



Gabriel Pacifico Rydygier de Ruediger (Autor)
Prof. Dr. Francisco Tupy Gomes Correa (Orientador)



COLÉGIO VISCONDE DE PORTO SEGURO – Rua Floriano Peixoto Santos, 55 – São Paulo/SP.

INTRODUÇÃO

Qual a relevância do MANGUE para o Brasil?

Cerca de **90% do pescado** capturados ao longo da costa nacional têm sua origem nos manguezais, desempenhando um papel crucial na alimentação das comunidades locais e exercendo uma influência em todo o país.



Exerce uma função essencial ao **transferir e armazenar matéria orgânica (como é o caso do carbono)** para o estuário, promovendo um ecossistema rico em biodiversidade

As comunidades ribeirinhas que habitam os principais manguezais nacionais possuem um valioso patrimônio estimado em **500 milhões de reais** em "carbono azul", armazenado na biomassa do ecossistema manguezal.



PROBLEMA

A ameaça recorrente à biodiversidade, aos recursos costeiros e, sobretudo, às comunidades litorâneas ligadas aos manguezais



A dificuldade em encontrar propostas viáveis e de fácil acesso para estimar o carbono estocado nos manguezais com viés lucrativo

HIPÓTESE

É possível desenvolver um método simples e acessível para localizar, estimar e monitorar os estoques de carbono nos manguezais, visando transformá-los em lucro sustentável para as comunidades ribeirinhas?

OBJETIVO

- 1 Criar método alternativo para avaliar estoques de carbono no manguezal de Guaratiba, simplificando coleta e aumentando eficiência nas estimativas.
- 2 Explorar o valor financeiro diante do estoque de carbono estimado e o de Estrada (2015).

