cerca de 25% de todo o comércio exterior do país (Carriço e Pinho, 2021).

A RBMS possui aproximadamente 120 Km² de manguezais preservados (CBH-BS, 2023). De acordo com os dados apresentados para o período de 1985 a 2019 coleção 5 da plataforma MapBiomas (Projeto MapBiomas, 2020), os limites dos nove municípios da

Baixada Santista somados totalizam 8.986,18 hectares de manguezal, sendo que a Região Metropolitana concentra as maiores áreas de manguezal do litoral paulista, localizadas no Complexo Estuarino de Santos e São Vicente. Santos, isoladamente, responde por 26,4% da cobertura total de florestas de mangue da Baixada Santista, com 2.379,5 hectares. No entanto, essas áreas vêm sendo pressionadas por diversos impactos antrópicos, principalmente nos municípios de Santos e São Vicente, que são afetados por processos de urbanização, atividades portuárias e ocupações irregulares, como as palafitas (Moschetto *et al.*, 2021).

Parte dos manguezais presentes na região se encontram na Área de Proteção Ambiental Cananéia-Iguape-Peruíbe, reconhecida como Sítio Ramsar (Moraes *et al.*, 2016), o que ressalta sua importância ecológica e a necessidade de conservação frente aos crescentes impactos humanos.

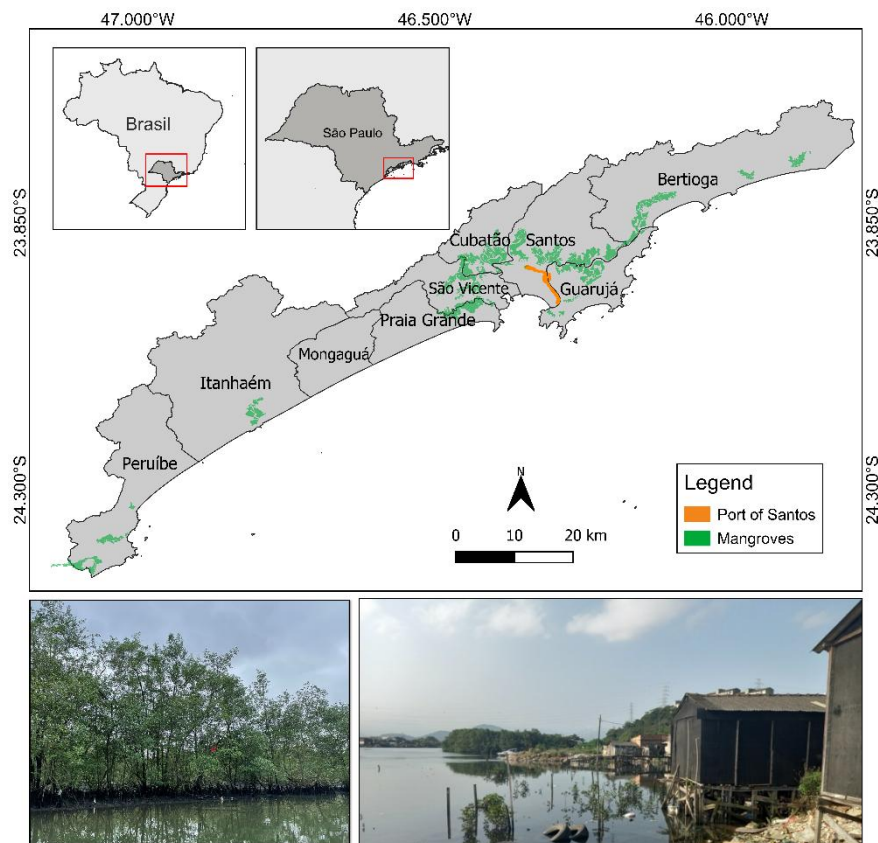


Figura 1. Mapa da área de estudo, indicando os nove municípios da Região Metropolitana da Baixada Santista e imagens dos manguezais e palafitas inseridos na região.

2.2 Obtenção dos Dados de Entrada do Modelo InVEST Blue Carbon

Para a realização deste projeto, foi adotado o modelo InVEST Coastal Blue Carbon, uma ferramenta reconhecida para a avaliação da dinâmica do carbono em ecossistemas costeiros. Esse modelo permite quantificar o estoque e o sequestro de carbono associado a diferentes tipos de uso e cobertura do solo, possibilitando análises temporais e espaciais detalhadas (Natural Capital Project, 2022). Os principais dados de entrada do modelo consistem em mapas de uso e cobertura do solo, que refletem as transformações da paisagem na região estudada. Além dessas informações cartográficas, o modelo é alimentado com dados biofísicos pré-existent de valores de carbono, extraídos da literatura científica. Os dados utilizados no presente estudo incluem valores de estoque inicial de carbono tanto acima quanto abaixo do solo (Rovai *et al.*, 2022), bem como as taxas de sequestro do mangue e do solo (Rovai *et al.*, 2021).

Tabela 1. Valores de carbono atribuídos à análise e suas respectivas referências.

Dado	C	CO₂e (Dióxido de Carbono Equivalente)	Referência
Estoque De Carbono Inicial – Acima Do Solo	67 toneladas C ha ⁻¹	245.89 toneladas CO ₂ e ha ⁻¹	Rovai <i>et al.</i> (2022)
Estoque De Carbono Inicial – Abaixo Do Solo	29 toneladas C ha ⁻¹	106.43 toneladas CO ₂ e ha ⁻¹	Rovai <i>et al.</i> (2022)
Estoque De Carbono Inicial – Solo	281 toneladas C ha ⁻¹	1031.27 toneladas CO ₂ e ha ⁻¹	Rovai <i>et al.</i> (2022)
Taxa De Sequestro – Biomassa	4.64 toneladas C ha ⁻¹ yr ⁻¹	16.89 toneladas CO ₂ e ha ⁻¹ yr ⁻¹	Rovai <i>et al.</i> (2021)
Taxa De Sequestro – Solo	2.83 toneladas C ha ⁻¹ yr ⁻¹	10.39 toneladas CO ₂ e ha ⁻¹ yr ⁻¹	Rovai <i>et al.</i> (2021)

2.3 Obtenção de Mapas para Análises Históricas

As imagens e os mapas utilizados para realizar as análises históricas foram obtidas por meio da plataforma MapBiomas (Projeto MapBiomas, 2022). Os mapas coletados da MapBiomas correspondem à cobertura e uso do solo, sendo derivados de imagens de satélite Landsat com resolução de 30 m. Tratam-se de mapas anuais produzidos a partir de mosaicos de

imagens que mostram a cobertura e o uso da terra em determinada localização, permitindo uma melhor compreensão da dinâmica e das alterações ocorridas em cada bioma (Projeto MapBiomass, 2022). Para o presente estudo utilizou-se mapas da coleção 7 (1985-2023), mais especificamente mapas dos anos de 1993, 2003, 2013 e 2023, a fim de realizar o cálculo a cada 10 anos e incluir o último ano analisado.

Os dados são processados, convertidos e georreferenciados com o software QGIS, versão 3.38.2., um software gratuito capaz de construir mapas interativos, permitindo a realização de análises espaciais e geração de insights (QGIS, 2024).

2.4 Modelo InVEST Coastal Blue Carbon

O InVEST (Integrated Valuation of Ecosystem Services and Tradeoffs) Coastal Blue Carbon 3.9.0 foi utilizado para estimar espaço e temporalmente as emissões, o sequestro e o estoque de carbono nos manguezais da Região Metropolitana da Baixada Santista, considerando quatro diferentes cenários de manejo descritos no item 2.2. Trata-se de um conjunto de modelos desenvolvidos para mapear e valorizar os bens e serviços ecossistêmicos (Rovai *et al.*, 2021).

Os dados de entrada do modelo, como os valores de estoque e as taxas de sequestro de carbono, constituem-se de dados secundários obtidos na literatura científica (**Fig. 2**). O modelo possui a capacidade de distinguir e calcular os diferentes estoques de carbono em manguezais: carbono estocado na biomassa (acima e abaixo do solo), na serapilheira e no solo (sedimento).

