

Manguezais na Ilha do Cardoso, Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil: uma narrativa histórica

 [Yara Schaeffer-Novelli](#)^{1,2,9}, Clemente Coelho-Jr.^{1,3}, Renato de Almeida^{1,4},
Gisela Vianna Menezes⁵, Ricardo Palamar Menghini^{1,6}, Marília Cunha-Lignon⁷,
 [André Scarlate Rovai](#)⁸, Armando Soares dos Reis-Neto¹, Gilberto Cintrón-Molero¹

Como citar: Schaeffer-Novelli, Y., Coelho-Jr., C., Almeida, R., Menezes, G.V., Menghini, R.P., Cunha-Lignon, M., Rovai, A.S., Reis-Neto, A.S. & Cintrón-Molero, G. 2025. Manguezais na Ilha do Cardoso, Cananeia, Estado de São Paulo, Brasil. Hoehnea 52: e262024, 2025. <https://doi.org/10.1590/2236-8906e262024>.

ABSTRACT - (Mangroves on Cardoso Island, Cananéia, São Paulo State, Brazil: a historical narrative). The Cananéia-Iguape Estuarine-Lagoon System - CIELS is home to nearly 50% of São Paulo's State mangrove forests and it is considered one of the most preserved estuaries along the Brazilian coast. Many publications exist on CIELS's structure, function and ecosystem services, particularly focusing on the interconnected ecosystems of Cardoso Island. Here, we present a chronology of the many research projects developed since our lab group first visited the region in 1978. Once the monitoring areas were established (Perequê river, Sitio Grande river and "Cardoso"), sampling protocols were designed for each "workstation", including types of mangrove forests, sample plot's location related to hydroperiod, identification of typical mangrove plant species, and structural and functional characteristics following standardized international methods manuals. The typical mangrove plant species on Cardoso Island are: the red mangrove (*Rhizophora mangle* L.), the white mangrove (*Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.f.) and the black mangrove (*Avicennia schaueriana* Stapf and Leechman). Over time, new experiments were added, such as primary productivity estimation through litterfall production, litterfall decomposition rates of the three typical mangrove plant species in intertidal and infralittoral environments, and respective nutritional declines through the analysis of C/N contents, in addition to the red mangrove propagules dynamics. After several years of studies, the "Transversal Cardoso" ("Cardoso Transect"), extending 340 m from the Trapandé Bay to the adjacent restinga (sandbank vegetation) ecosystem, was selected as a long-term monitoring work platform. Several comparative experiments were developed in this transect, with an emphasis on some of the abiotic variables, structural characteristics and, biological diversity in relation to the dynamics of the mangroves forest. To enhance knowledge for conservation CIELS's mangrove ecosystems, mapping studies were carried out at different hierarchical levels under a systemic view in the context of landscape ecology. More recently, some studies have looked at the importance of mangroves in this coastal segment of the Southeast Region in terms of high soil organic carbon stocks and sequestration rates, belowground biomass and litterfall in the context of climate change. All graduate level studies conducted by our research group have been funded by the National Council for Scientific and Technological Development - CNPq, the Coordination of Superior Level Staff Improvement - CAPES, the São Paulo Research Foundation - FAPESP and Small Grants Fund of the Ramsar Convention.

Keywords: Brazil, Cananéia, flood gradient studies, mangrove stands

1. Instituto BiomaBrasil, Rua da Aurora, 295, Boa Vista, 50040-090 Recife, PE, Brasil
2. Universidade de São Paulo, Instituto Oceanográfico, Praça do Oceanográfico 191, Butantã, 05508-120, São Paulo, SP, Brasil
3. Universidade de Pernambuco, Instituto de Ciências Biológicas, Rua Arnóbio Marques, 310 - Santo Amaro, 50100-130 Recife, PE, Brasil
4. Universidade Federal do Recôncavo da Bahia, Centro de Ciências Agrárias, Ambientais e Biológicas, Rua Rui Barbosa, 710, Centro, 44380-000 Cruz das Almas, BA, Brasil
5. Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura e Logística do Estado de São Paulo, Companhia Ambiental do Estado de São Paulo, Avenida Professor Frederico Hermann Jr. 345, Alto de Pinheiros, 05459-900 São Paulo, SP, Brasil
6. Universidade Paulista, Instituto de Ciências da Saúde, Rua Vergueiro, 1211, 8º andar, Paraíso, 01504-001 São Paulo, SP, Brasil
7. Universidade Estadual Paulista, Campus de Registro, Departamento de Recursos Pesqueiros e Aquicultura, Avenida Nelson Brihi Badur, 430, Vila Tupy, 11900-000 Registro, SP, Brasil
8. Smithsonian Environmental Research Center, 647 Contees Wharf Road, Edgewater, MD 21037, USA
9. Autor para correspondência: novelli@usp.br

RESUMO - (Manguezais na Ilha do Cardoso, Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil: uma narrativa histórica). O Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape - SELCI, abriga cerca de 50% das áreas de manguezal do Estado de São Paulo, sendo considerado um dos estuários mais conservados da costa brasileira. Essa importante paisagem costeira da região Sudeste que abriga manguezais muito bem conservados, tem merecido atenção por parte da comunidade científica por mais de quatro décadas. Os manguezais de Cananéia têm sido amplamente estudados, com difusão dos resultados por meio das diferentes modalidades de publicações, contribuindo para ampliar os conhecimentos sobre estrutura, função e serviços ecossistêmicos, com maiores informações sobre os ambientes da Ilha do Cardoso e sua conectividade ecossistêmica com o SELCI. O texto narra de forma cronológica como foram desenvolvidos os projetos de pesquisa, desde a primeira visita em 1978. Estabelecidas as áreas de monitoramento (rio Perequê, rio Sítio Grande e "Cardoso"), foram desenhados os respectivos protocolos de campo, dentre os quais identificamos: cobertura vegetal com os tipos de bosques de mangue, posicionamento das parcelas amostrais em função do gradiente de inundação e identificação das espécies vegetais típicas de mangue, dando sequência com os demais registros das características estruturais e funcionais previstas em manuais de métodos internacionais especializados. As espécies vegetais típicas de mangue na Ilha do Cardoso são: o mangue-vermelho (*Rhizophora mangle* L.), o mangue-branco (*Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.f.) e o mangue-preto (*Avicennia schaueriana* Stapf and Leechman). Com o tempo, foram adicionados novos experimentos, tais como a estimativa da produtividade primária por meio da produção de serapilheira, a decomposição das folhas das três espécies vegetais típicas de mangue nos ambientes entremarés e infralitoral, e respectivos decaimentos nutricionais por meio das análises dos teores de C/N, além da dinâmica de desenvolvimento de propágulos do mangue-vermelho. Com a experiência dos vários anos de estudos, foi adotada como plataforma de trabalho a "Transversal Cardoso", de 340 m de comprimento, desde a franja do bosque de mangue junto à Baía de Trapandê ao ecótono entre os ecossistemas manguezal-restinga. Nesta transversal foram desenvolvidos vários experimentos, considerando algumas das variáveis abióticas, características estruturais e de diversidade biológica, em relação à dinâmica dos diferentes tipos de bosques de mangue. Complementando os objetivos de conhecimento para conservação do ecossistema manguezal, não somente na Ilha do Cardoso, mas em todo o SELCI, são mencionados o mapeamento dos padrões e níveis hierárquicos dos manguezais, sob uma visão sistêmica no contexto da ecologia da paisagem. Encerramos a cronologia dos relatos constatando a importância dos manguezais deste segmento costeiro do Sudeste, em termos dos elevados valores numéricos de estoque/sequestro de carbono registrados para o solo ("standing-stock"), a biomassa aérea e a serapilheira no contexto das mudanças do clima. Todos os estudos contaram com Auxílios à Pesquisa e Bolsas de aperfeiçoamento, mestrado e doutorado, aprovadas pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico - CNPq, Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior - CAPES, Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo - FAPESP e Small Grants Fund da Convenção de Ramsar, cujos auxílios são destinados à conservação e uso sustentável dos recursos das áreas úmidas. Palavras-chave: Brasil, Cananéia, gradiente de inundação, bosques de mangue

Introdução

Manguezal, ecossistema costeiro tropical, coloniza depósitos sedimentares formados por vasas lamosas, argilosas, arenosas ou calcáreas, ocupa a faixa do entremarés até o limite superior das preamars equinociais. O ecossistema apresenta distribuição descontínua ao longo do litoral brasileiro, do Amapá a Santa Catarina, podendo apresentar um continuum de feições a partir da linha d'água (lavado, bosque de mangue, apicum) em função do perfil da linha de costa e das frequências e amplitude das marés (Schaeffer-Novelli *et al.* 2000). A esse ambiente halófilo da zona entremarés associa-se cobertura vegetal típica, com desenvolvimento de flora especializada, caracterizada por espécies arbóreas que lhe conferem fisionomia peculiar (feição "bosque de mangue"). O subtipo bosque de franja, mais exposto às lavagens diárias pelas marés, exporta, principalmente, matéria orgânica particulada (folhas, galhos, propágulos) a ser decomposta nos corpos d'água adjacentes (rios,

estuários, baías, águas costeiras). Nas porções mais internas do manguezal, caracterizadas por depressões (subtipo bosque de bacia), ora por relevo mais elevado (feição apicum), a serapilheira tende a ser decomposta no próprio local, propiciando exportação de matéria orgânica dissolvida, de grande valor ecológico que extrapola as áreas do próprio ecossistema (Schaeffer-Novelli 2000).

O Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape abriga cerca de 50% das áreas de manguezal do Estado de São Paulo, sendo considerado um dos estuários mais conservados da costa brasileira (Almeida 2005). Durante as últimas décadas, os manguezais de Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil, têm sido amplamente estudados, com divulgação dos resultados por meio de diferentes modalidades de publicações, contribuindo para ampliar os conhecimentos sobre sua estrutura, função e serviços ecossistêmicos, divulgando maiores informações sobre os ambientes da Ilha do Cardoso e sua conectividade ecossistêmica. Os manguezais dessa importante paisagem costeira do

Sudeste brasileiro têm merecido atenção por parte da comunidade científica por mais de quatro décadas.