MÉTODOS E TÉCNICAS

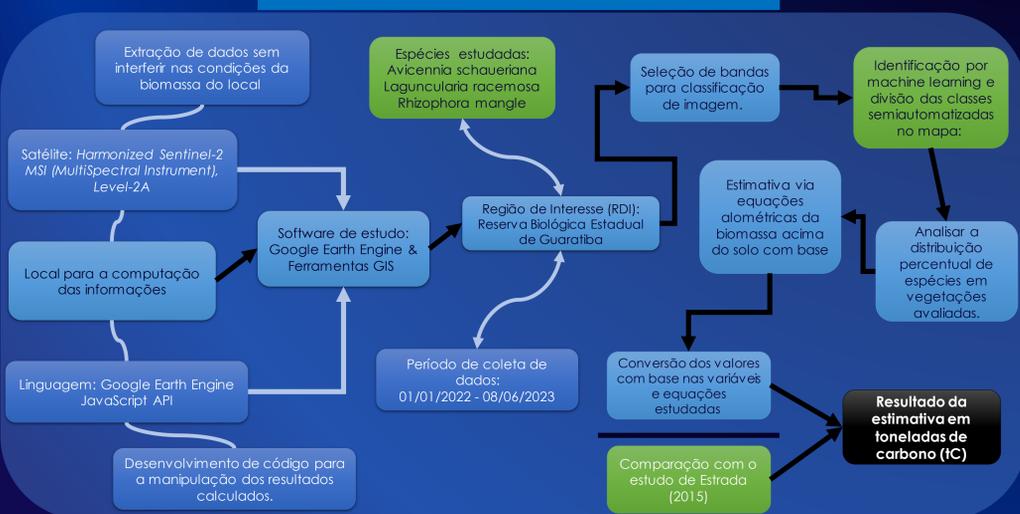


Fig 1: Fluxograma de desenvolvimento da pesquisa
Fonte: Autor

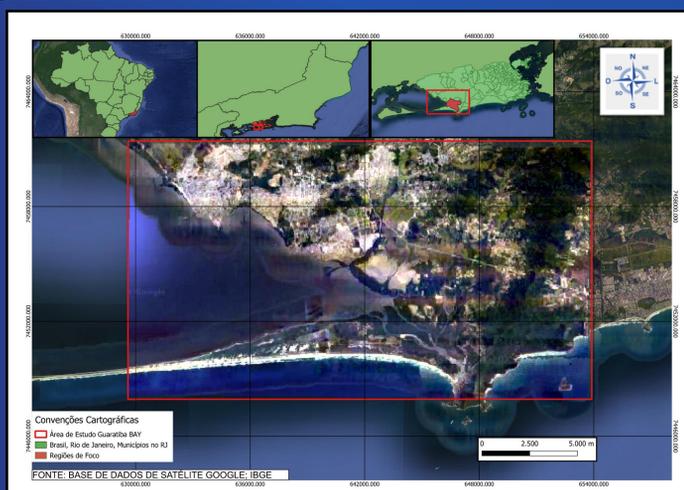


Fig 2: Localização da Área de Estudo – Baía de Guaratiba (Rio de Janeiro)
Fonte: Autor, Compilação de IBGE (2022), GOOGLE (2023).

DESENVOLVIMENTO

Primeira ETAPA



Fig 3: Imagem de satélite com representação espectral do índice de vegetação saudável
Fonte: Autor

Isolar e simplificar as distintas formas de vegetação por meio da análise do índice espectral de vegetação saudável proveniente de dados de satélite.

Segunda ETAPA

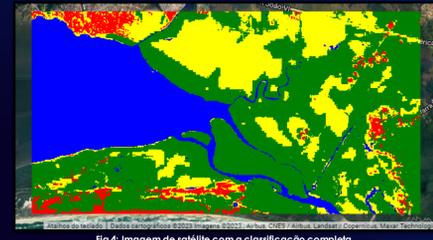


Fig 4: Imagem de satélite com classificação completa
Fonte: Autor



Fig 4: Imagem de satélite com classificação semiautomática do uso do solo
Fonte: Autor

Identificar e separar classes por meio de ferramentas de classificação semiautomática, com o objetivo de extrair as informações mais significativas

Terceira ETAPA

Calcular e estimar a biomassa acima do nível do solo isolando as vegetações relevantes em conformidade com a imagem original de satélite e a classificação de Estrada (2013).

Tabela 1: Equações Alométricas para o Cálculo da Biomassa

Equação
Biomassa Acima do Nível do Solo Viva
$Ln(\text{total de Avicennia schaueriana}) = 4,8017 + 2,5282 \times Ln(\text{DAP})$
$Ln(\text{total de Laguncularia racemosa}) = 14,2536 + 0,4985 \times Ln[(\text{Área Basal})^2 \times \text{Altura Média}]$
$Ln(\text{total de Rhizophora mangle}) = 14,9105 + 0,5261 \times Ln[(\text{Área Basal})^2 \times \text{Altura Média}]$

Fig 5: Classe separada – Vegetação Ténue
Fonte: Autor

Fig 6: Classe separada – Vegetação Densa
Fonte: Autor

Tabela 2: Predominância das Vegetações classificadas na RDI

Tipo de Vegetação Abrangente	Área em quilômetros quadrados	Área em hectares
Vegetação Densa	27,900	2790
Vegetação Ténue	12,387	1238,2

Tabela 3: Potencial de Sequestro de Carbono por Variedade Florestal

Tipo de Floresta	Potencial de Sequestro de Carbono (em tC/ha por ano)
Florestas de mangue	2,9
Florestas tropicais úmidas	3,2
Florestas tropicais úmidas e decíduas	2,3
Florestas Subtropicais Úmidas	2,3

Tabela 4: Dominância das Espécies Arbóreas nas Florestas de Manguezais

Espécies de Árvores nos Manguezais	Florestas de Margem	Florestas da Bacia	Florestas de Transição (Planícies Hipersalinas)
Avicennia schaueriana	65,20%	55,00%	32,70%
Laguncularia racemosa	1,40%	0,20%	0,00%
Rhizophora mangle	24,00%	31,40%	46,50%

Tabela 5: Média de Altura das Espécies Arbóreas Avaliadas

Espécies de Árvores nos Manguezais	Altura média (em metros)
Avicennia schaueriana	entre 2,88 e 15,63 (Santos e Oliveira, 2003)
Laguncularia racemosa	entre 0,65 e 13,94 (Soares et al, 2008)
Rhizophora mangle	entre 6,70 e 16,30 (Souza e Sampaio, 2001)