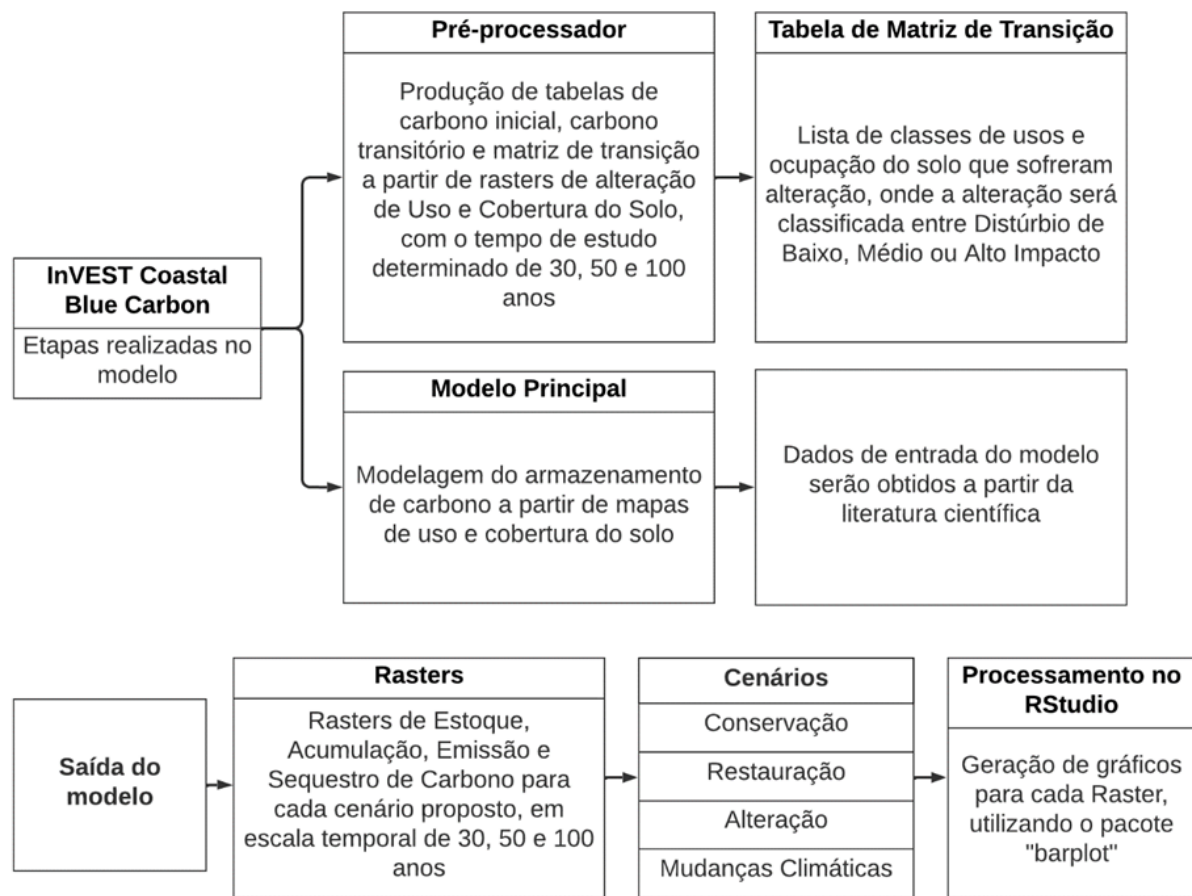


Figura 2. Diagrama detalhando os passos seguidos neste estudo e a metodologia do modelo InVEST Coastal Blue Carbon.

De maneira geral, o modelo é composto por duas etapas (pré-processador e modelo principal), e seus resultados são gerados em formato raster. No pré-processador, a partir dos rasters de alteração de Uso e Cobertura do Solo, são produzidas tabelas de carbono inicial, de carbono transitório e a matriz de transição, considerando o período de estudo definido e os quatro diferentes cenários de manejo considerados neste estudo. Cada cenário gera resultados para três períodos (30, 50 e 100 anos), escolhidos de forma a se alinharem ao tempo exigido por projetos de restauração certificados no mercado de carbono (ou seja, 30 anos), às políticas públicas da região (50 anos) e à necessidade de compreender mudanças em longo prazo (100 anos).

Entre os quatro cenários analisados, o de **Conservação (cenário A)** foi caracterizado pela ausência de alterações nos mapas de uso e cobertura do solo, pressupondo a manutenção dos padrões atuais. Esse cenário representa uma estagnação na distribuição espacial dos manguezais ao longo do tempo. O **cenário de Restauração (cenário B)** considerou a

recuperação ativa e passiva de áreas degradadas situadas principalmente nos municípios de Santos, Cubatão e São Vicente. As áreas restauradas foram definidas com base no trabalho de plantio de bosques de manguezais desenvolvido por Eysink *et al.* (2021), sendo introduzidas como áreas recuperadas para fins de simulação. Diferentes taxas de sequestro de carbono foram atribuídas de acordo com a idade dos bosques reconstituídos, considerando-se que manguezais jovens apresentam menor capacidade de acúmulo de carbono em comparação aos manguezais maduros (Costa *et al.*, 2022; Moritsch *et al.*, 2021).

O cenário de **Alteração (cenário C)** foi elaborado com base na Consulta Pública nº 01/2024, referente à proposta de revisão da poligonal do Porto Organizado de Santos (Autoridade Portuária de Santos, 2025). Esta proposta previu a expansão da área portuária sobre ecossistemas costeiros, incluindo manguezais e áreas de restinga.

Já o cenário de **Mudanças Climáticas (cenário D)** considerou os efeitos da elevação do nível médio do mar com base em projeções globais. Para esse cenário, assumiu-se um aumento de 0,82 metros no nível do mar até o fim do século, conforme projeções do IPCC 6th Assessment Report para a região de estudo, sob o cenário SSP3-7.0 (IPCC, 2023). Para a aplicação dessa estimativa, utilizou-se um Modelo Digital de Elevação (MDE/DEM) da área. A simulação da elevação do nível do mar foi realizada por meio do software QGIS. No processo de simulação, o valor de 0,82 metros foi somado aos dados do modelo de elevação, resultando em uma nova superfície topográfica ajustada. As áreas de manguezal com elevação inferior a 1,5 metros, valor de elevação máxima da maré (Rodríguez *et al.*, 2018), foram consideradas como potencialmente inundadas. Essas áreas foram, então, classificadas como água no mapa de uso e cobertura do solo.

A tabela de matriz criada nesta etapa consiste em uma lista de classes de uso e ocupação do solo que sofreram alteração, sendo cada uma classificada como “Distúrbio de Baixo Impacto”, “Distúrbio de Médio Impacto” ou “Distúrbio de Alto Impacto”. Alterações de manguezal para classes como área urbana e outras áreas não vegetadas foram classificadas como de alto impacto, enquanto a transição para classes de vegetação, como restinga, foi definida como de médio impacto. Na etapa do modelo principal, os valores de carbono são modelados com base nos mapas de uso e cobertura do solo.

2.5 Análise Dos Resultados Do Modelo

O modelo InVEST Coastal Blue Carbon gera resultados em formato raster (.tif) de estoque, acumulação e emissão, além do valor líquido total de sequestro de carbono. Esses resultados são processados utilizando o QGIS, versão 3.38.2, onde é realizado o cálculo dos valores totais de carbono na área de estudo. Para cada cenário e período, é utilizada a ferramenta ‘Raster Calculator’ combinada com funções de álgebra de mapas para calcular as mudanças de uso e as respectivas áreas (ha) entre diferentes categorias.

A compreensão das variações espaciais e temporais no sequestro e armazenamento de carbono em manguezais, considerando cenários passados já ocorridos e cenários futuros hipotéticos, se mostra um elemento-chave para uma abordagem ecossistêmica nas decisões políticas. Isso porque contribui para capturar a complexidade dos ecossistemas manguezais, ao abordar diretamente as interfaces entre seus componentes bióticos e abióticos, que, em última instância, devem ser alvo de uma gestão ambiental integrada.