Área de Estudo - Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape O Sistema está localizado no extremo Sul do litoral do Estado de São Paulo, Brasil, na latitude de 25 °S (figura 1). Sua formação geomorfológica foi descrita por Besnard (1950), representando quatro diferentes cenários sobre as possíveis origens, sendo a terceira delas caracterizada pela consolidação das vasas formadas por sedimentos finos e ocupação de manguezais. Suguio & Martin (1978), descreveram a formação da planície costeira em cinco estádios, levando em consideração o nível

médio relativo do mar ao longo do tempo geológico. A origem da planície costeira com ca. de 120.000 anos A.P., marcada pelo nível do mar a 8 m acima do atual, atingia o sopé da Serra do Mar. O segundo estágio correspondeu à fase de regressão pleistocênica representado pelas cristas praias recobrendo os depósitos arenosos pleistocênicos. No terceiro estágio (17.000 anos A.P.), correspondendo ao nível do mar a 110 m abaixo do atual, com os rios da planície erodindo depósitos sedimentares da época. O quarto estágio (5.100 anos A.P.) foi marcado pela última transgressão holocênica, com o mar 4 m acima do nível atual, dando origem a um extenso sistema lagunar. Finalmente, o quinto estágio é caracterizado

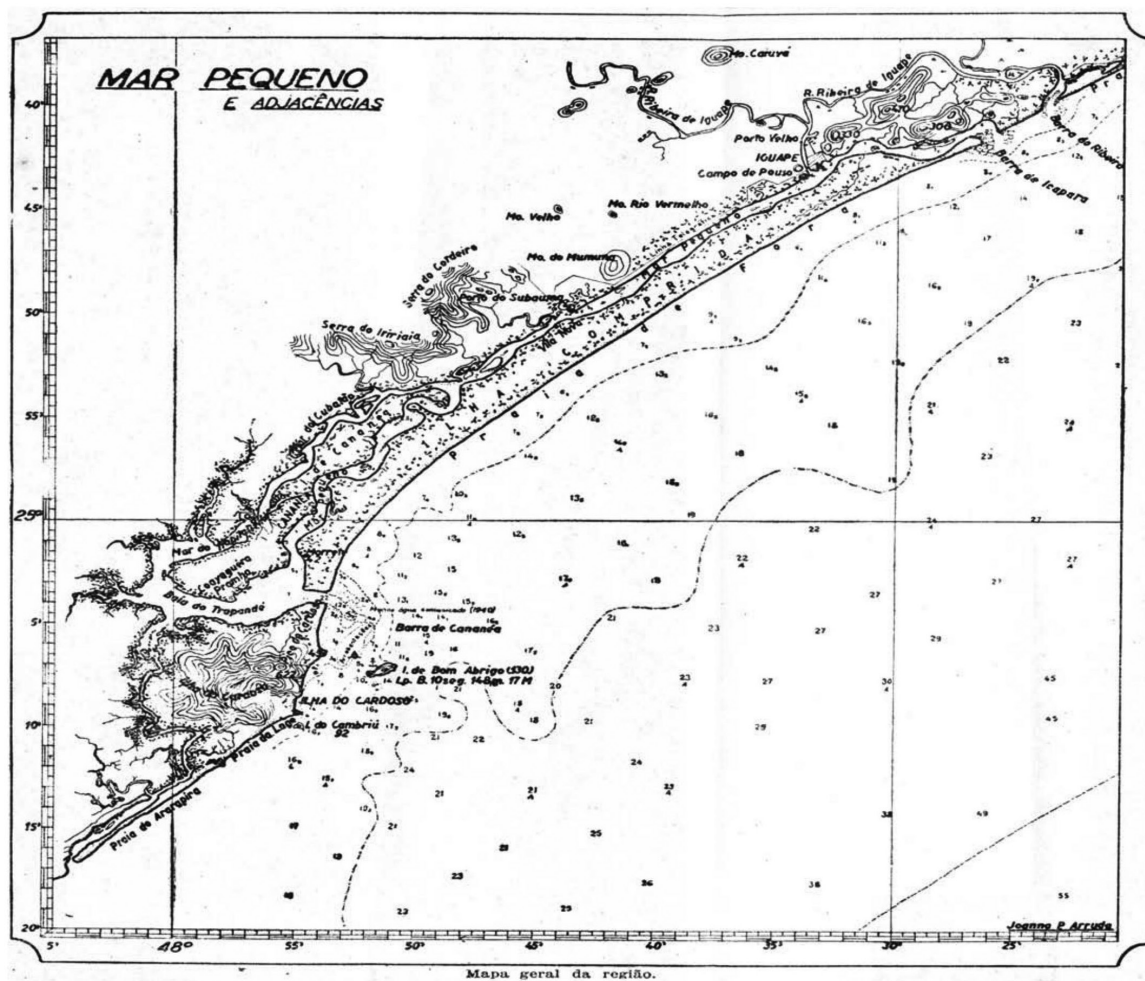


Figura 1. Esquema cartográfico com dados topográficos e batimétricos referentes ao Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape. Nota-se a presença da Ilha do Cardoso ao Sul do mapa (Besnard 1950).

Figure 1. Cananéia-Iguape Lagoon-Estuarine System map with topographic and bathymetric data. Cardoso Island at the southern part of the map (Besnard 1950).

pela estabilização no nível do mar atual, formando as cristas praias regressivas holocênicas.

O litoral Sul do Estado de São Paulo, encontra-se no Segmento VII (Cabo Frio-RJ a Torres-RS), no contexto da proposta de Schaeffer-Novelli *et al.* (1990a, b) para os manguezais brasileiros. Os manguezais do Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape estão entre as mais extensas áreas e melhor conservadas áreas remanescentes desses ecossistemas nas regiões Sudeste-Sul do Brasil.

Ainda no século XIX, a abertura do Valo Grande no baixo curso do rio Ribeira de Iguape alterou a dinâmica halina estuarina (gradientes de salinidade). A erosão das bordas desse canal artificial contribuiu com o lançamento de carga de sedimentos e volume de água doce no extremo Norte da porção estuarina - Mar Pequeno. Dentro desse Sistema Estuarino-Lagunar, a salinidade varia em função do período da maré, da descarga fluvial, do regime pluvial e da drenagem terrestre. O Valo Grande teve sua barragem construída em meados de 1978, ficando fechada até 1995. O Valo Grande, desde sua escavação, foi propositadamente fechado e reaberto algumas vezes a partir de 1995 e ainda é motivo de disputas políticas movidas por interesses diversos (Coelho-Jr 2003).

As águas estuarinas do "sistema", foram classificadas por Miranda *et al.* (1995) como parcialmente misturadas e fracamente estratificadas. Em 1995, após a reabertura da barragem, o aporte de água doce provocou mudanças no ambiente lagunar, fazendo com que o estuário se tornasse parcialmente misturado e altamente estratificado. As várias fontes de água doce são representadas por rios de pequeno porte, formados pelas nascentes que se encontram nas encostas da Serra de Paranapiacaba, que tiveram seus escoamentos superficiais (descargas) calculados por Bonetti-Filho & Miranda (1997) como sendo da ordem de $43 \text{ m}^3 \cdot \text{s}^{-1}$.

A atual planície holocênica do Sistema Estuarino-Lagunar é delimitada por pontões do complexo cristalino da Serra do Mar a NE e SW, estendendo-se oceano adentro. A planície compreende uma superfície de aproximadamente 2.500 km^2 (Suguio & Tessler 1992). A conexão com o Atlântico se fazia por três desembocaduras (barras): a de "Icapara" ao Norte, próxima a Iguape; a de "Cananéia" na porção central, ao sul da Ilha Comprida e a de "Ararapira", ao Sul da restinga do Marujá. Da Barra de Icapara à Barra de Ararapira são $119,43 \text{ km}^2$ de área, segundo Vasquez & Cunha-Lignon (2022, "pagina 51"), numa extensão

aproximada de 110 km (Adaime 1985). Atualmente, há uma quarta barra (a "Nova Barra"), aberta em 27 de agosto de 2018, após cerca de 60 anos do início de um processo erosivo na restinga do Marujá.

Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape - condições meteorológicas, hidrológicas e oceanográficas:

Precipitação: médias anuais superiores a 2.200 mm , com chuvas regulares o ano todo (média mensal acima de 200 mm); verões mais chuvosos (dezembro a abril); invernos (maio a novembro) com médias mensais acima de 80 mm (Silva 1989).

Temperatura do ar: temperatura média anual em $21,4^\circ\text{C}$, sendo fevereiro o mês mais quente (média no verão de $25,2^\circ\text{C}$); julho o mês mais frio (média no inverno de $17,7^\circ\text{C}$) e amplitude térmica anual de $7,5^\circ\text{C}$ (Wainer *et al.* 1996).

Umidade do ar: valores médios variando entre 87% e 89% (Silva 1989).

Temperatura do mar: média mensal de $27,9^\circ\text{C}$ em fevereiro e, $19,8^\circ\text{C}$ em julho (Wainer *et al.* 1996).

Marés: regime do tipo de micromarés, semidiurnas, com amplitude média de $0,81 \text{ m}$ (Mesquita & Harari 1983), chegando a $1,3 \text{ m}$ nas preamares de sizígia (Mesquita & Harari 1995). Quando das frentes frias, há empilhamento das águas no interior do estuário, levando a aumentos marcantes dos níveis ao longo dos gradientes de inundação (Coelho-Jr 1998, Coelho-Jr. 2003, Almeida 2005).

As décadas de estudo de manguezais da Ilha do Cardoso:

1ª Fase - A primeira expedição

Estudos realizados nos manguezais do Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape tiveram início em dezembro de 1978, com uma visita ao complexo costeiro por um grupo integrado pela Dra. Yara Schaeffer Novelli, a doutoranda Raquel Rothleder Adaime e o ecólogo naturalista Gilberto Cintrón, para o reconhecimento preliminar dos bosques de mangue e a escolha de locais para os primeiros estudos sobre as características estruturais e funcionais na região. Ali se iniciava um programa de pesquisa sobre o ecossistema manguezal do Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape - SELCI e, por que não dizer, dos manguezais do Brasil. A visita exploratória à SELCI dava início ao lançamento das bases do projeto, com o credenciamento da disciplina de pós-graduação "O ambiente biológico dos manguezais", junto ao Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo

(IOUSP), cujas aulas tiveram início em março de 1979, sendo ministrada até os dias de hoje.

Em 1979, tinha origem um "projeto de vida" ao qual foram se agregando jovens acadêmicos, tanto do IOUSP como de outras unidades de ensino nacionais e de outros países, que acreditavam na necessidade de conhecer a importância do ecossistema manguezal para conservá-lo. Alguns dos resultados do longo e íntimo convívio com os bosques de mangue da Ilha do Cardoso são aqui apresentados, oferecendo um enfoque muito além da dimensão unicamente científica ou acadêmica, pois também representa registros das muitas memórias. A produção científica integra inúmeros artigos, teses, dissertações, monografias, relatórios de auxílio à pesquisa e laudos.

O Parque Estadual da Ilha do Cardoso - PEIC, criado pelo Decreto nº 40.319, de 3 de julho de 1962, é uma Unidade de Conservação estadual de proteção integral, que tem como um de seus objetivos a preservação dos ecossistemas em seu território - Mata Atlântica, Restingas, Praias, Costões Rochosos e Manguezais, com suas respectivas floras, faunas e microrganismos.

Os estudos desenvolvidos no SELCI contaram com o imprescindível apoio logístico proporcionado pelos servidores da Base Oceanográfica (Dr. João de Paiva Carvalho) do IOUSP, localizada na Ilha de Cananéia, e daqueles do CEPARNIC - Centro de Pesquisas Aplicadas e Recursos Naturais da Ilha do Cardoso, área do Parque Estadual da Ilha do Cardoso. Naquele final de 1978, nosso guia pelo estuário de Cananéia foi o Sr. Pérsio Pascoal Pereira, servidor da Base Sul do IOUSP, apoio técnico imprescindível que se seguiu durante as várias décadas envolvendo outros servidores, como Clóvis Ribeiro Xavier, João Claudino Xavier, Umberto Dino Dias, José Roberto Marques, "Zeca", entre tantos outros.

Por ocasião do primeiro périplo pela região sul do SELCI, desembarcamos na Ilha do Cardoso próximo à desembocadura do rio Perequê, na praia junto à sede do CEPARNIC. Na breve parada na praia, conhecemos as biólogas Elizabete Aparecida Lopes e Deomar A. De Grande, do Instituto de Botânica do DEPRN - Departamento Estadual de Recursos Naturais, que moravam em condições franciscanas em um dos alojamentos do CEPARNIC. Com a Beth, eu Yara, seguí tendo encontros ao longo dos anos, em função dos trabalhos de pesquisa e da minha função de Coordenadora da CINP - Coordenadoria de Informações Técnicas, Documentação e Pesquisa Ambiental, de 1992 a 1995, na Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo.