RESULTADOS

Tabela 6: Biomassa em função do solo e Sequestro de Carbono

Espécie	Biomassa Acima do Nível do Solo		
	Avicennia schaueriana	Laguncularia racemosa	Rhizophora mangle
Unidade em grammas viva (g)	10,299	23,774	19,248
Unidade em grammas morta (g)	9,97428	9,92207	10,4529
Total em grammas por Unidade (g)	20,27328	33,69607	29,7009
Total em toneladas (t)	0,081563866	0,135566703	0,119493255
Sequestro de Carbono em toneladas de carbono (tC)	143045,4273	86063,44897	97640,13885

Tabela 7: Matriz de Confusão, Estoque de Carbono e Valor do Carbono

Estudo	Área de Estudo Identificada (em ha)	Sequestro de carbono (em tC)	Índice de Precisão (Matriz de Confusão)
Estrada et al. (2015)	3823	11066,7	100%
Calcula-Mangue	4023,22	11667,318	94,90%

Projeto

Projeto	Estoque de carbono final
CALCULA-MANGUE	326749,0151
Estrada et al. (2015)	193168,95

Valor da tonelada de Carbono FMI (em Reais)

Valor da tonelada de Carbono FMI (em Reais)	Valor da tonelada de Carbono Estimado Pelo Estudo (em Reais)	Valor da tonelada de Carbono Estimado Estrada et al. (2015) (em Reais)
15	4901235,227	2897534,25

- 1 As estimativas do estoque de carbono na área de estudo desta pesquisa (Tabela 7), calculadas com base na biomassa (Tabela 6), excedem em cerca de 1,7 vezes os valores obtidos por Estrada et al. (2015).
- 2 O estudo também evidenciou um aumento substancial no preço do carbono, conforme definido pelo Fundo Monetário Internacional (Tabela 7), em comparação com a pesquisa conduzida por Estrada et al. (2015).

CONCLUSÕES

Os resultados indicam que o protocolo desenvolvido foi refinado com precisão, reforçando principalmente:

Lucro Sustentável: O CALCULA-MANGUE amplificou a relevância financeira do manguezal, revelando um potencial lucro de quase 3 milhões de reais em Créditos de Carbono, conforme identificado por Estrada et al. (2015) junto ao FMI.

Valor de correção O protocolo revelou desvio entre estimativas por satélite e em campo, propondo correção alinhada à Estrada et al. (2015).

Variação nos Estudos: O CALCULA-MANGUE registrou 3.26.749,0151 toneladas de carbono, superando em 1,7 vezes o estudo de Estrada et al. (2015).

BIBLIOGRAFIA

- ESTRADA, GCD; SOARES, MLG; FERNANDEZ, V; ALMEIDA, PMM. 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, 2015.
- FLORENZANO, T. G. Imagens de satélite para estudos ambientais. São Paulo: Oficina de textos, 2002.
- GOOGLE. Google Earth website, 2023 Disponível em: <http://earth.google.com/>.
- IBGE. Dados Geospaciais - Limites dos Estados do Brasil. Rio de Janeiro, 13 MB. Formato SHP. Sistema de Referência de Coordenadas (SRC): EPSG: 4674 - SIRGAS 2000 - Coordenadas Geográficas, 2022.
- LAKATOS, E.M.; MARCONI, M. de A. Fundamentos de metodologia científica, 3.ed. São Paulo: Atlas, 1991.
- OLMOS, F & R. SILVA E SILVA. A. Guarda: ambiente flora e fauna dos manguezais de Santos-Cubatão. São Paulo: Empresa das artes, 2003.
- SANTOS, H. V. S. et al. Allometric models for estimating the aboveground biomass of the mangrove Rhizophora mangle. Brazilian Journal of Oceanography, [S.J.], v. 65, n. 1, p. 44-53, 2017.
- SCHAEFFER-NOVELLI, Y. Manguezal ecossistema entre a terra e o mar. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995.