3. RESULTADOS

3.1 Variação Espaço-Temporal das Áreas de Manguezal

Entre 1993 e 2023, os manguezais sofreram um processo contínuo de substituição por outras classes de uso da terra, resultando em uma perda líquida significativa. As maiores perdas ocorreram por conversão de manguezais em áreas urbanas, de mosaicos de usos (regiões identificadas pelo MapBiomas onde não foi possível distinguir entre pastagem e agricultura, podendo englobar zonas de ocupação rural e periurbana, como pequenas propriedades, residências em áreas rurais e loteamentos com uso diversificado) e outras superfícies não vegetadas, totalizando 188,4 hectares ao longo dos 30 anos (1993-2023). Em contrapartida, houve ganhos de 91,48 hectares de manguezais, refletindo áreas anteriormente ocupadas por essas mesmas classes que foram reconvertidas em manguezais. Entre 2003 e 2013, observou-se o maior avanço sobre áreas de manguezais, especialmente com conversões para mosaicos de uso (34,74 ha) e áreas urbanas (34,92 ha), refletindo um período de forte pressão antrópica e expansão desordenada nas regiões costeiras. No entanto, entre 2013 e 2023, esse padrão foi parcialmente revertido, embora ainda tenham ocorrido perdas, os valores foram ligeiramente menores (**Fig 3, 4 e 5**).

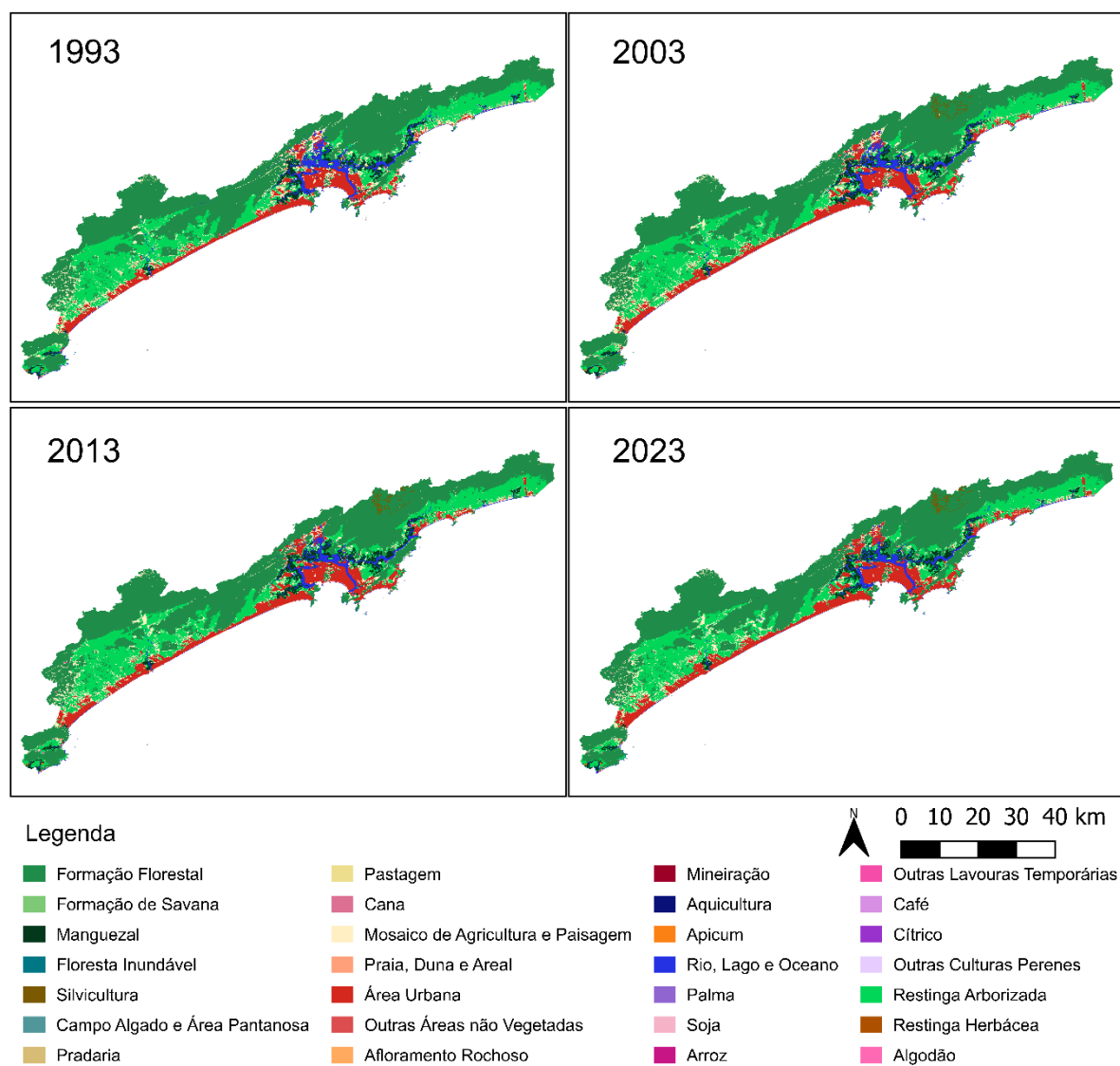


Figura 3. Mapas de uso e cobertura do solo ao longo dos anos analisados.

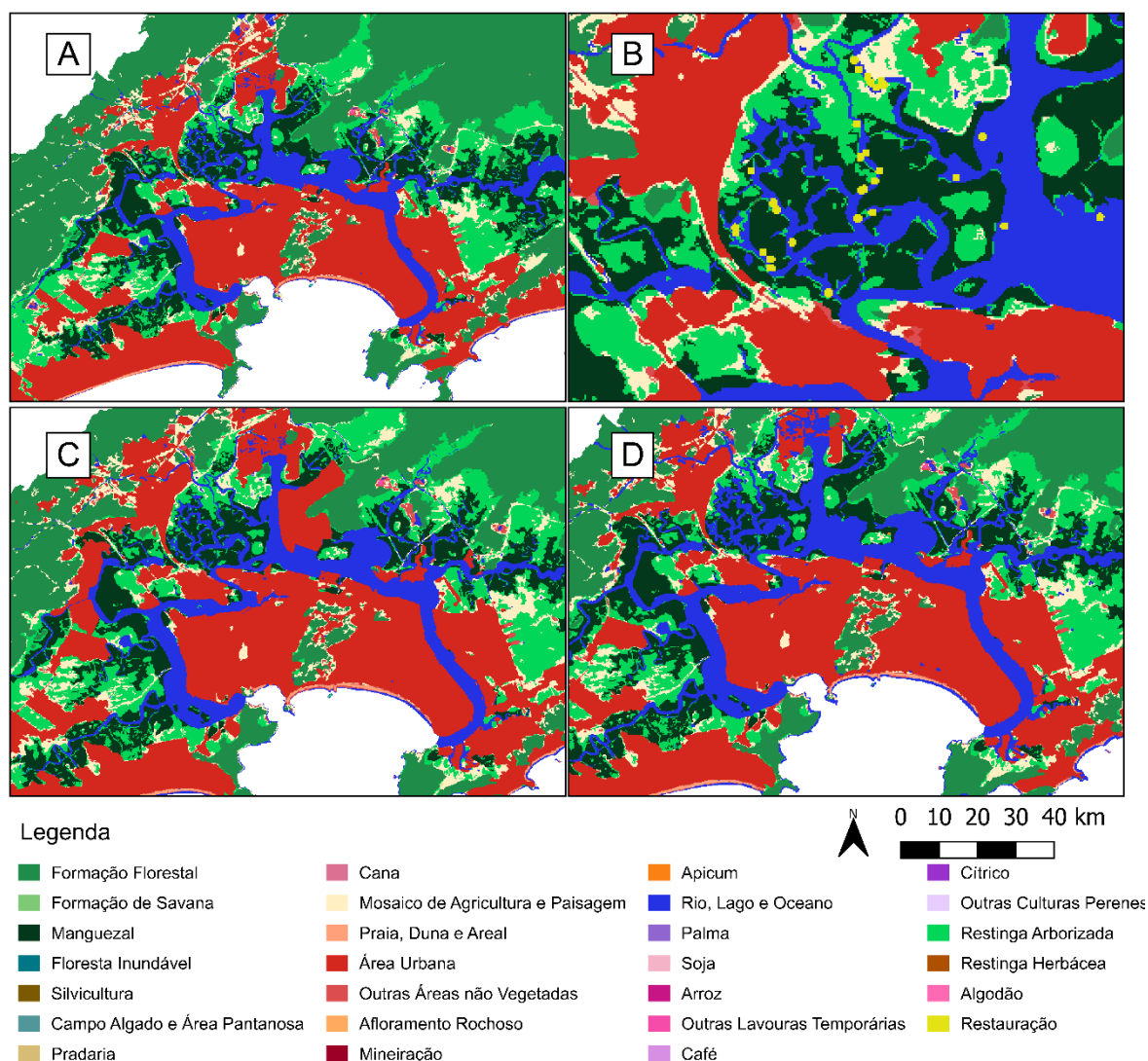


Figura 4. Mapas indicando as inserções feitas para os cenários analisados no estudo: (A) Conservação (ausência de alterações), (B) Restauração, (C) Alteração e (D) Mudanças Climáticas.