Ainda em dezembro de 1978, depois do rio Perequê, chegamos à barra do rio Sítio Grande, dominada por *Rhizophora mangle* L. (mangue-vermelho) navegando de canoa até o seu alto curso, chegamos a um ambiente arenoso dominado por *Laguncularia racemosa* (L.) Gaertn.f. (mangue-branco arbóreo). Seguimos no reconhecimento da Ilha do Cardoso, adentrando o Canal de Arapira até o rio Tapera, já próximo à restinga do Marujá (figura 2). No Tapera, chamou atenção o bosque monoespecífico de mangue-branco do subtipo arbustivo. Entretanto, devido ao longo percurso da Baía do Trapandé até o Marujá, o consumo de combustível se mostrava praticamente impeditivo de incluí-lo nos estudos. Decidimos optar, naquele momento, pelos bosques dos rios Perequê, Sítio Grande e "Cardoso", como áreas prioritárias aos estudos que viriam a ser desenvolvidos (figura 3).

Desde os primeiros anos de pesquisa, a metodologia de trabalho nos manguezais seguiu as orientações recebidas de Gilberto Cintrón-Molero (pesquisador do departamento de Recursos Naturales - DRN, Puerto Rico, Área de Investigaciones Científicas), de acordo com o que se aplicava no estudo dos manguezais do Caribe, passando as mesmas, mais tarde, a constar das publicações de Cintrón & Schaeffer-Novelli (1984) e Schaeffer-Novelli & Cintrón-Molero (1986), voltadas aos estudos de estrutura, função e flora do ecossistema manguezal.

2ª Fase - Os estudos pioneiros dos manguezais de Cananéia

Adaime (1985, 1987) teve pioneirismo no Brasil, por adotar metodologia padronizada (UNESCO, 1984). Nesta metodologia foram incluídos os métodos que já vinham sendo aplicados sob a orientação de Cintrón-Molero. Os estudos desenvolvidos por Adaime (op cit), a partir de 1979, durante cinco anos, versaram sobre o estabelecimento de parcelas com dimensões consideradas representativas para caracterização de estrutura e função da cobertura vegetal dos diferentes bosques de mangue; taxas da produção de serapilheira; decomposição de material foliar (inverno e verão) expostos a diferentes condições ambientais (solo do bosque e infralitoral); estações fixas durante um ciclo completo de maré (inverno e verão), para monitoramento do transporte de material orgânico particulado e dissolvido na coluna d'água, na desembocadura da Gamboa Nóbrega, contribuindo para a compreensão da dinâmica de transporte (exportação) da serapilheira do manguezal para o estuário.

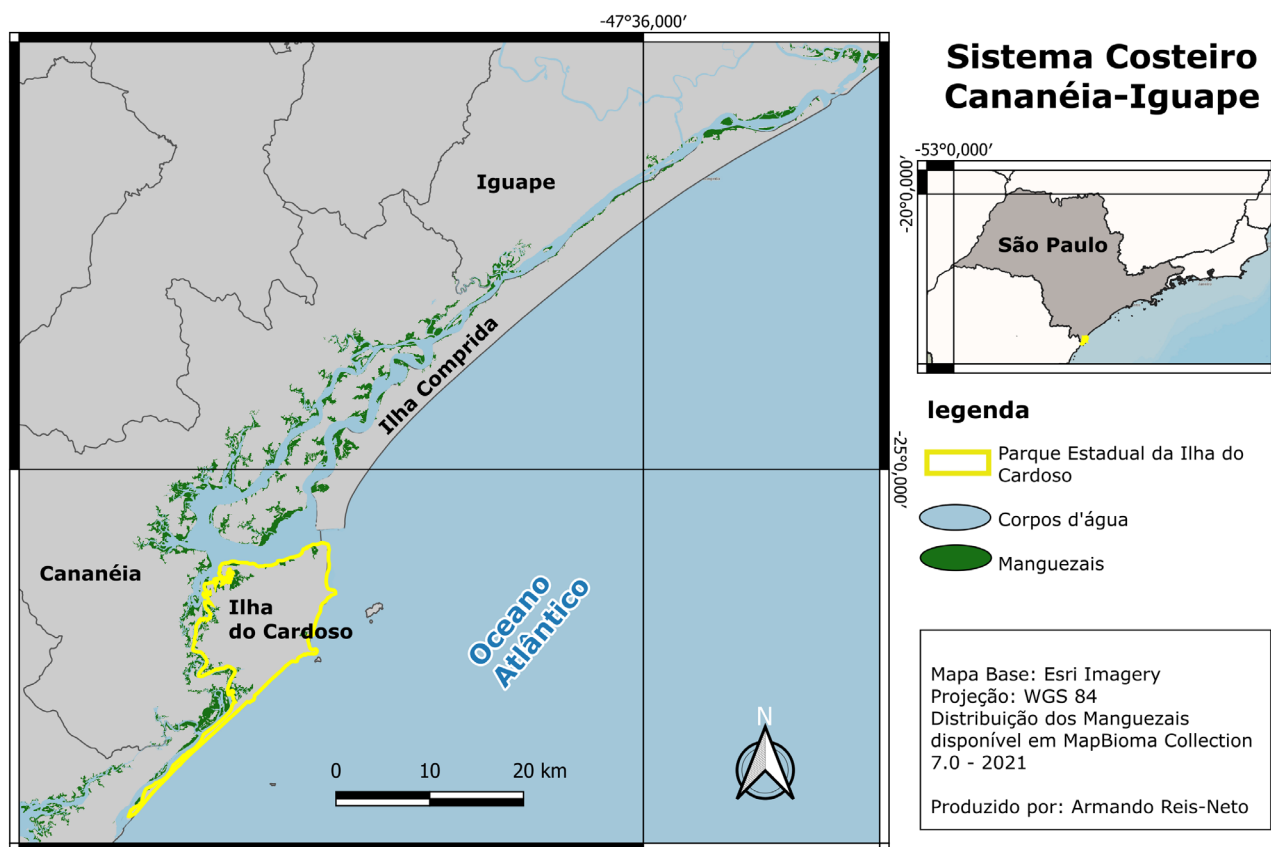


Figura 2. Distribuição dos manguezais no Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape e a Ilha do Cardoso.

Figure 2. Mangrove distribution at Cananéia-Iguape Lagoon-Estuarine System and Cardoso Island.

Schmidt (1988), com formação de farmacêutica e bioquímica, utilizou a coleção de amostras de serapilheira coletadas por Adaime (1985) para realizar experimentos de decomposição foliar, analisando os teores de C/N durante o processo de decaimento nutricional das folhas das três supracitadas espécies vegetais típicas de mangue: mangue-branco, mangue-vermelho e o mangue-preto (*Avicennia schaueriana* Stapf and Leechman). Cabe destacar que Adaime (1985) assinalava que os experimentos realizados no inverno apresentavam decaimento nutricional bem mais lento que os realizados no verão.

Durante a cinética de decaimento nutricional (decomposição foliar), os teores de nitrogênio aumentaram durante os 30 dias iniciais do experimento, diminuindo após os 60 dias. Esse comportamento foi justificado pela agregação de bactérias e de outros pequenos organismos decompositores (incorporação de proteína animal durante o processo de decomposição do material vegetal) (Schmidt 1988).

Quanto aos aspectos funcionais dos manguezais de Cananéia, foram caracterizadas a produção, a

decomposição e os teores nutricionais do material foliar e da biomassa subterrânea (Adaime 1985, Schmidt 1988, Menezes 1994, Louro *et al.* 1994).

A biomassa subterrânea, considerando as raízes das duas espécies típicas de mangue, o vermelho e o branco, foi alvo de estudos conduzidos por Louro *et al.* (1994), que observaram maiores valores de biomassa nos sedimentos ricos em matéria orgânica, silte e argila (dominados pelo mangue-vermelho), e menores valores relacionados aos sedimentos arenosos, pobres em matéria orgânica (dominados pelo mangue-branco).

Menezes (1994), estudou o bosque de mangue da margem esquerda do rio Perequê e o manguezal do rio Sítio Grande, caracterizando em ambos os bosques: estrutura e função, taxas de produção da serapilheira, experimentos de decaimento foliar em diferentes tipos fisiográficos da cobertura vegetal (bosques tipo franja e tipo bacia).

Importante mencionar os experimentos pioneiros de Menezes (1994) sobre decomposição de folhas das três espécies típicas de mangue do Sudeste/Sul

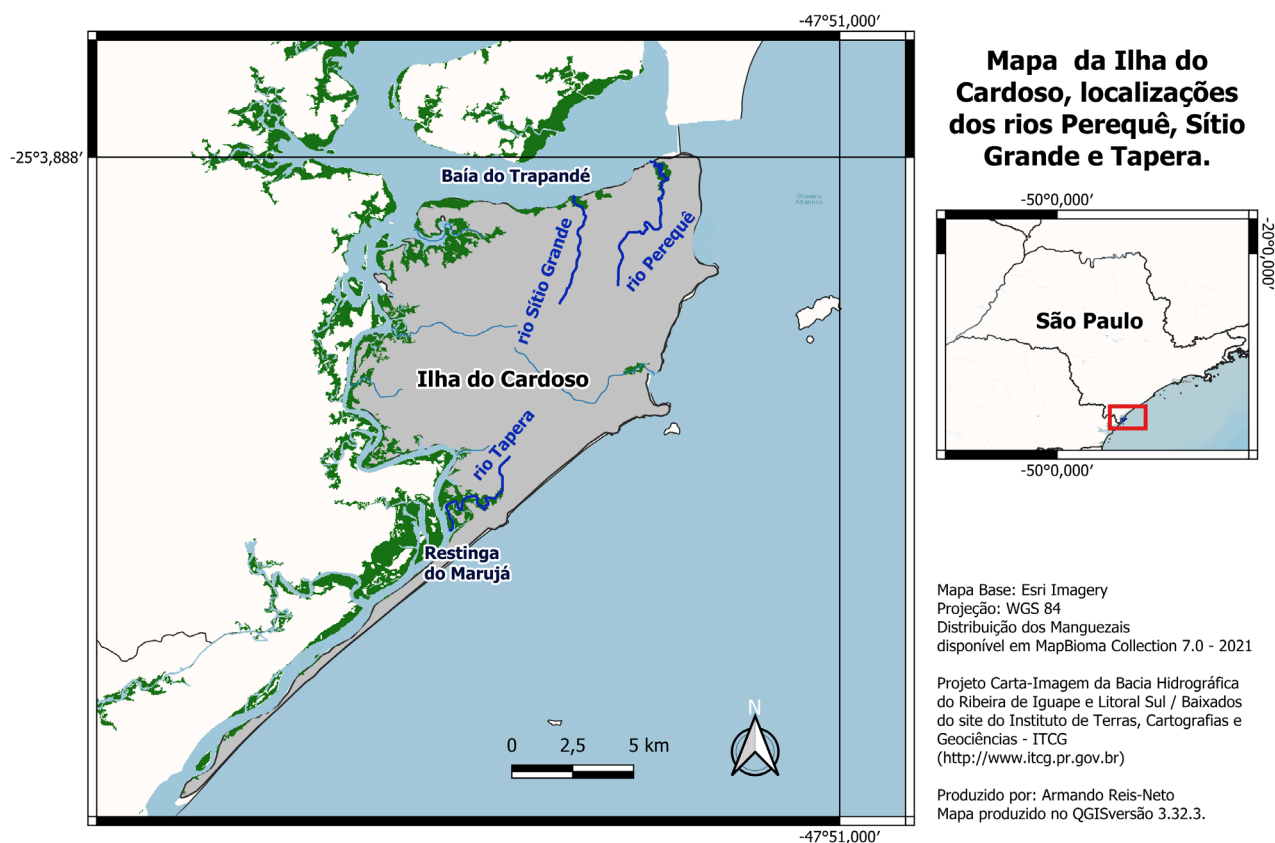


Figura 3. Mapa da Ilha do Cardoso indicando a Baía do Trapandé, os rios Perequê e Sítio Grande e a restinga do Marujá com o rio Tapera.
 Figure 3. Cardoso Island map showing Trapandé Bay, Perequê and Sítio Grande rivers, and the Tapera river at Marujá restinga (sandbank vegetation).

do Brasil, ao registrar as taxas de decomposição do material foliar sobre a superfície do sedimento do bosque (submersão parcial), quatro vezes mais lenta que em pontos submersos (infralitoral do ambiente estuarino).

Em outubro de 1983, ocorreu derramamento de óleo afetando o manguezal da bacia hidrográfica do rio Iriri, Canal de Bertioga, Baixada Santista. A Dra. Yara Schaeffer-Novelli foi nomeada Perita Judicial para assessorar o Meritíssimo Juiz da Ação Civil Pública na avaliação de danos ambientais. À época, esse mister inaugurava a aplicação da avaliação de impacto ambiental, instituída pela Política Nacional do Meio Ambiente (Lei Federal. nº 6.938/81, recém regulamentada em 1983), requerendo o estabelecimento de uma área-controle, utilizada como referência para área atingida pelo óleo.

No início de 1984, em virtude do bom estado de conservação, o bosque de mangue da margem esquerda do rio Perequê foi escolhido para realizar vários registros de experimentos. Assim, foram estudadas as características e as respostas de uma

área não impactada por óleo, inclusive, para testar referências da literatura especializada sobre óleo em manguezais, como desfolhamento (manual) de quatro indivíduos de mangue-vermelho, com classes diamétricas similares, procedendo-se a retirada de todas as folhas (dois indivíduos), e outro experimento, com desfolhamento, porém, deixando os brotos apicais (dois indivíduos). Em outro estudo, acompanhamos as taxas de crescimento dos rizóforos e das densidades de plântulas, dinâmica e taxas de crescimento do mangue-vermelho nos primeiros 12 (meses) de crescimento. Esses experimentos foram desenvolvidos em áreas naturais, sob o dossel; e em áreas abertas de clareias (gaps), sem cobertura de dossel (Schaeffer-Novelli 1986).

3ª Fase - Breve histórico sobre as Linhas de Ação em Botânica/CNPq

Em 1987, já se passava quase uma década do início dos estudos sobre os manguezais do Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape, incluindo os bosques de mangue da Ilha do Cardoso. A essa altura

das pesquisas, o grupo do Laboratório Bioma/IOUSP contava com grande colaboração dos biólogos Luís Claudio Silva Peria, Raquel Rothleder Adaime, Tânia Maria de Camargo, Isabel dos Anjos Louro, Gisela Vianna Menezes e do oceanólogo Márcio Lourenço Gomes.

O potencial desses bosques e a infraestrutura do CEPARNIC para hospedar os pesquisadores facilitou a indicação do bosque de mangue do rio Perequê ao CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico como uma das quatro áreas-piloto brasileiras para estudo dos manguezais no contexto das Linhas de Ação em Botânica/CNPq. Em 1987, o CNPq, sob a coordenação de Eliana Nogueira e Therezinha S. Melhem, induziu, na área da Botânica, projetos considerados prioritários aos biomas Pantanal, Mata Atlântica, Restinga e Manguezal, com objetivo de promover levantamentos da vegetação com o desenvolvimento de estudos florísticos e fitossociológicos, por meio de áreas-piloto nos respectivos biomas. Foram nomeados pelo CNPq os coordenadores nacionais para cada um dos biomas, enquanto eram estabelecidas as áreas-piloto representativas no País, e se padronizavam as metodologias para estudo destes.

Para o ecossistema manguezal foram estabelecidas quatro áreas-piloto - os bosques de mangue da Estação Ecológica de Maracá-Jipiôca (Amapá, 2°09'N); o manguezal do rio Paripueira, Ilha de Itamaracá (Pernambuco, 8°03'S); o bosque de mangue do rio Perequê, Ilha do Cardoso (São Paulo, 25°01'S) e os manguezais do rio Tavares, Ilha de Santa Catarina (Santa Catarina, 27°36'S). Cada uma das áreas-piloto recebeu recursos do CNPq, como bolsas e auxílios à pesquisa, incluindo o auxílio financeiro necessário à realização da Expedição Nacional à Estação Ecológica de Maracá-Jipiôca, no Amapá, realizada em outubro/novembro de 1988 (Schaeffer-Novelli *et al.* 1988).

Os estudos integrados desenvolvidos a partir de 1987 sobre o bosque de mangue da margem esquerda do rio Perequê tiveram por unidade espacial uma transversal com mais de 100 metros que se prolongava desde a franja do bosque de mangue até o ecótono entre os ecossistemas manguezal-restinga (sobre duna de areia), representado pela presença do mangue-de-botão (*Conocarpus erectus* L.). A ocorrência do mangue-de-botão mereceu atenção especial da pesquisadora Dra. Ana Maria Giulietti (Departamento de Botânica, Instituto de Biociências da USP), ao expandir o limite sul de ocorrência da espécie para

a latitude de 25 °S. A Dra. Giulietti, à época, estava como responsável pela identificação das espécies vegetais no projeto do CNPq para o manguezal (sob a coordenação de Yara Schaeffer-Novelli e Luiz Claudio da Silva Peria). Também estiveram presentes integrantes da equipe da Ficologia do Instituto de Botânica da Secretaria do Meio Ambiente do Estado de São Paulo, coordenada pela Dra. Marilza Cordeiro-Marino. O projeto na Ilha do Cardoso foi desenvolvido com sucesso entre 1987 e 1991.

4ª Fase - A "Transversal Cardoso"

O vasto acervo sobre a dinâmica dos fatores abióticos reguladores dos processos hidrográficos, meteorológicos e oceanográficos, conduziu a estudos mais específicos, especialmente sobre as variáveis estruturais, ecológicas, dinâmicas e de biodiversidade dos manguezais do SELCI.

A cobertura vegetal dos manguezais da região é formada por bosques mistos (mangue-branco, mangue-vermelho e mangue-preto) ou monoespecíficos de mangue-branco ou de mangue-vermelho (Schaeffer-Novelli *et al.* 1990b, Coelho-Jr. 1998). O desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue e seus diferentes tipos fisiográficos haviam sido descritos por Adaime (1985, 1987), Peria *et al.* (1990) e Menezes (1994). A partir daí, os estudos ganharam robustez nos trabalhos de Coelho-Jr. (1998), Almeida *et al.* (2000) e Cunha-Lignon (2001) ao incluírem o detalhamento sobre a dinâmica estrutural dos bosques de mangue sob a influência das marés.

Em 1991, teve início um novo campo de estudos, mais amplo, focando o gradiente ambiental em manguezal localizado na porção Norte da ilha, em contato com a Baía do Trapandé (Mar de Cananéia). Na localidade conhecida por "Cardoso", foi traçada uma transversal para caracterizar o desenvolvimento estrutural do bosque de mangue ao longo do gradiente de salinidade, frequência de inundação, dinâmica de plântulas, dentre outros (Coelho-Jr. 1998, 2003). Nos anos que se seguiram, a "Transversal Cardoso", como foi denominada (figura 4), recebeu estudos sobre produtividade de serapilheira e dinâmica de tocas de *Ucides cordatus* (Almeida 2005), distribuição de Teredinidae (Moraes *et al.* 2015) e de foraminíferos (Semensatto *et al.* 2008), dentre outros.

Para descrever a zonação dos manguezais da Ilha do Cardoso, Coelho-Jr. (1998) traçou uma transversal de 340 metros, ao longo do gradiente de inundação pelas marés, com orientação 180° (Sul), localizada no Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC). A

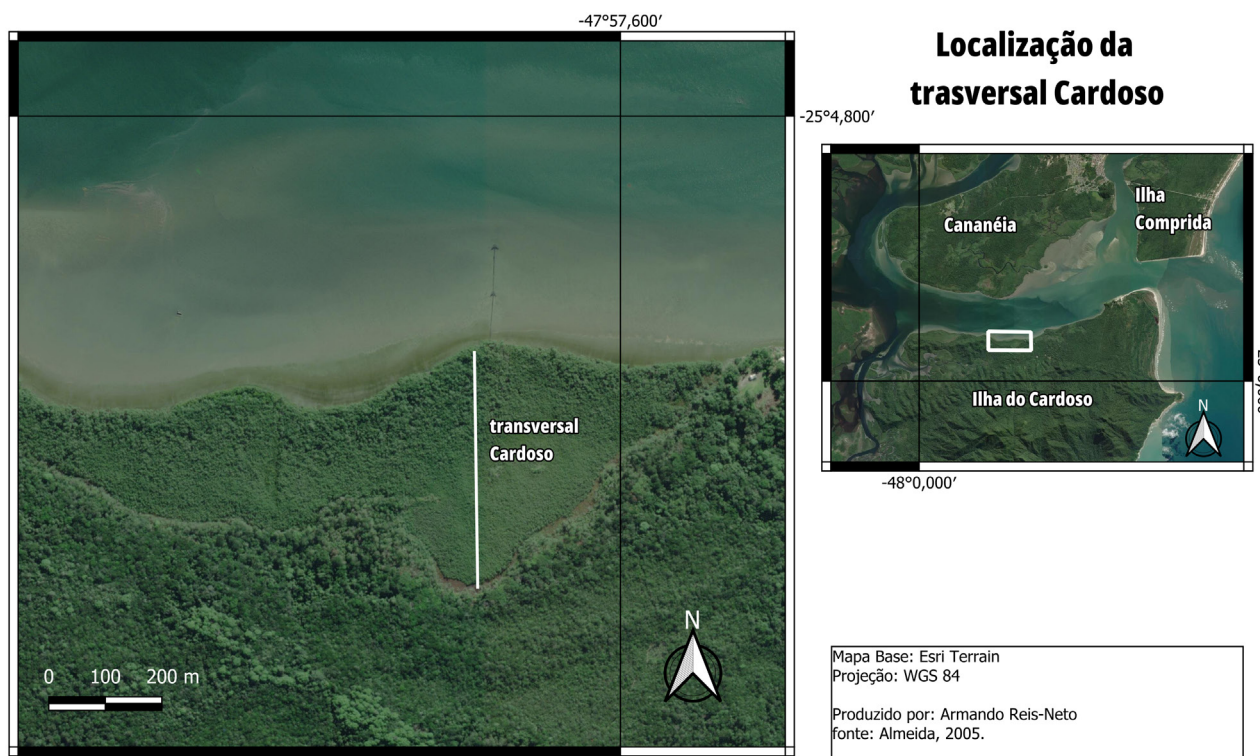


Figura 4. Mapa com a localização da "Transversal Cardoso". Escala aproximadas 1:120.000 e 1:8.000 (adaptada de Almeida 2005).

Figure 4. Map showing the "Cardoso Transect" site. Proxi-scales 1:120,000 and 1:8,000 (adapted from Almeida 2005).

"Transversal Cardoso" tem início na margem do bosque de mangue com a Baía de Trapandé, cruza toda cobertura vegetal do manguezal, passando pelo bosque de bacia até finalizar num ecótono que marca o limite entre os ecossistemas manguezal (ambiente costeiro) e a restinga (ambiente terrestre).

Na margem com a Baía do Trapandé, a cobertura vegetal é dominada, em quase toda extensão da franja, por indivíduos bem desenvolvidos de mangue-vermelho, tanto em densidade quanto em área basal. Entretanto, nas faixas mais internas desses bosques (bosques de bacia, dos 40 m aos 60 m), a espécie de mangue-preto tem grande contribuição no desenvolvimento de área basal, com indivíduos com classes diamétricas superiores a 10 cm. A parte mais interior foi descrita por Coelho-Jr. (1998), como um bosque bastante "retorcido", com menor desenvolvimento estrutural, mas ainda dominado por mangue-vermelho, com presença de indivíduos de mangue-branco. Enquanto na franja o sedimento é predominante lamoso, com maior concentração de nutrientes em função do maior gradiente de inundação, na parte interna da transversal o substrato torna-se mais arenoso, com baixa frequência de inundação e pobre em nutrientes.