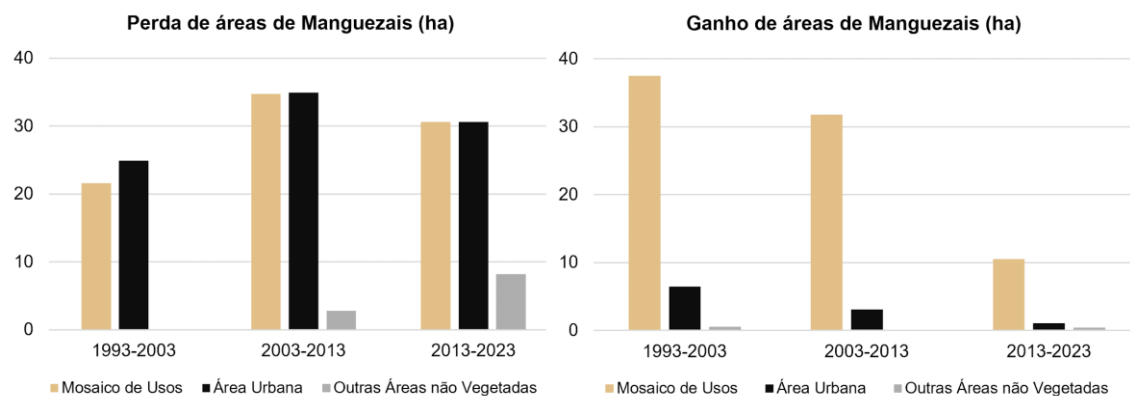


Figura 5. Gráficos indicando a perda e ganho de manguezais ao decorrer dos períodos analisados, em decorrência das classes de área urbana, outras áreas não vegetadas e mosaico de usos.

Ao analisar o sequestro de carbono dos municípios separadamente (**Tabela 2**), observa-se que há uma tendência geral de estabilidade ou leve declínio no sequestro de carbono em algumas áreas, como Itanhaém, Praia Grande e Bertioga. Em contrapartida, municípios como Cubatão e Peruíbe demonstraram aumento na capacidade de sequestro no último período (2013–2023). Santos, por sua vez, manteve-se com os maiores volumes de sequestro em todos os períodos analisados, evidenciando seu papel central na dinâmica ambiental regional, seguido por São Vicente, que também apresentou valores expressivos. Vale destacar que o município de Mongaguá não foi incluído na tabela por não possuir áreas de manguezais mapeadas (Prefeitura de Mongaguá, 2016).

Tabela 2. Valores de sequestro de carbono para cada município da Região Metropolitana de Baixada Santista.

Sequestro de Carbono (Milhões de toneladas de CO₂e)			
Município	1993-2003	2003-2013	2013-2023
Bertioga	3.51	3.68	3.12
Cubatão	2.21	3.36	4.32
Guarujá	3.10	2.67	3.04
Itanhaém	1.30	1.14	1.08
Peruíbe	2.17	2.19	2.28
Praia Grande	2.17	1.69	1.52
Santos	7.15	6.46	7.16
São Vicente	4.43	3.29	4.33

3.2 Cálculos dos Cenários de Manejo

Entre 1993 e 2023, os manguezais demonstraram um papel constante e relevante no ciclo do carbono, atuando tanto no sequestro quanto na acumulação de carbono. O sequestro de carbono manteve-se relativamente estável ao longo das três décadas, variando de 24,5 a 26,8 milhões de toneladas de CO₂ equivalente por período. Paralelamente, o estoque total de carbono aumentou continuamente, passando de 132 milhões de toneladas em 1993 para 209,4 milhões em 2023, refletindo a capacidade de armazenamento dos manguezais ao longo do tempo. Apesar de haver emissões associadas — que chegaram a 5,0 milhões de toneladas

entre 2003 e 2013 — a acumulação líquida de carbono também cresceu, alcançando 30,7 milhões de toneladas no último período analisado (**Fig. 6**). Esses dados indicam que, mesmo com pressões antrópicas, os manguezais continuam exercendo um papel essencial como sumidouros de carbono.

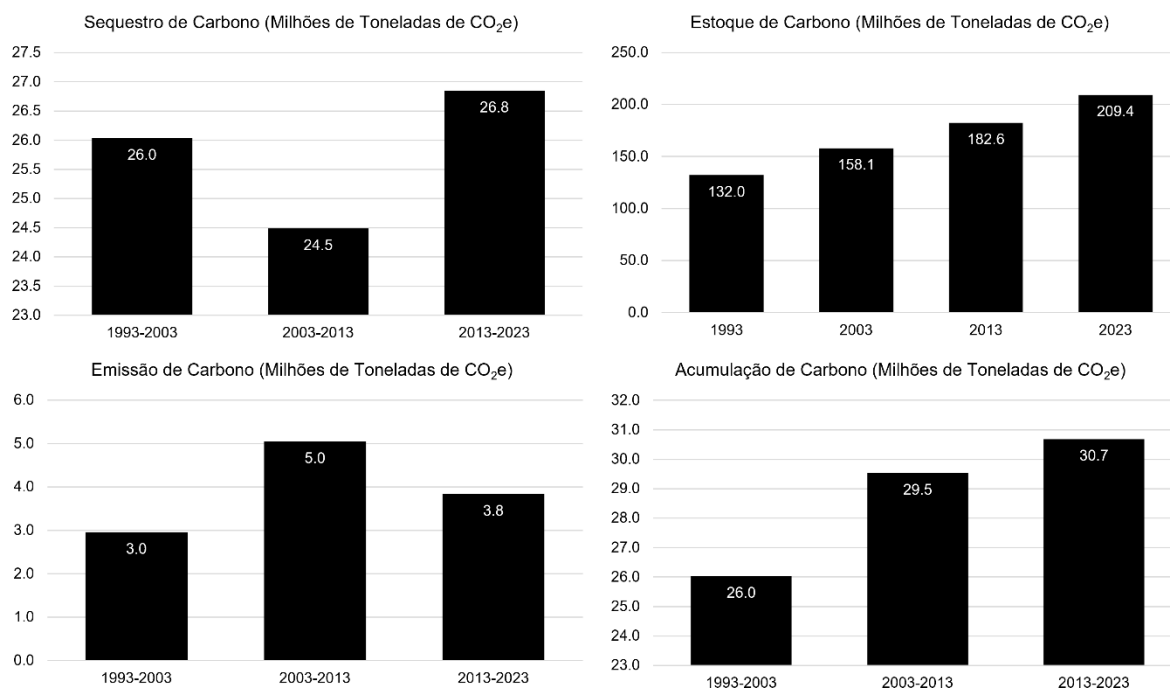


Figura 6. Gráficos dos valores de **sequestro, estoque, acumulação e emissão** de carbono para os anos analisados, sem a inclusão de nenhum cenário.

No cenário de **Conservação (A)**, em 30 anos, o sequestro de carbono pode atingir 83 milhões de toneladas de CO₂ equivalente, com um acúmulo de 89,3 milhões e emissões relativamente baixas de 5,5 milhões. Com a manutenção desse cenário até 100 anos, o sequestro acumulado pode chegar a 289,4 milhões de toneladas, enquanto o estoque total de carbono nos manguezais alcançaria 498,8 milhões de toneladas até 2123. As emissões permanecem praticamente estáveis ao longo do tempo, em torno de 5,7 a 5,8 milhões.

No cenário de **Restauração (B)**, os manguezais demonstram seu maior potencial como sumidouros de carbono, evidenciando os benefícios diretos da recuperação ativa desses ecossistemas. Em 30 anos, os manguezais acumulam 89,8 milhões de toneladas de CO₂ equivalente, enquanto as emissões são baixas, totalizando apenas 0,10 milhão — o que resulta em um sequestro líquido de 88,1 milhões de toneladas. Esse padrão altamente positivo se mantém nas décadas seguintes: em 50 anos, a acumulação chega a 149,6 milhões, com

emissões de apenas 0,11 milhão, e um sequestro de 146,9 milhões. Após 100 anos, o sequestro alcança 293,9 milhões de toneladas, com acúmulo de 299,2 milhões e emissões de 0,11 milhão. O estoque total de carbono aumenta continuamente, passando de 210,3 milhões em 2024 para 562,2 milhões em 2144.

No cenário de **Alteração (C)**, ao longo de 30 anos, o sequestro de carbono é de 65,4 milhões de toneladas de CO₂ equivalente, e o estoque total atinge apenas 210,3 milhões, com emissões consideravelmente mais altas, de 15,7 milhões. Mesmo após 100 anos, embora o sequestro aumente para 254,4 milhões e o estoque alcance 464,8 milhões, as emissões permanecem elevadas (16,3 milhões), com uma acumulação de carbono de 275,8 milhões — inferior ao cenário de conservação.

No cenário de **Mudanças Climáticas (D)**, apesar de acumularem 83,8 milhões de toneladas de CO₂ equivalente em 30 anos, as emissões associadas atingem 22,6 milhões, um valor consideravelmente alto quando comparado aos demais cenários. Esse padrão se mantém ao longo do tempo: em 50 anos, as emissões chegam a 23,1 milhões, frente a uma acumulação de 139,7 milhões e um sequestro líquido de 114,3 milhões. Após 100 anos, mesmo com a acumulação total de 279,3 milhões de toneladas, as emissões continuam elevadas em 23,2 milhões, o que reduz a eficiência do sequestro para 251,6 milhões.

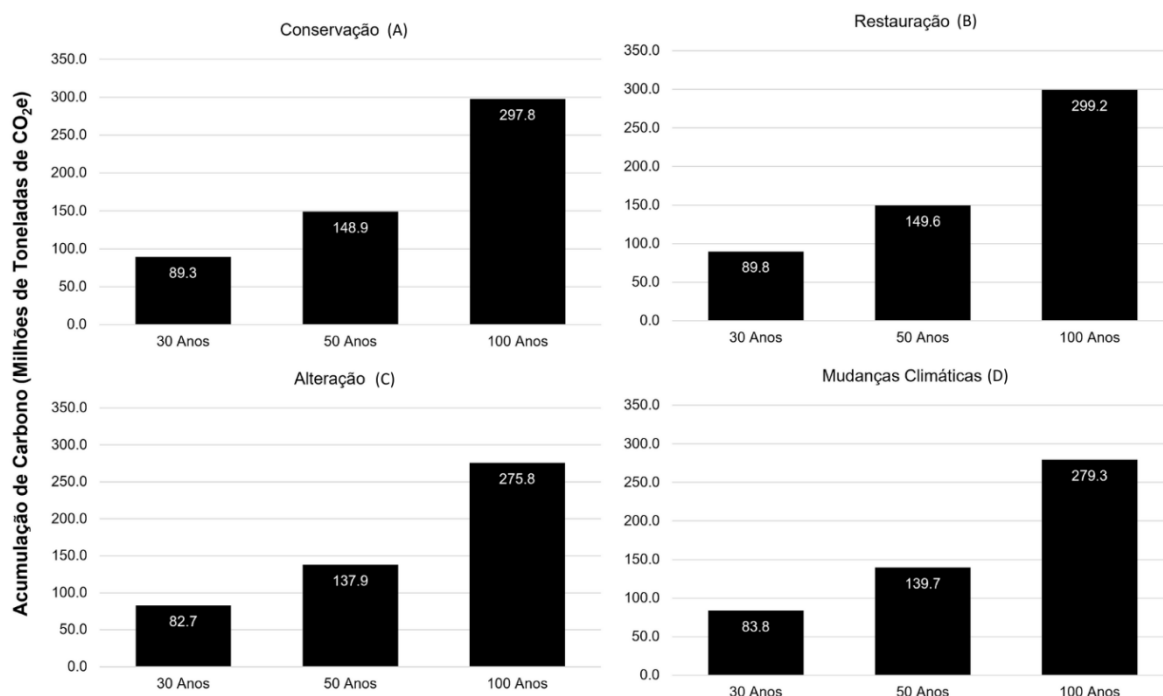


Figura 7. Gráficos dos valores de **acumulação** de carbono para cada cenário analisado.

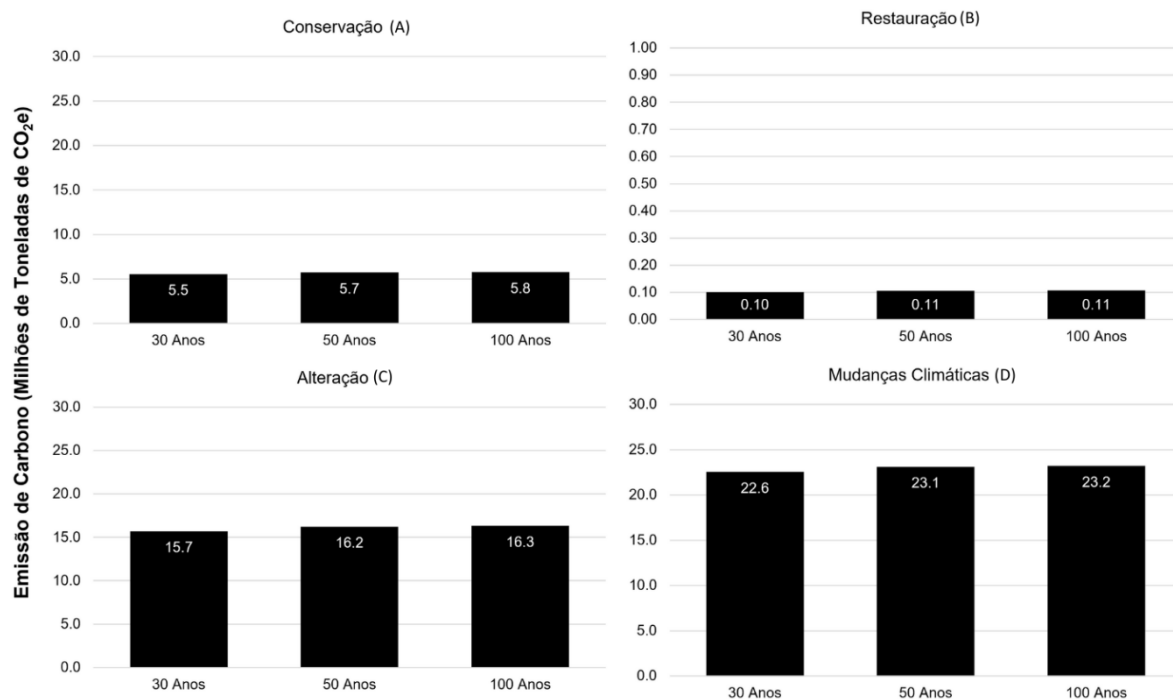


Figura 8. Gráficos dos valores de **emissão** de carbono para cada cenário analisado.

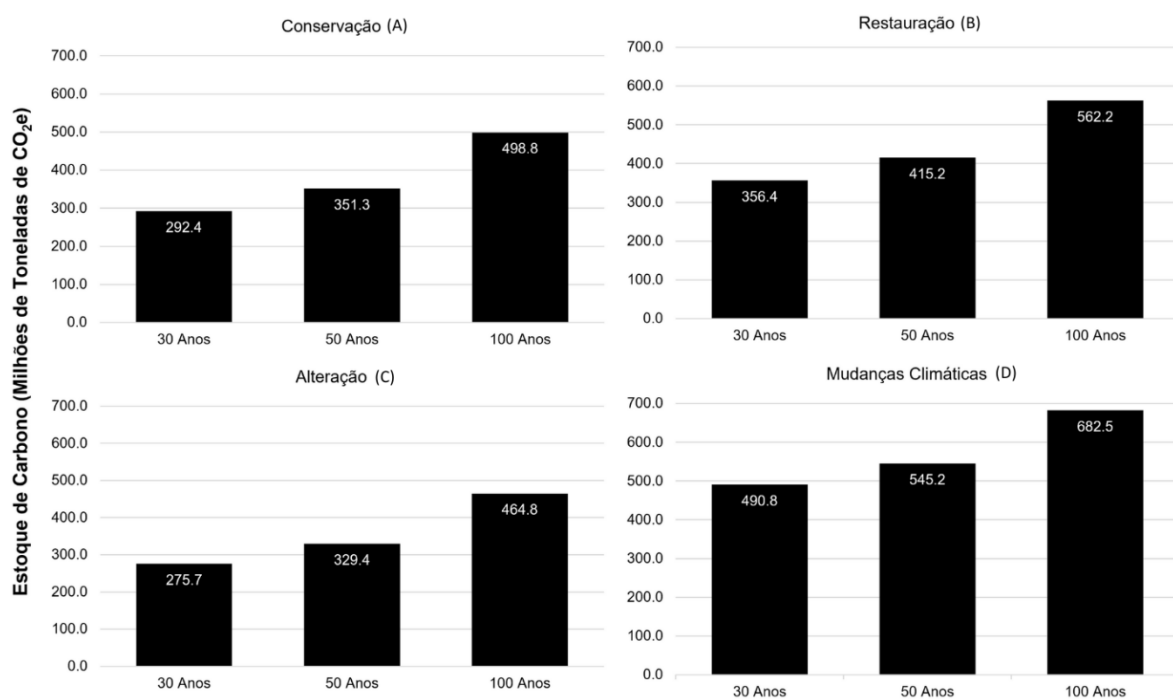


Figura 9. Gráficos dos valores de **estoque** de carbono para cada cenário analisado.