Segundo Coelho-Jr. (1998), ficou evidente a heterogeneidade quanto ao desenvolvimento estrutural do bosque (franja, bacia, ecótono) e a distribuição das espécies vegetais ao longo da transversal, ao longo do gradiente de inundação pelas marés. Embora tenham sido amostradas espécies de mangue-branco e mangue-preto, a espécie dominante foi o mangue-vermelho em praticamente toda extensão da transversal.

A zonation horizontal é uma resposta sucessional adaptativa das espécies típicas de mangue ao gradiente ambiental, conferindo características fisionômicas (arquitetônicas), peculiares dos bosques de franja e bacia. O gradiente de inundação determina um padrão horizontal, tendo a drenagem terrestre (*runoff*) como fator regulador da salinidade no bosque de bacia próximo ao ecótono com a restinga. Nas zonas com menor frequência de inundação, baixa salinidade e pobre em nutrientes, o crescimento das espécies arbóreas é inibido, conferindo característica arbustiva. Em contrapartida, o maior desenvolvimento estrutural foi observado em áreas com maior frequência de inundação e sedimentos predominantemente lamosos, ricos em matéria orgânica, fósforo, nitrogênio e potássio (Coelho-Jr. 2003).

Coelho-Jr. (2003) ampliou seus estudos na transversal Cardoso, monitorando a dinâmica de plântulas e jovens das três espécies típicas de mangue. O mesmo autor concluiu que o sucesso de colonização por mangue-vermelho nos bosques de bacia, próximo a transição com a terra firme, decorre das características morfológicas dos propágulos, com grande reserva nutritiva, dispersão em vasta área facilitada pelas amplitudes das marés de sizígia e pela baixa salinidade intersticial na porção mais interna do manguezal, com forte influência da drenagem terrestre, oriunda de uma vegetação de restinga bastante preservada (figura 5).

A presença da vegetação de terra-firme (restinga) mantém os fluxos de drenagem terrestre, permitindo a diluição dos sais presentes no sedimento em áreas com menor frequência de inundação pelas premares, sendo fator limitante para o ecótono entre os ecossistemas manguezal e restinga. Essa faixa, que separa o bosque de mangue e a vegetação de restinga, é colonizada por espécies com baixa tolerância a salinidade, como a samambaia-do-mangue (*Achrostichum aureum*) e o algodoeiro-da-praia (*Hibiscus pernambuscensis*), além de algumas espécies de ciperáceas, constituindo uma ótima área bioindicadora das mudanças do clima e da elevação do nível médio relativo do mar, funcionando como corredor de fluxos energéticos entre os ambientes terrestre e marinho (Coelho-Jr. 2003).

Os estudos desenvolvidos por Coelho-Jr (1998, 2003), na transversal Cardoso alavancaram outras abordagens, permitindo ampliar a compreensão do funcionamento do ecossistema de forma integrada. Almeida (2005) demonstrou que a produção de serapilheira era decrescente ao longo da transversal Cardoso, respeitando os diferentes gradientes impostos pela frequência de inundação, como descrito em Coelho-Jr. (2003).

A densidade de tocas do caranguejo-uçá (*Ucides cordatus*) foi alvo de monitoramento por Almeida (2005), tendo sido possível observar: (1) crescente adensamento de tocas ao longo da transversal, em direção à terra firme; (2) distribuição de tocas não sendo estática ao longo do tempo, pois há deslocamentos estacionais dos indivíduos, relacionados ao ciclo reprodutivo e à ecdise; e, (3) os caranguejos de maior tamanho estão predominantemente presentes na franja do bosque.

A combinação dos componentes serapilheira e caranguejos permitiu avaliar as taxas de remoção foliar pelo caranguejo-uçá, tendo sido demonstrado

que significativa porção de folhas marcescentes caídas sobre o sedimento ("standing stock") podem ser levadas pelos caranguejos ao interior de suas tocas, especialmente na franja. Em outras palavras, isso significa que componentes biológicos podem reter considerável fração da serapilheira dentro do próprio ecossistema, diminuindo a quantidade de material foliar para ser exportado pelas marés. Portanto, os resultados destacaram a importância dessa espécie de caranguejo na ciclagem de nutrientes no ambiente de manguezal.

A Transversal Cardoso, como plataforma de trabalho, estimulou outros pesquisadores a acrescentar estudos sobre ocorrência e recrutamento larval das espécies de Teredinidae (Mollusca, Bivalvia), *Nausitora fusticula* e *Bankia fimbriatula* no manguezal e de *Bankia gouldi*, *Lyrodus floridanus* e *Bankia fimbriatula* no infralitoral (Moraes *et al.* 2000, 2015). Foram instalados coletores laminados de madeira de pinho em três estações dentro do bosque de mangue (transversal) e em um ponto (estação) localizado no infralitoral, monitorado ao longo de 12 meses. A colonização dos substratos por larvas de teredinídeos ocorreu após quatro meses nos coletores instalados sob maior frequência de inundação. Entretanto, foram necessários oito meses para que colonizassem os locais sob menor inundação (interior do bosque de mangue). No infralitoral, os coletores estavam consideravelmente colonizados após quatro meses. Os Teredinidae são bivalves especializados na perfuração e digestão de madeira, ocorrendo abundantemente nos manguezais, onde encontram farto substrato, sendo importantes na cadeia detritívora (ciclagem de nutrientes) do ecossistema manguezal (Moraes *et al.* (2000, 2015).

Outro importante estudo realizado na transversal "Cardoso" foi o de Semensatto-Jr. *et al.* (2008). Esses autores definiram duas associações de foraminíferos: na chamada "planície lamacenta inferior", que se projeta nos primeiros 100 m em direção à terra firme com maior salinidade e maior frequência de inundação. Trata-se de ambiente caracterizado por maior diversidade e equitabilidade de foraminíferos, embora dominado por *Arenoparrella mexicana* e *Trochammina inflata*. Já a "planície arenosa superior", faixa entre 240 m até 340 m em relação a Baía de Trapandé, com menores salinidade e frequência de inundação, apresentou uma associação dominada pelas espécies *T. inflata* e *Miliammina fusca*. Cabe destacar que espécies de foraminíferos são boas indicadoras biológicas da variação do nível médio relativo do mar (Semensatto-Jr. *et al.* 2008).

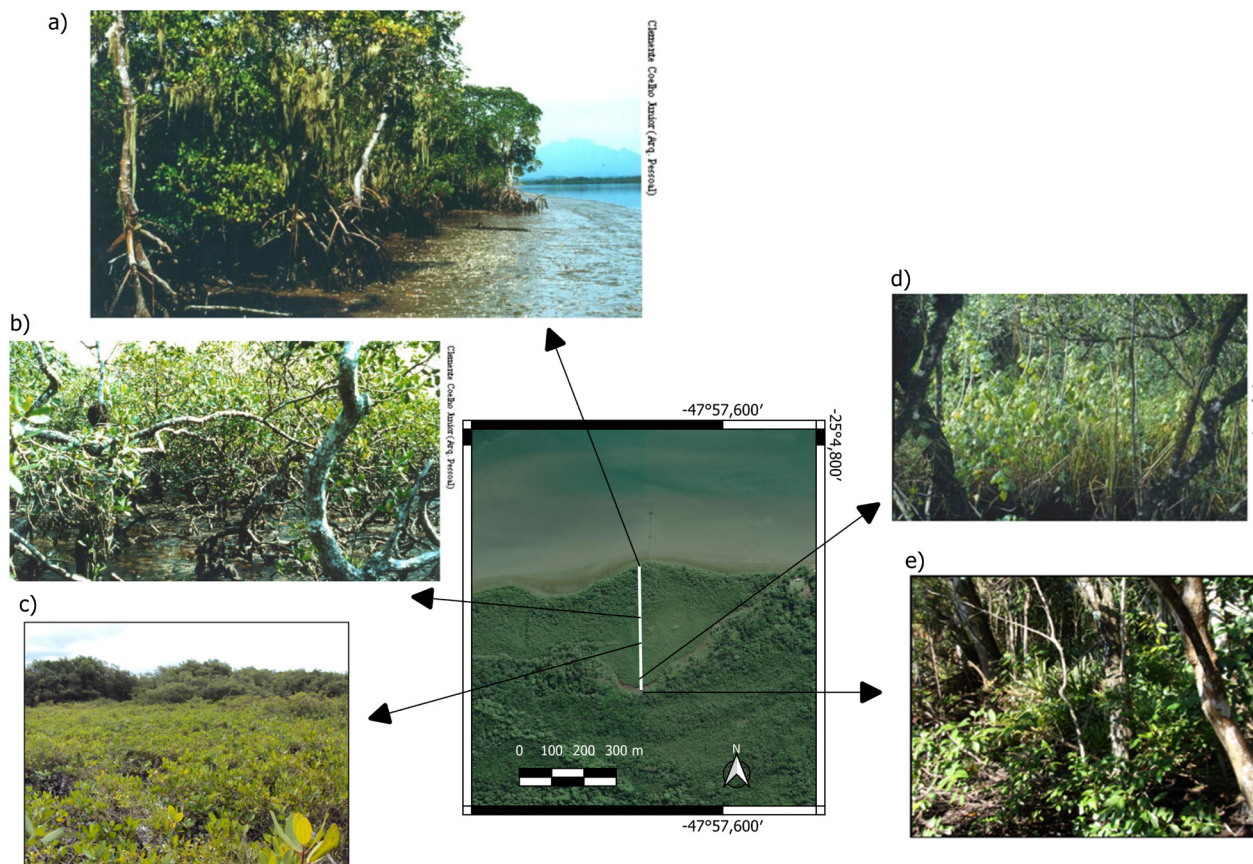


Figura 5. Representação iconográfica da zonação horizontal ao longo da "Transversal Cardoso": a) Bosque de franja, dominado por mangue-vermelho (Coelho-Jr 2003). b) Interior do bosque de bacia, detalhe da arquitetura (Coelho-Jr 2003). c) Feição arbustiva do bosque de bacia, altura média de 1,3 m (Santos 2014). d) Ecótono entre os ecossistemas manguezal-restinga, dominado por samambaia-do-mangue e algodoeiro-de-praia (Coelho-Jr 2003). e) Ecótono entre os ecossistemas manguezal-restinga-mata atlântica (Santos 2014).

Figure 5. Iconographic representation of the Horizontal zonation along the "Cardoso Transect": a) Fringe mangrove, dominated by the red mangrove (Coelho-Jr 2003). b) Basin mangrove interior, architecture view. c) Bushy feature of the basin forest, with 1.3 m average height (Santos 2014). d) Ecotone between mangrove-restinga (sandbank vegetation) ecosystems, dominated by *Achrosticum aureum* and *Hibiscus pernambucensis* (Coelho-Jr 2003). e) Ecotone mangrove-restinga (sandbank vegetation)-Atlantic Forest ecosystems (Santos 2014).

Considerações finais

A organização hierárquica do ecossistema manguezal - Santos (2014) aplicou à "Transversal Cardoso" o modelo de organização hierárquica (Schaeffer-Novelli *et al.*, 2000, 2005). A figura 6 representa os níveis hierárquicos do ecossistema manguezal propostos por Schaeffer-Novelli *et al.* (2000, 2005), na interpretação de Santos (2014).