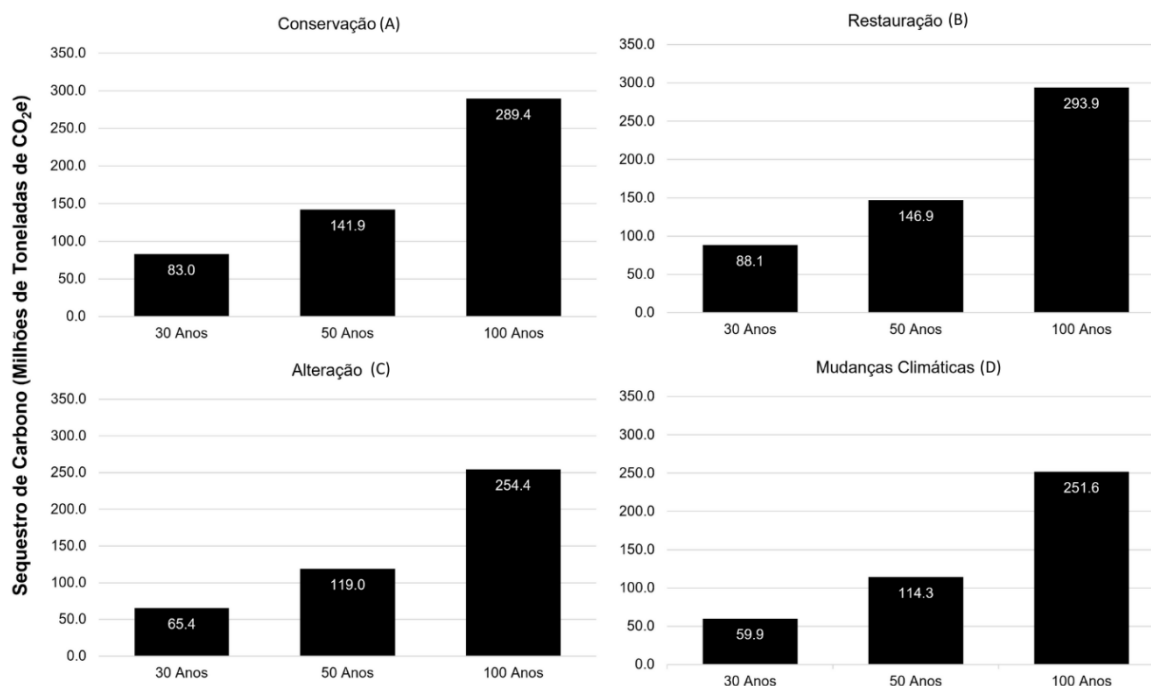


Figura 10. Gráficos dos valores de **sequestro** de carbono, representado pelo equilíbrio entre acúmulo e emissão, para cada cenário analisado.

4. DISCUSSÃO

Os dados analisados revelam que a dinâmica de carbono sequestrado nos manguezais na Baixada Santista ao longo das últimas décadas está fortemente condicionada por decisões de planejamento urbano. A expansão de área urbana, especialmente entre 2003 e 2013, coincidiu com um período de alta pressão antrópica sobre os ecossistemas costeiros. Esse contexto favoreceu a perda de cobertura de mangue e a consequente liberação de carbono anteriormente armazenado, reforçando o papel das atividades humanas como vetor de degradação ambiental (Himes-Cronell *et al.*, 2018).

Apesar disso, observa-se uma inflexão recente no padrão de conversão de uso do solo, que pode estar associada ao avanço de políticas de conservação, como o Programa Municípios Paulistas Resilientes (PMPR, 2021) e a inserção dos manguezais como Áreas de Preservação Permanente (APP). Essas iniciativas demonstram que é possível reverter parcialmente os danos causados favorecendo a funcionalidade ecológica e a capacidade de sequestro de carbono dos manguezais.

A comparação entre os diferentes cenários projetados para os próximos 100 anos evidencia a centralidade da restauração como estratégia de mitigação. A significativa redução

nas emissões e o aumento da eficiência do sequestro de carbono observados nesse cenário destacam os benefícios ambientais e climáticos de intervenções proativas. Por outro lado, a modelagem do cenário associado à expansão portuária, denominado como cenário de alteração, pode comprometer seriamente o papel dos manguezais como sumidouros de carbono.

Nesse contexto, o relatório de Eysink *et al.*, (2021), ao propor a recuperação de áreas de manguezais na Baixada Santista por meio de plantio de propágulos de mangue, pode ter relevância significativa também do ponto de vista climático, uma vez que a restauração de manguezais degradados tende a favorecer a recomposição dos estoques de carbono ao longo do tempo. O estudo de Chowdhury *et al.* (2020) indica que o plantio de manguezais pode aumentar o carbono orgânico do solo em poucos anos. No entanto, a taxa de sobrevivência das mudas pode ser baixa devido à sensibilidade ambiental desses ecossistemas. Técnicas adequadas de manejo e a escolha correta das espécies são fatores importantes para melhorar o sucesso da restauração, enquanto aspectos locais como uso do solo inadequado e a presença de espécies invasoras podem comprometer os resultados. Além disso, o envolvimento das comunidades locais, com o apoio de organizações e campanhas de conscientização, pode ser fundamental para garantir a eficácia e a manutenção das ações de restauração (Chowdhury *et al.*, 2020).

Além disso, a valorização do mercado de carbono surge como uma oportunidade estratégica para viabilizar financeiramente iniciativas de restauração ecológica na região. Manguezais saudáveis são altamente eficientes no sequestro de carbono, o que os torna ativos valorizados em mecanismos de compensação ambiental e créditos de carbono (Zhang *et al.*, 2024). A inserção da Baixada Santista em programas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) e mercados de carbono pode atrair investimentos públicos e privados, alinhando conservação ambiental e desenvolvimento sustentável.

Para que essas ações sejam efetivas e direcionadas, é fundamental a identificação de áreas prioritárias para restauração. Uma ferramenta promissora nesse sentido é o software Marxan, amplamente utilizado no planejamento sistemático da conservação (Marxan, 2024). Por meio da análise espacial e da otimização de custos e benefícios ecológicos, o Marxan permite identificar zonas estratégicas onde a restauração terá maior impacto, promovendo conectividade ecológica, proteção da biodiversidade e maximização do sequestro de carbono. Sua aplicação na Baixada Santista pode contribuir para decisões mais eficazes, baseadas em evidências científicas e alinhadas aos objetivos de conservação de longo prazo.

A consideração dos valores modelados de sequestro de carbono nos manguezais pode representar uma base valiosa para orientar a criação ou o aprimoramento de instrumentos legais voltados à adaptação e mitigação climática em escala local. Planos como o Plano Municipal de Mudanças Climáticas de Santos (Santos, 2015), já existente, demonstram que há um espaço institucional propício para a incorporação de dados científicos nos processos de planejamento. Outros municípios da Baixada Santista também poderiam, potencialmente, desenvolver iniciativas semelhantes, considerando suas especificidades territoriais e ecológicas. A utilização desses modelos pode auxiliar na priorização de áreas para restauração, na definição de metas mais realistas e na captação de recursos por meio de instrumentos como o Pagamento por Serviços Ambientais. Nesse contexto, o alinhamento entre conhecimento técnico e políticas públicas pode se tornar um diferencial para a construção de respostas locais mais robustas às mudanças climáticas.