O desenvolvimento espaço-temporal de bosques de mangue, no SELCI, foi estudado no contexto da ecologia da paisagem, com ênfase nos níveis hierárquicos *Stand* (unidade da paisagem) e *Site* (bosque ou parcela). No nível *Stand*, o tratamento de fotografias aéreas com o uso de Sistema de Informação

Geográfica (SIG) indicou variação espacial distinta em duas áreas de estudo no Mar de Cananéia, em intervalo temporal de 16 anos (Cunha-Lignon 2005). No nível *Site* os bosques de mangue adjacentes ao Mar de Cananéia e a Baía do Trapandé foram monitorados durante dois anos (2002-2004), com parcelas fixas, fornecendo informações sobre o desenvolvimento espaço-temporal na Ilha do Cardoso.

Na figura 7, é possível visualizar dois tipos de bosques de mangue: franja e bacia, e o subtipo arbustivo (descritos por Schaeffer-Novelli *et al.* 2000, Coelho-Jr 1998, 2003). Nesse mapeamento, Santos (2014) adotou a cor verde para representação gráfica zonal dos diferentes tipos de bosque de mangue. Nessa escala hierárquica é possível a diferenciação

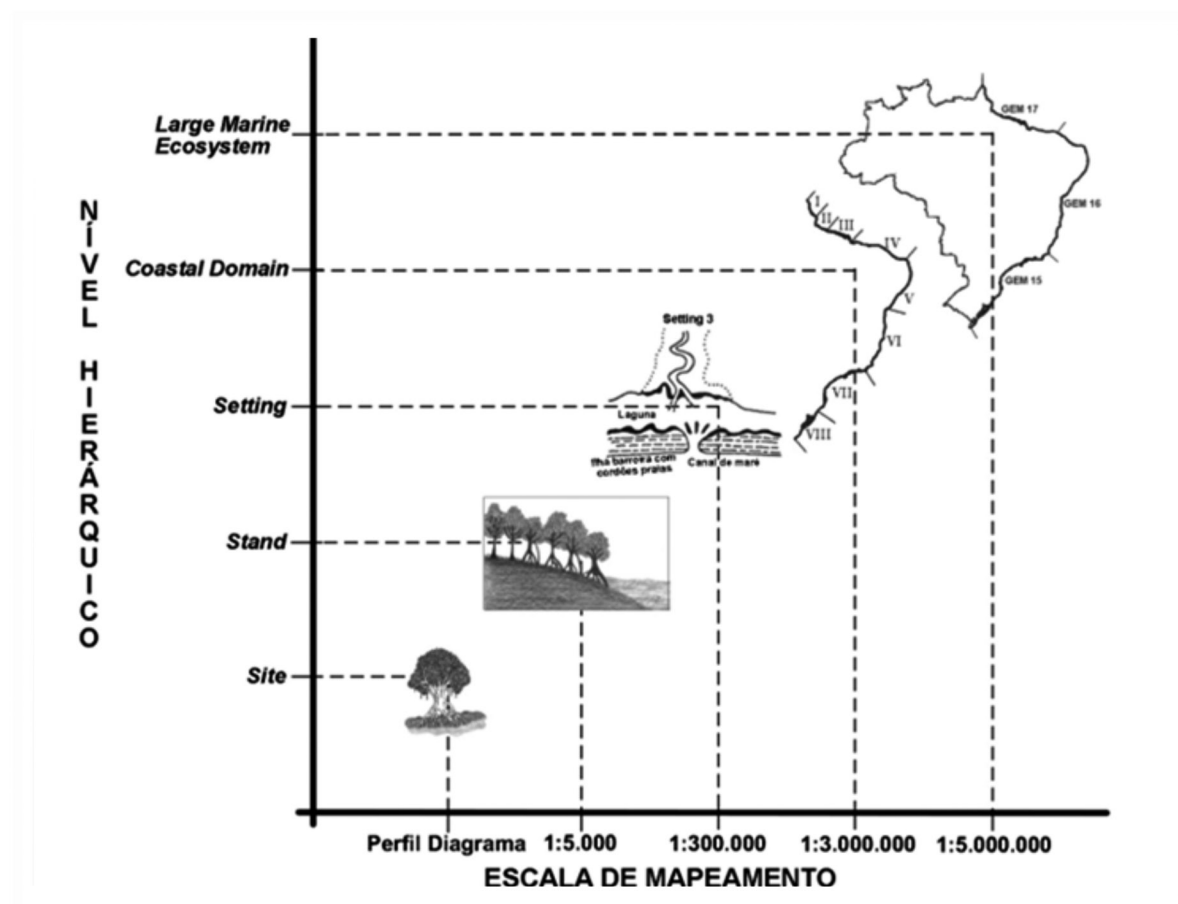


Figura 6. Grandes Ecossistemas Marinhos (Large Marine Ecosystems), diretamente relacionados aos Domínios Costeiros (Coastal Domain), correspondendo aos grupos de tipologias costeiras Geossistemas (Setting) e Geofácies (Stand). O nível de maior detalhe de estudo é a parcela ou Geótopo (Site), representando os padrões (tipos e subtipos) dos bosques de mangue (figura adaptada de Schaeffer-Novelli *et al.* 2000 e legenda, adaptada de Santos (2014),).

Figure 6. Large Marine Ecosystems are directly related to the Coastal Domains, and this one is related to the settings and then stands, and the more accurate study sight is the Site, that represent's mangrove patterns: types and subtypes (figure adapted from Schaeffer-Novelli *et al.* 2000, and the legend adapted from Santos 2014).

dos tipos de bosques de mangue, adotando tonalidade de verde mais escuro representando o bosque tipo franja, tonalidade intermediária para tipo bacia e tonalidade mais clara para o arbustivo, diferenciando destarte os três tipos encontrados nesse recorte espacial.

Os resultados dos estudos realizados desde 1978, sobre os mais variados aspectos estruturais e funcionais do ecossistema manguezal da região, foram produzidos em diferentes escalas espaciais e temporais de observação. Em cada migração entre escalas nos deparamos com novos processos e demandas de estudo, influenciadas pelas técnicas e estratégias de amostragem.

Manguezais, mudança do clima e CO₂ - Nos últimos anos, tem sido dada maior atenção à conservação

dos manguezais em reconhecimento aos serviços ecossistêmicos prestados, destacando-se a capacidade de sequestrar e fixar CO₂ do ar atmosférico:

"Os manguezais auxiliam na estabilização da linha de costa, evitando erosão e podem reduzir o impacto de tsunamis e furacões. São considerados berçários marinhos por servirem como áreas de reprodução, abrigo, alimentação e desenvolvimento para diferentes espécies animais, além de serem utilizados como locais de descanso e forrageio para aves migratórias. Fornecem detritos orgânicos e material orgânico dissolvido para as cadeias tróficas costeiro-marinhas ao abrigar a ciclagem de nutrientes. Funcionam como filtros biológicos para os resíduos provenientes das

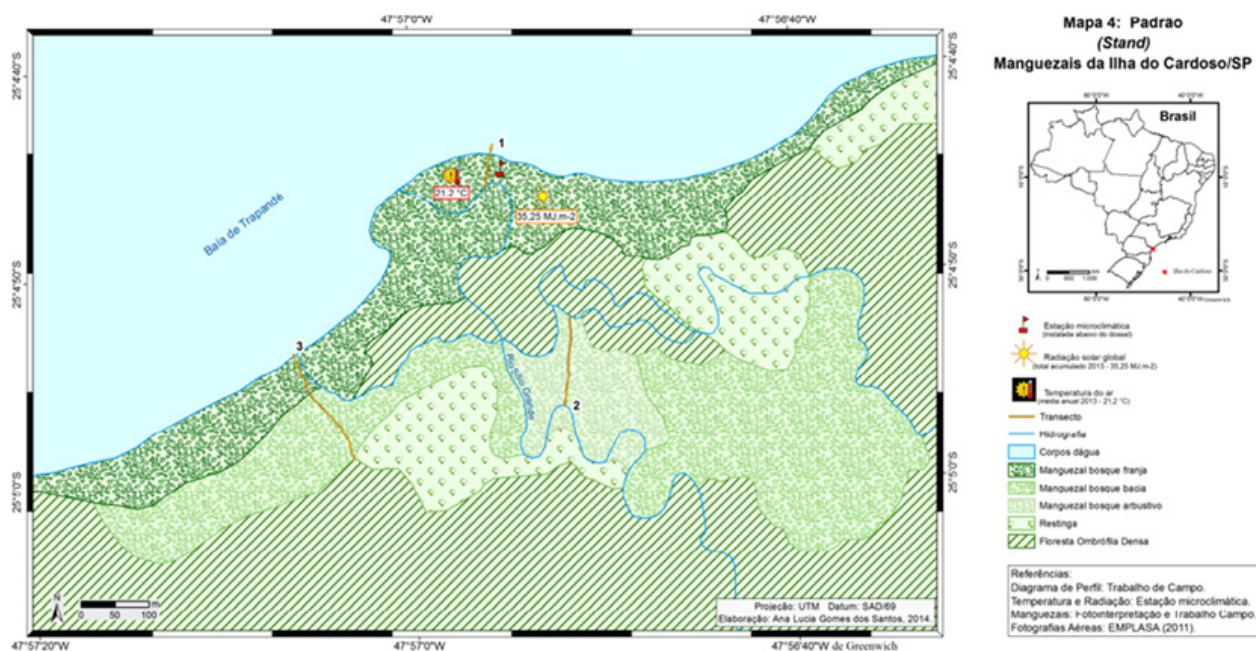


Figura 7. Mapa da Ilha do Cardoso, mostrando a "Transversal Cardoso" (linha 3) junto à Baía do Trapandé, com representação em tons de verde para os tipos de bosques: verde mais escuro - bosque tipo franja; verde com tonalidade intermediária - bosque tipo bacia e, o verde com a tonalidade mais clara - bosque tipo arbustivo (Santos 2014).

Figure 7. Cardoso Island's map showing the "Cardoso Transect" nearby Trapandé Bay, mangrove forest's types are displayed by three different shades of green: the fringe forest colored by dark green shades; bushy trees in light green shades and the basin forest colored in an intermediate shade of green (Santos 2014).

descargas das bacias hidrográficas. Servem como fontes de alimento e de produtos diversos para as comunidades vizinhas ao ecossistema, além de funcionarem como local de lazer, recreação, educação e práticas associadas ao sincretismo religioso" (Santos 2014).

O trabalho conduzido por Rovai *et al.* (2021) compilaram dados de décadas de estudos dos manguezais do SELCI, em especial os estudos da Transversal "Cardoso". Os autores do artigo concluíram que o Sistema Estuarino-Lagunar de Cananéia-Iguape tem os maiores estoques de carbono por unidade de área de manguezal, 380 MgC ha⁻¹, quando comparado a outros manguezais brasileiros. Os estoques de carbono orgânico do solo (metro superior) representam 70% deste total. O sequestro anual de carbono em solos de mangue e da biomassa lenhosa combinada com os fluxos de via serapilheira totaliza 0,16 TgC ano⁻¹. Rovai *et al.* (2021) concluíram, ainda, que a degradação dos bosques de mangue na região pode levar à emissões de CO₂ e de até 1.395 MgCO₂ ha⁻¹, reduzindo as taxas de sequestro anual de carbono no solo e de biomassa, além de reduzir drasticamente o fluxo de carbono através da queda de material foliar dos bosques.

Um olhar humanizado sobre os manguezais da Ilha do Cardoso - Depois de mais de quatro décadas de estudos, é impossível não tecer comentários referentes à realidade socioeconômica local, o clima e as condições do próprio ambiente dos manguezais do SELCI.