É importante destacar, no entanto, a lacuna existente em estudos de quantificação precisa do carbono estocado nos manguezais da região. A escassez de dados consistentes limita a capacidade de avaliar com precisão o potencial real de sequestro e emissão de carbono nesses ecossistemas, tanto em áreas legalmente protegidas quanto nas que permanecem à margem de políticas de conservação. Embora trabalhos como os de Rovai *et al.* (2021, 2022) representem avanços relevantes ao fornecer parâmetros biofísicos aplicáveis a áreas de manguezal no sudeste brasileiro, ainda são necessários mais estudos com essa abordagem para ampliar a base científica.

Investimentos em monitoramento e pesquisa científica são essenciais para embasar políticas públicas, quantificar os benefícios climáticos da restauração e viabilizar a inserção da região em mecanismos de mercado, como os créditos de carbono (Estrada *et al.*, 2015). Compreender melhor a distribuição do carbono nos solos e na biomassa dos manguezais pode representar um diferencial estratégico para a gestão ambiental da Baixada Santista.

Nesse sentido, iniciativas como as desenvolvidas no âmbito do REDD+, um mecanismo internacional da ONU que incentiva a redução das emissões de gases de efeito estufa por meio da conservação e manejo sustentável das florestas, ganham relevância. Projetos que buscam modelar e quantificar o carbono armazenado em manguezais oferecem suporte importante para a conservação do carbono dentro desse mecanismo internacional. Estudos nacionais, como Bernardino *et al.* (2024), e pesquisas internacionais na África (Dai *et al.*, 2023) e Ásia (Hilmi

et al., 2017) exemplificam esforços que contribuem para preencher essa lacuna, fornecendo bases científicas essenciais para fortalecer a inclusão dos manguezais em políticas climáticas e mercados de carbono.

O cenário das mudanças climáticas adiciona uma camada significativa de complexidade à conservação dos manguezais. Mesmo com políticas locais bem estruturadas, esses ecossistemas permanecem expostos a impactos globais que extrapolam a escala de atuação dos governos regionais, como a elevação do nível do mar. A magnitude e a direção desses impactos podem variar conforme fatores locais, como disponibilidade de sedimento, topografia e uso do solo, mas os riscos são amplificados quando somados a pressões antrópicas, como a ocupação desordenada da zona costeira (Friess *et al.*, 2022). Diante disso, torna-se urgente integrar estratégias de adaptação às políticas de conservação, com ações que possibilitem a migração dos manguezais para o interior, aumentem sua resiliência e reduzam outras pressões humanas. O planejamento costeiro precisa reconhecer esses desafios para garantir a sobrevivência dos manguezais em um cenário climático em rápida transformação.

Nesse sentido, os manguezais devem ser reconhecidos não apenas como áreas a serem protegidas, mas como infraestruturas naturais essenciais para o enfrentamento das mudanças climáticas. Sua capacidade de estabilizar o solo, reduzir a erosão, proteger contra inundações e capturar carbono os torna ativos ambientais estratégicos para a segurança climática e a sustentabilidade urbana (Friess *et al.*, 2020). A permanência ou intensificação da degradação comprometerá não apenas os serviços ecossistêmicos prestados por esses ambientes, mas também os esforços de mitigação climática em escala regional.

5. CONCLUSÃO

A análise comparativa dos cenários projetados para os próximos 100 anos reforça a relevância dos manguezais como ecossistemas essenciais para a mitigação das mudanças climáticas, especialmente devido à sua elevada capacidade de sequestro e armazenamento de carbono. O cenário que prioriza a restauração demonstra uma significativa redução nas emissões e aumento na eficiência do sequestro de carbono, indicando que intervenções proativas podem trazer benefícios ambientais e climáticos substanciais para a região.

Em contrapartida, o cenário associado à expansão portuária revela o risco de comprometer o papel dos manguezais como sumidouros de carbono, evidenciando os impactos negativos que o crescimento urbano desordenado pode causar sobre esses ecossistemas. Além disso, o cenário de mudanças climáticas destaca desafios adicionais, como a elevação do nível do mar e a alteração de condições ambientais, que podem afetar a resiliência dos manguezais e sua capacidade de adaptação.

Essa combinação de pressões antropogênicas e climáticas reforça a necessidade urgente de integrar a conservação e restauração dos manguezais nas políticas públicas e no planejamento territorial. Estratégias que considerem tanto a mitigação quanto a adaptação são fundamentais para garantir a sustentabilidade desses ecossistemas e dos serviços que eles proporcionam.

Assim, a resiliência da Baixada Santista diante dos desafios climáticos depende diretamente das escolhas feitas em relação ao uso do solo e à gestão dos seus manguezais. Para isso, é fundamental que as decisões futuras sejam embasadas em cenários científicos e projeções robustas, que orientem estratégias eficazes de restauração, conservação e desenvolvimento sustentável.

6. REFERÊNCIAS

- Autoridade Portuária de Santos. (2025). Consulta Pública nº 01/2024 – Revisão dos limites da área do Porto Organizado de Santos (Poligonal). Disponível em: <https://www.portodesantos.com.br/consulta-publica-e-audiencia-publica-no-01-2024-poligonal/>. Acesso em: 15 jun. 2025.
- Bernardino, A. F. et al. (2024). The inclusion of Amazon mangroves in Brazil's REDD+ program. *Nature communications*, v. 15, n. 1, p. 1549.
- Bouillon, S., et al. (2008). Mangrove production and carbon sinks: A revision of global budget estimates. *Global Biogeochemical Cycles*, 22(2), 12. <https://doi.org/10.1029/2007GB003052>
- Bryan-Brown, D. N., et al. (2020). Global trends in mangrove forest fragmentation. *Scientific Reports*, 10, 7117. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-63880-1>
- Carriço, J. M.; & Pinho, R. M. L. (2021). A urbanização na zona costeira e os impactos ambientais: o caso da rmbs no estado de são paulo. *Leopoldianum*, v. 47, n. 131, p. 20-20.

CBH-BS. SOBRE O CBH-BS. Disponível em: <<http://www.cbhbs.com.br/index.php/quem-somos/>>. Acesso em: 15 jun. 2025.

Chowdhury, A. et al. (2020). Plantation methods and restoration techniques for enhanced blue carbon sequestration by mangroves. In: Sustainable Agriculture Reviews 37: Carbon Sequestration Vol. 1 Introduction and Biochemical Methods. Cham: Springer International Publishing, 2020. p. 127-144.

Costa, M. D. P., *et al.* (2022). Modelling blue carbon farming opportunities at different spatial scales. *Journal of Environmental Management*, 301, 113813. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2021.113813>.

Dai, Z. et al. (2023). Estimated mangrove carbon stocks and fluxes to inform MRV for REDD+ using a process-based model. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 294, p. 108512.

Estrada, G. C. D. et al. (2015). The economic evaluation of carbon storage and sequestration as ecosystem services of mangroves: a case study from southeastern Brazil. *International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management*, v. 11, n. 1, p. 29-35.

Eysink, G. G. J. *et al.* (2021). Projeto Neutralização do Carbono através da recuperação de manguezal azul-social. HC2 Soluções.

Friess, D. A., *et al.* (2020). Ecosystem services and disservices of mangrove forests and salt marshes. *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, 58, 107–142.

Friess, D. A. et al. (2022). Mangrove forests under climate change in a 2 C world. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Climate Change*, v. 13, n. 4, p. e792.

Hilmi, E. et al. (2017). The carbon conservation of mangrove ecosystem applied REDD program. *Regional Studies in Marine Science*, v. 16, p. 152-161.

Himes-Cornell, A., *et al.* (2018). Valuing ecosystem services from blue forests: A systematic review of the valuation of salt marshes, seagrass beds, and mangrove forests. *Ecosystem Services*, 30, 36-48. <https://doi.org/10.1016/j.ecoser.2018.01.006>

Howard, J., *et al.* (2017). The potential to integrate blue carbon into MPA design and management. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 27, 100-115. <https://doi.org/10.1002/aqc.2809>

Intergovernmental Panel On Climate Change (IPCC). (2023). Climate Change 2023: Synthesis Report. Contribuição dos Grupos de Trabalho I, II e III para o Sexto Relatório de Avaliação do Painel Intergovernamental sobre Mudança do Clima. Equipe de Redação Principal: H. Lee e J. Romero (eds.). Genebra: IPCC.

Kauffman, J. B., *et al.* (2018). Shrimp ponds lead to massive loss of soil carbon and greenhouse gas emissions in northeastern Brazilian mangroves. *Ecology and Evolution*, 8(11), 5530-5540. <https://doi.org/10.1002/ece3.4079>

Leal, M., *et al.* (2022). The state of the world's mangroves 2022. Global Mangrove Alliance.

Lovelock, C. E., & Reef, R. (2020). Variable impacts of climate change on blue carbon. *One Earth*, 3, 195-211. <https://doi.org/10.1016/j.oneear.2020.07.010>

Marxan. (2024). About Marxan - Conservation Solutions. Disponível em: <https://marxansolutions.org/about-marxan/>. Acesso em: 15 jun. 2025.

Mcleod, E., *et al.* (2011). A blueprint for blue carbon: Toward an improved understanding of the role of vegetated coastal habitats in sequestering CO₂. *Frontiers in Ecology and the Environment*, 9(10), 552-560. <https://doi.org/10.1890/110004>

Moraes, M. B. R. et al. (2016). Plano De Manejo Área De Proteção Ambiental Cananéia-Iguape-Peruíbe, Sp. Iguape Sp: Instituto Chico Mendes De Conservação Da Biodiversidade.

Moritsch, M. M., *et al.* (2021). Estimating blue carbon sequestration under coastal management scenarios. *Science of the Total Environment*, 777, 145962. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2021.145962>

Natural Capital Project. (2022). InVEST 3.13.0 User's Guide. Stanford University, University of Minnesota, Chinese Academy of Sciences, The Nature Conservancy, World Wildlife Fund, and Stockholm Resilience Centre.

Newton, A. *et al.* (2020). Anthropogenic, direct pressures on coastal wetlands. *Frontiers in Ecology and Evolution*, 8, 144. <https://doi.org/10.3389/fevo.2020.00144>

PMPR. (2021). Programa Municípios Paulistas Resilientes. Guia de Planejamento. Disponível em: <https://smastr16.blob.core.windows.net/smaglobal/sites/230/2021/05/apresentacao-municipiospaulistas-resilientes-final-nalon.pdf>. Acesso em 15 jun. 2025.

Prefeitura Municipal de Mongaguá. (2016). Produto 02 - Georreferenciamento dos atrativos e equipamentos turísticos. *Plano de Desenvolvimento Integrado do Turismo Sustentável (PDITS)* - Mongaguá/SP.

Projeto Mapbiomas. (2020). Coleção 5 (1985-2019) da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil.

Projeto Mapbiomas. 2022. (2022). Coleção 7 (1985-2021) da Série Anual de Mapas de Uso e Cobertura da Terra do Brasil.

QGIS [software GIS]. Versão 3.38.2. (2024). QGIS Geographic Information System. Open Source Geospatial Foundation Project.

- Rodríguez, E. M. G. et al. (2018). Processos costeiros brasileiros: ventos, clima de ondas e nível do mar com base em reanálises de dados.
- Rogers, K. (2021). Accommodation space as a framework for assessing the response of mangroves to relative sea-level rise. *Singapore Journal of Tropical Geography*, 42(2), 163-183. <https://doi.org/10.1111/sjtg.12357>
- Rosa, L. N. *et al.* (2022). Modelling spatial-temporal changes in carbon sequestration by mangroves in an urban coastal landscape. *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 276, 108031. <https://doi.org/10.1016/j.ecss.2022.108031>
- Rovai, A. S. *et al.* (2021). Ecosystem-level carbon stocks and sequestration rates in mangroves in the Cananéia-Iguape lagoon estuarine system, southeastern Brazil. *Forest Ecology and Management*, 479, 118553. <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118553>
- Rovai, A. S. *et al.* (2022). Brazilian mangroves: Blue carbon hotspots of national and global relevance to natural climate solutions. *Frontiers in Forests and Global Change*, 4, 217. <https://doi.org/10.3389/ffgc.2021.787533>
- Santos. (2015). Decreto no 7.293 de 30 de novembro de 2015. Cria a Comissão Municipal de Adaptação à Mudança do Clima. Disponível em: <https://www.santos.sp.gov.br>. Acesso em: 15 jun. 2025.
- SÃO PAULO (Estado). Secretaria do Meio Ambiente. (2013). ZEE Baixada Santista [recurso eletrônico]: zoneamento ecológico-econômico – setor costeiro da Baixada Santista / Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, Coordenadoria de Planejamento Ambiental; Organização Luiz Roberto Numa de Oliveira. São Paulo.
- Zhang, J. et al. (2024). A global assessment of mangrove soil organic carbon sources and implications for blue carbon credit. *Nature Communications*, v. 15, n. 1, p. 8994.

7. APÊNDICES

APÊNDICE A – Tabelas dos valores de sequestro de carbono para cada município.

Tabela 3. Valores de sequestro de carbono para cada município da Região Metropolitana de Baixada Santista, no cenário de Conservação.

Conservação	Sequestro de Carbono (Milhões de Toneladas de CO ₂ e)		
Município	30 Anos	50 Anos	100 Anos
Bertioga	11.5	19.4	39.3
Cubatão	12.6	21.4	43.5
Guarujá	9.3	15.9	32.5
Itanhaém	3.6	6.1	12.4
Peruíbe	6.4	11	22.5
Praia Grande	4.7	8.6	18.3
Santos	22.7	38.3	77.5
São Vicente	12.3	21.1	43.3

Tabela 4. Valores de sequestro de carbono para cada município da Região Metropolitana de Baixada Santista, no cenário de Restauração.

Restauração	Sequestro de Carbono (Milhões de Toneladas de Co ₂ e)		
Município	30 Anos	50 Anos	100 Anos
Bertioga	11.7	19.5	39.1
Cubatão	13.6	22.6	45.2
Guarujá	9.8	16.4	32.8
Itanhaém	3.8	6.3	12.6
Peruíbe	6.8	11.4	22.8
Praia Grande	5.7	9.5	19.0
Santos	23.4	39	78.1
São Vicente	13.3	22.2	44.3

Tabela 5. Valores de sequestro de carbono para cada município da Região Metropolitana de Baixada Santista, no cenário de Alteração.

Alteração	Sequestro de Carbono (Milhões de Toneladas de Co ₂ e)		
Município	30 Anos	50 Anos	100 Anos
Bertioga	11.6	19.4	38.9
Cubatão	13	21.8	43.8
Guarujá	9.8	16.3	32.7
Itanhaém	3.7	6.3	12.5
Peruíbe	6.8	11.4	22.8
Praia Grande	5.6	9.4	18.9
Santos	11.2	24	56.7
São Vicente	3.8	10.6	28.1

Tabela 6. Valores de sequestro de carbono para cada município da Região Metropolitana de Baixada Santista, no cenário de Mudanças Climáticas.

Mudanças Climáticas	Sequestro de Carbono (Milhões de Toneladas de Co ₂ e)		
Município	30 Anos	50 Anos	100 Anos
Bertioga	7.7	14.9	33.2
Cubatão	7.3	15.1	34.9
Guarujá	7.5	13.8	29.5
Itanhaém	3	5.5	11.5
Peruíbe	4.8	9	19.8
Praia Grande	4.9	8.6	17.9
Santos	15.2	29.7	66.2
São Vicente	9.5	17.7	38.6

PARECER FINAL DO TRABALHO DE CONCLUSÃO DE CURSO

Discente: CARLOS HENRIQUE DE ANDRADE

Título: "Análise do potencial do sequestro e estoque de carbono em diferentes cenários de manejo pelos manguezais da Região Metropolitana da Baixada Santista do Litoral Paulista"

Orientador: Profa. Dra. Débora Martins de Freitas

Curso/Habilitação: Bacharelado em Ciências Biológicas/Biologia Marinha

COMISSÃO EXAMINADORA	CONCEITO
Profa. Dra. Débora Martins de Freitas	APROVADO
Prof. Dr. Pedro Henrique Campello Torres	APROVADO

PARECER:

REALIZADAS AS SUGESTÕES ENCAMINHADAS PELA
BANCA.

CONCEITO FINAL:

A Comissão Examinadora abaixo assinada conclui que o discente **Carlos Henrique de Andrade** obteve o seguinte conceito:



APROVADO



REPROVADO

São Vicente, 01 de julho de 2025.

Debora M. de Freitas
Profa. Dra. Débora Martins de Freitas

Pedro H. C. Torres
Prof. Dr. Pedro Henrique Campello Torres