Alguns comentários sobre o convívio com algumas condições de um ambiente submetido às variáveis climáticas e oceanográficas:

- O que é bom para o desenvolvimento estrutural dos bosques de mangue nem sempre facilita os trabalhos de campo: (1) já pensaram nas cadernetas de campo sob taxas de precipitação tão elevadas, durante praticamente o ano todo? (2) já pensaram nas capas de chuva se enroscando nos rizóforos e nos galhos das árvores de mangue? (3) já imaginaram as fortes chuvas sob ventos fortes, por vezes bem frios, soprando sobre os humanos e os equipamentos no interior das voadeiras no trajeto Cananéia-Cardoso-Cananéia? e, (4) já pensaram ter que usar as mesmas roupas e calçados, não raramente molhados, em dias seguidos de trabalhos de campo?.

- Quando hospedados nas instalações do próprio CEPARNIC, depois de lavar os equipamentos de campo, as roupas e os calçados para retirar o excesso de lama, chegava a hora do banho e, surpresa! – haveria ou não óleo para o gerador que estivesse funcionando, de modo a permitir o tão desejado banho quente?.
- Chegava à noite e, se era verão com noite de lua cheia, sabíamos que a madrugada seria de vigília na sala do alojamento, onde nos refugiávamos dos ataques dos mosquitos-pólvora, apesar das janelas com telas e de levarmos nossos próprios mosquiteiros. E assim, pacientemente, aguardávamos um novo amanhecer para cumprir a programação das atividades do dia.
- Impossível esquecer, quem não conviveu com a coincidência de viagem de coleta com a estadia de colegiais fazendo "Estudo do Meio"? Nem sempre os mosquitos eram os únicos impeditivos ao sono.
- Deixamos por último o melhor dos compromissos com os "projetos de vida", dedicados aos estudos dos bosques de mangue: (1) não se deve ir a campo sozinho, *i.e.*, você sempre terá companhia da fauna de insetos! (2) o sedimento do mangue é tido como pouco consolidado, *i.e.*, no caso de você pisar em falso em seu deslocamento em campo, o sedimento certamente será inconsolidado! (3) com ou sem repelente, baixamar ou preamar, lua nova ou lua cheia, mosquitos e mutucas obedecerão aos seus ciclos e horários, sempre havendo uma "esquadrilha" de plantão durante o dia todo; (4) quando a caderneta de campo não cai na lama, pode contar que a sua lapiseira cairá; e (5) Sorria, o projeto de vida está apenas no início.

A presente narrativa constitui parte do nosso projeto de vida.

Agradecimentos

Somos gratos aos resultados produzidos por Raquel Rothleder Adaime, Tânia Maria de Camargo, Izabel dos Anjos Louro, Márcio Lourenço Gomes, Luiz Claudio Silva Peria, Sônia Godoy Bueno Carvalho Lopes, Gilda Schmidt (*in memoriam*), Daniela T. de Moraes, Décio Luís Semensatto-Jr, Ana Lúcia Gomes dos Santos que devido à estrutura adotada para o capítulo, não tiveram seus nomes incluídos entre os autores. Estendemos os agradecimentos aos técnicos, pescadores, barqueiros, sem esquecer de todos os funcionários/as das Bases do IO, do Instituto de Pesca/

Secretaria de Agricultura e Abastecimento e da sede do CEPARNIC/PEIC - Centro de Pesquisas Aplicadas e Recursos Naturais da Ilha do Cardoso/Parque Estadual da Ilha do Cardoso, da SMA - Secretaria de Estado do Meio Ambiente, atual Secretaria de Meio Ambiente, Infraestrutura, Transportes e Logística do Estado de São Paulo, cujas sedes administrativas estão localizadas na Ilha de Cananéia. Merece destaque o acesso aos dados meteorológicos e de marés disponibilizados pelo IOUSP, cujos equipamentos instalados na Base Sul "Dr. João de Paiva Carvalho", correspondem a séries de dados praticamente únicas para a região. Considerando a dependência de apoio financeiro para levar a termo os projetos e os ideais de pesquisa, agradecemos a confiança das seguintes entidades: CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico, CAPES - Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e FAPESP - Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de São Paulo, pelas Bolsas de Aperfeiçoamento, Mestrado e Doutorado, Auxílios a Pesquisa, Pesquisador Científico (CNPq) e, do Small Grants Fund da Convenção de Ramsar, cujos auxílios são concedidos aos países em desenvolvimento para projetos de pesquisa destinados a conservação e uso sustentável dos recursos das áreas úmidas.

Conflito de interesses

Declaramos não haver conflito de interesses.

Contribuição dos autores:

Yara Schaeffer-Novelli: Responsável pela concepção e organização geral do manuscrito. Coordenou a coletânea dos dados, cronologia e organização das contribuições. Revisão final.

Armando Soares dos Reis Neto: Contribuiu de forma efetiva na análise da estrutura e na revisão crítica da abordagem conceitual do manuscrito.

Renato de Almeida: Contribuiu com dados inéditos de campo, análise e interpretação do conjunto de informações, e revisão crítica do manuscrito.

Clemente Coelho-Junior: Contribuiu com dados inéditos de campo, análise e interpretação do conjunto de informações, e revisão crítica do manuscrito.

André Scarlate Rovai: Contribuiu com importante revisão conceitual, análise e interpretação dos dados de campo.

Ricardo Palamar Menghini: Contribuiu com análise e interpretação do conjunto de dados e revisão crítica do manuscrito.

Gisela Vianna Menezes: Contribuiu com dados inéditos de campo.

Marília Cunha-Lignon: Contribuiu com dados de campo.

Gilberto Cintrón-Molero: Importante contribuição conceitual, metodológica e intelectual nos estudos dos manguezais brasileiros.

Literatura citada

- Adaime, R.R.** 1985. Produção de bosques de mangue da Gamboa Nóbrega (Cananéia, 25° Lat. S - Brasil). Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Adaime, R.R.** 1987. Estrutura, produção e transporte em um manguezal. In: Anais do Simpósio sobre Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste: Síntese dos Conhecimentos, Cananéia, São Paulo. ACIESP, Cananéia, São Paulo. v. 1, pp. 80-99.
- Almeida, R.** 2005. Ecologia de manguezais: dinâmica da serapilheira e funcionamento do ecossistema, Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Almeida, R., Cunha-Lignon, M., Coelho-Jr., C. & Schaeffer-Novelli, Y.** 2000. Ecological processes and conservation of the mangrove ecosystems: the case of Cananéia, São Paulo State, Brazil. In: Mangrove 2000: Sustainable Use of Estuaries and Mangrove: Challenge and Prospect. Recife, Pernambuco.
- Almeida, R., Menghini, R.P., Schaeffer-Novelli, Y., Coelho-Jr, C. & Cunha-Lignon, M.** 2003. Produção e Estoque de Serapilheira em Manguezal da Ilha do Cardoso, Cananéia - SP. VI Congresso de Ecologia do Brasil. Fortaleza, Ceará. In: V. Claudino-Sales, I.M. Tonini & E.W.C. Dantas. Anais de Trabalhos Completos, VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, CE. Editora Expressão Gráfica, Fortaleza.
- Besnard, W.** 1950. Considerações gerais em torno da região lagunar de Cananéia-Iguape. II. Diversos aspectos atuais da região lagunar. Boletim Instituto Paulista de Oceanografia 1: 1-26.
- Camargo, T.M.** 1982. Comunidades naturais de raízes de mangue-vermelho (*Rhizophora mangle* L.) e experimentos com substratos artificiais na região de Cananéia (25° Lat. S), Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Camargo, T.M.** 1987. Fixação e desenvolvimento de comunidades sésseis expostas a um gradiente de salinidade: influência da cor do substrato artificial. Complexo estuarino lagunar de Cananéia (25° Sul, Brasil). Conselho Nacional de Pesquisa, Relatório Final.
- Carvalho, L.M.V., Jones, C. & Liebmman, B.** 2004. The South Atlantic Convergence Zone: Intensity, Form, Persistence, and Relationships with Intraseasonal to Interannual Activity and Extreme Rainfall. Journal of Climate 17: 88-108.
- Cheliz, P.M.** 2015. Ilha do Cardoso - contribuições para compartimentação do relevo. Dissertação de Mestrado, Universidade Estadual de Campinas, Campinas.
- Cintrón-Molero, G. & Schaeffer-Novelli, Y.** 2019. The role of atmospheric-tropospheric rivers in partitioning coastal habitats and limiting the poleward expansion of mangroves along the southeast coast of Brazil. International Journal of Hydrology 3: 92-94.
- Coelho-Jr., C.** 1998. Manguezal, desenvolvimento estrutural da cobertura vegetal ao longo de gradientes de inundação - Cananéia, Estado de São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Coelho-Jr., C.** 2003. Ecologia de manguezais: Zonação e dinâmica da cobertura vegetal em gradientes ambientais, Cananéia, São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Coelho-Jr., C.** 2010. Gradiente de inundação pelas marés e a drenagem terrestre sobre o comportamento da salinidade intersticial de bosque de mangue de Cananéia, São Paulo, Brasil. Revista da Gestão Costeira Integrada 2: 1-10.
- Coelho Jr., C. & Schaeffer-Novelli, Y.** 1991. Entomofauna de manguezal na Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo. In: Nota preliminar, Simpósio sobre Oceanografia, São Paulo.
- Cunha-Lignon, M.** 2001. Dinâmica do manguezal no sistema de Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo - Brasil. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Cunha-Lignon, M.** 2005. Ecologia de manguezais: desenvolvimento espaço-temporal no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Cunha-Lignon, M., Almeida, R. & Coelho-Jr., C.** 1999. Tipos fisiográficos de bosques de mangue de Cananéia, São Paulo, Brasil. In: Congresso Latino Americano sobre Ciências del Mar, Trujillo, pp. 614-615.
- Cunha-Lignon, M., Almeida, R. & Schaeffer-Novelli, Y.** 2000. Complexo estuarino-lagunar de Iguape-Cananéia: turismo × conservação. In: Anais V Simpósio de Ecossistemas Brasileiros: Conservação, Vitória, pp. 372-379.
- Cunha-Lignon, M., Schaeffer-Novelli, Y., Coelho-Jr., C., Almeida, R. & Menghini, R.P.** 2003. Organização Hierárquica dos Manguezais: Aplicação no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, Estado de São Paulo, Brasil. In: V. Claudino-Sales, I.M. Tonini & E.W.C. Dantas. Anais de Trabalhos Completos, VI Congresso de Ecologia do Brasil, Fortaleza, pp. 243-245.
- Cunha-Lignon, M., Menghini, R.P., Almeida, R. & Schaeffer-Novelli, Y.** 2004. Desenvolvimento de bosques de mangue em áreas de progradação: Mar de Cananéia, Sistema Costeiro Cananéia-Iguape (São Paulo, Brasil). In: Anais do II Simpósio Brasileiro de Oceanografia, 2004, São Paulo. Anais do II Simpósio Brasileiro de Oceanografia, São Paulo.

- Cunha-Lignon, M., Coelho-Jr., C., Almeida, R., Menghini, R.P., Correa, F., Schaeffer-Novelli, Y., Cintrón-Molero, G. & Dahdouh-Guebas, F.** 2009. Mangrove Forests and Sedimentary Processes on the South Coast of São Paulo State (Brazil). *Journal of Coastal Research Special Issue* 56: 405-409.
- Cunha-Lignon, M. & Kampel, M.** 2011. Análise multitemporal de imagens Landsat para monitoramento de áreas de manguezal: subsídio à gestão costeira do litoral sul do Estado de São Paulo. *In: Anais do Simpósio de Sensoriamento Remoto*, Curitiba.
- Cunha-Lignon, M., Menghini, R.P., Schaeffer-Novelli, Y., Cintrón, G. & Dahdouh-Guebas, F.** 2011. mangrove forests submitted to depositional processes and salinity variation investigated using satellite images and vegetation structure surveys. *Journal of Coastal Research SI* 64: 344-348.
- EMPLASA - Empresa Paulista de Planejamento Metropolitano.** 2011. Projeto Mapeia São Paulo. São Paulo: Empresa Metropolitana de Planejamento da Grande São Paulo.
- Franco, A.S. & Mesquita, A.R.M.** 1986. On practical uses filtered daily sea level. *IHR* 6: 133-141.
- Galvani, E. & Lima, N.G.B.** 2016. Intercepção da Precipitação no Manguezal no Litoral Sudeste do Brasil. Rainfall. Interception in Mangrove in the Southeastern Coast of Brazil. *Espaço Aberto, PPGG - UFRJ* 6: 111-130.
- Giannotti, E. & Leitão Filho, H.F.** 1992. Composição florística do cerrado da Estação Experimental de Itirapina (SP). *In: R.R. Sharif (ed.). Anais do 8º Congresso da Sociedade Botânica de São Paulo, Campinas*, pp. 21-25.
- Gil, M.P., Cunha-Lignon, M. & Rovai, A.S.** 2022. Gains and losses of mangrove aboveground carbon stocks in response to hydrologic alterations in Southeastern Brazil. *Memorias del II Congreso de Manglares de America. Investigatio* 19: 71-73.
- Grasso, M.** 1994. Avaliação econômica do ecossistema manguezal: complexo estuarino-lagunar de Cananéia, um estudo de caso. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Lima, N.G.B., Galvani, E., Falcão, R.M & Cunha-Lignon, M.** 2013. Air temperature and canopy cover of impacted and conserved mangrove ecosystems: a study in a subtropical estuary in Brazil. *Journal of Coastal Research, Special Issue* 65: Proceedings of the 12th International Coastal Symposium ICS 2013 2: 1152-1157.
- Lopes, S.G.B.C. & Schaeffer-Novelli, Y.** 1985. Ocorrência e crescimento de moluscos em sacos de degradação contendo folhas de mangue, no ambiente estuarino-lagunar de Cananéia (SP). *In: Anais do IX Encontro Brasileiro de Malacologia*, São Paulo, pp. 1-25.
- Louro, I.A., Gomes, M.L. & Schaeffer-Novelli, Y.** 1994. Biomassa subterrânea em um bosque de mangue na Ilha do Cardoso, Cananéia, Estado de São Paulo. *In: Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira, Serra Negra*, São Paulo, pp. 135-140.
- Marengo, J.A., Soares, W.R., Saulo, C. & Nicolni, M.** 2004. Climatology of the Low-Level Jet East of the Andes as Derived from the NCEP-NCAR Reanalyses: Characteristics and Temporal Variability. *Journal of Climate* 17: 2261-2280.
- Menezes, G.V.** 1991. Produção de serapilheira em dois bosques de mangue na Ilha do Cardoso, Cananéia, SP. *In: 2º Simpósio sobre Oceanografia*, São Paulo, pp. 110-119.
- Menezes, G.V.** 1994. Produção e decomposição em bosques de mangue da Ilha do Cardoso, Cananéia, SP. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Mesquita, A.R. & Harari, J.** 1983. Tides and gauges of Cananéia and Ubatuba - Brasil (Lat 24°). Relatório Interno Instituto Oceanográfico, Universidade São Paulo, São Paulo, pp. 1-14.
- Mesquita, A. R., & Harari, J.** 1995. Tabuas das marés de Ubatuba, Santos e Cananéia para os anos de 1996 e 1997. *Relatório Interno do Instituto Oceanográfico* 37: 1-28.
- Micheli, F.** 1993. Effect of mangrove litter species and availability on survival, moulting, and reproduction of the mangrove crab *Sesarma messa*. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology* 171: 149-163.
- Moraes, D.T., Lopes, S.G.B.C. & Coelho-Jr., C.** 2000. Estudo preliminar da diversidade de Teredinidae Rafinesque, 1815 (Mollusca, Bivalvia) do manguezal da Ilha do Cardoso, São Paulo, Brasil. III Semana Temática da Biologia, São Paulo, pp. 1-22.
- Moraes, D.T., Coelho Jr., C., Cruz, R.C.G. & Lopes, S.G.B.** 2015. Ocorrência e recrutamento larval de Teredinidae (Mollusca, Bivalvia) na região do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil. *Iheringia, Série Zoologia*, Porto Alegre 105: 28-34.
- Peria, L.C.S., Fernandes, P.P.C.P. Menezes, G.V. Grasso, M. & Tognella, M.M.P.** 1990. Estudos estruturais comparativos entre bosques de mangue impactados (Canal da Bertioga) e não impactados (Ilha do Cardoso) Estado de São Paulo. *In: Anais do Simpósio de Ecossistemas da Costa Sul e Sudeste Brasileira. Estrutura, Função e Manejo*, v. 2., 1990, Águas de Lindóia, . Anais... Águas de Lindóia, ACIESP., v. 2, pp. 183-193.
- Rossi, M. & Mattos, I. F. A.** 1992. Ecossistema de mangue - uma análise dos solos da vegetação no Estado de São Paulo. *In: 2º Congresso Nacional Sobre Essências Nativas - Conservação da Biodiversidade. Revista do Instituto Florestal* 4: 930-936.
- Rovai, A.S. & Menghini, R.P.** 2001. Medidas foliares de *Rhizophora mangle* L. como indicadoras das variações abióticas ao longo de um gradiente físico-químico em um bosque de mangue em Cananéia, São Paulo, Brasil. Dissertação de Mestrado, Santos, pp. 1-38.
- Rovai, A.S., Menghini, R.P., Coelho-Jr., C., Corrêa, F.M. & Schaeffer-Novelli, Y.** 2002. *Rhizophora mangle*. Medidas foliares em gradiente de salinidade, Cananéia, estado de São Paulo, Brasil. *In: 53º Congresso Brasileiro de Botânica. Recife, Pernambuco*, pp. 1-239.

- Rovai, A.S., Coelho-Jr., C., Almeida, R., Cunha-Lignon, M., Menghini, R.P., Twilley, R.R., Cintrón-Molero, G. & Schaeffer-Novelli, Y. 2021. Ecosystem-level carbon stocks and sequestration rates in mangroves in the Cananéia-Iguape lagoon estuarine system, southeastern Brazil. *Forest Ecology and Management* 479: 1-13.
- Santos, A.L.G. 2014. Cartografia dos níveis hierárquicos dos manguezais: uma visão sistêmica. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Cintrón-Molero, G. & Schaeffer-Novelli, Y. 1984. Methods for studying mangrove structure. In: S.C. Snedaker (ed.). *The Mangrove Ecosystem: Research Methods*. UNESCO, Bungay, England, pp. 91-113.
- Schaeffer-Novelli, Y., Cintrón-Molero, G., Souza, M.L.R. & Falkenberg, D.B. 1988. Expedição nacional aos manguezais do Amapá - Ilha de Maracá. Relatório Técnico CNPq. Coordenação de Ciências Biológicas - Linhas de Ação em Botânica - Ecossistema Manguezal.
- Schaeffer-Novelli, Y., Cintrón-Molero, G., Adaime, R.R. & Camargo, T.M. 1990a. Variability of mangrove ecosystems along the Brazilian coast. *Estuaries* 13: 204-219.
- Schaeffer-Novelli, Y., Mesquita H.S.L. & Cintrón-Molero, G. 1990b. The Cananéia Lagoon Estuarine System, São Paulo, Brasil. *Estuaries* 3: 193-203.
- Schaeffer-Novelli, Y., Cintrón-Molero, G., Soares, M.L.G. & Tognella-de-Rosa, M.M.P. 2000. Brazilian mangroves. *Aquatic Ecosystem Health and Management* 3: 561-570.
- Schaeffer-Novelli, Y., Cintrón-Molero, G., Cunha-Lignon, M. & Coelho-Jr., C. 2005. A conceptual hierarchical framework for marine coastal management and conservation: a *Janus-Like* approach. *Journal of Coastal Research, Florida Special Issue* 42: 191-197.
- Schmidt, G. 1988. Manguezal de Cananéia, concentração de elementos químicos carbono, nitrogênio, cálcio, fósforo, manganês, ferro e cinzas, em folhas de mangue e sua correlação com a taxa de decomposição e salinidade. Tese de Doutorado, Universidade de São Paulo, São Paulo.
- Schmidt, G., Schaeffer-Novelli, Y. & Adaime, R.R. 1989. Taxas de decomposição em folhas de mangue (Cananéia, 25° S, Brasil). In: *Anais do Simpósio sobre Oceanografia*, São Paulo, pp. 1-11.
- Schmidt, G., Schaeffer-Novelli, Y. & Adaime, R.R. 1990. Estimativa de carbono, fósforo e cinzas na serapilheira do mangue de Cananéia (25°01'S 0 - 47°W) e sua correlação com a salinidade e a estação do ano. In: *Anais do II Simpósio da Costa Sul e Sudeste Brasileira: Estrutura e Função, Águas de Lindóia*, v. 2, pp. 127-131.
- Schmidt, G., Schaeffer-Novelli, Y. & Adaime, R.R. 1994. Razão C:N da serapilheira de mangue de Cananéia, Estado de São Paulo. In: *Anais do III Simpósio de Ecossistemas da Costa Brasileira: Subsídios a um Gerenciamento Ambiental*, Serra Negra, v. I, pp. 412-420.
- Semensatto-Jr., Funo, R.H.F., Dimas-Brito, D. & Coelho-Jr, C. 2008. Foraminiferal ecological zonation along a Brazilian mangrove transect: Diversity, morphotypes and the influence of subaerial exposure time. Zonation écologique de foraminifères sur un profil levé dans une mangrove brésilienne: diversité, morphotypes et influence des durées d'émergence. *Revue de Micropaléontologie* 52: 67-74.
- Sherman, L. 1993. Large marine ecosystems as global units for marine resources management - an ecological perspective. In: K. Sherman, L.M. Alexander & B.D. Gold (eds.). *Large marine ecosystems: stress, mitigation and sustainability*. Washington D.C, American Association for the Advancement of Science Press, pp. 3-14.
- Silva, J.F. 1989. Dados climatológicos de Cananéia e Ubatuba (Estado de São Paulo). *Boletim climatológico Instituto oceanográfico São Paulo* 6: 1-21.
- Suguio, K. & Tessler, M.G. 1992. Depósitos quaternários da planície de Cananéia-Iguape (SP). In: *Anais do Congresso Brasileiro de Geologia*, São Paulo, pp. 1-31.
- Tessler, M.G. & Souza, L.A.P. 1998. Dinâmica sedimentar e feições sedimentares identificadas na superfície de fundo do sistema Cananéia-Iguape, SP. *Revista Brasileira de Oceanografia* 46: 69-83.
- Vasquez, M.O. & Cunha-Lignon, M. 2022. Mangrove monitoring using a multi-temporal analysis of satellite imagery on the Cananéia-Iguape Coastal System (Brazil). *Boletín del Postgrado en Ciencias-Biología - Universidad del Valle. Libro de Resúmenes: IV Curso - Seminario Nacional de Estuarios y Manglares* 9, pp. 51.
- Vera, C., Gabriel, S., Liebmann, B. & González, P. 2006. Climate change scenarios for seasonal precipitation in South America from IPCC-AR4 models. *Geophysical Research Letters* 33: 1-4.
- Wainer, I.E.K.C., Colombo, P.M. & Miguel, A.J. 1996. Boletim de monitoramento climatológico para as Bases Norte e "Dr. João de Paiva Carvalho" do Instituto Oceanográfico da Universidade de São Paulo. Relatório Técnico Instituto Oceanográfico São Paulo 38: 1-13.
- Zhou, J. & Lau, K.-M. 1998. Does a monsoon climate exist over South America? *Journal of Climate*, 11: 1020-1040.

Associate Editor: Maria Margarida da Rocha Fiuza de Melo

Received: 19/03/2024

Accepted: 19/09/2024

