

UNIVERSIDADE DE SÃO PAULO
FACULDADE DE FILOSOFIA LETRAS E CIÊNCIAS HUMANAS
DEPARTAMENTO DE GEOGRAFIA

Flora Amador Junqueira

Identificação dos serviços ecossistêmicos dos manguezais no
Parque Estadual da Ilha do Cardoso - SP

-

São Paulo

2025

Flora Amador Junqueira

**Identificação dos serviços ecossistêmicos dos manguezais no
Parque Estadual da Ilha do Cardoso - SP**

Trabalho de Graduação Individual II (TGI)
apresentado ao Departamento de Geografia da
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências
Humanas, da Universidade de São Paulo, como
parte dos requisitos para obtenção do título de
Bacharel em Geografia.

Área de concentração: Geografia Física

Orientador: Prof. Dr. Emerson Galvani

São Paulo

2025

Autorizo a reprodução e divulgação total ou parcial deste trabalho, por qualquer meio convencional ou eletrônico, para fins de estudo e pesquisa, desde que citada à fonte.

Catálogo na Publicação
Serviço de Biblioteca e Documentação
Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo

J Junqueira, Flora Amador
 Identificação dos Serviços Ecológicos dos
manguezais no Parque Estadual da Ilha do Cardoso -
SP. / Flora Amador Junqueira; orientador
Emerson Galvani - São Paulo, 2025.
 105 f.

TGI (Trabalho de Graduação Individual)- Faculdade
de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da
Universidade de São Paulo. Departamento de Geografia.

1. Ecossistemas costeiros. 2. Serviços de
regulação. 3. Serviços de provisão. 4. Serviços
culturais. 5. CICES. I. Galvani, Emerson , orient.
II. Título.

JUNQUEIRA, Flora A. **Identificação dos serviços ecossistêmicos dos manguezais no Parque Estadual da Ilha do Cardoso - SP.** Trabalho de Graduação Individual (TGI) apresentado à Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas da Universidade de São Paulo, para obtenção do título de Bacharel em Geografia.

Aprovado em: ____/____/____

Banca Examinadora

Prof. Dr. Emerson Galvani

Instituição: Universidade de São Paulo

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. Ana Lucia Gomes dos Santos

Instituição: Secretaria do Verde e Meio Ambiente da Prefeitura de São Paulo

Julgamento: _____

Assinatura: _____

Prof. Dr. Nádia Gilma Bezerra de Lima

Instituição: Universidade de São Paulo

Julgamento: _____

Assinatura: _____

AGRADECIMENTOS

Deixo aqui breves agradecimentos para a realização deste trabalho. Em primeiro lugar à existência e excelência do departamento de Geografia da Universidade de São Paulo pela formação completa que proporciona. Agradeço às bolsas de pesquisa (PUB - programa de bolsas da USP - e IC - fomentada pelo CNPq¹) que incentivaram e permitiram o início dessa caminhada. Além de todos os professores que passaram por este projeto de vida que é a universidade.

Um agradecimento especial ao prof. orientador Emerson Galvani, à prof. Nádia Lima e à prof. Sueli Furlan, que abriram as portas de pesquisas, laboratório, trabalhos de campo, monitorias, eventos, organizações e conversas sensíveis e críticas para essa formação em geografia.

Agradeço ao laboratório de climatologia e biogeografia (LCB) e às pessoas que o organizam e o ocupam (amigos de grupos de pesquisa, de campo, de disciplinas...). Agradeço a todos os amigos que fiz nessa temporada na USP e em São Paulo. Aprendi sobre a importância de existir um lugar confortável para os estudos em conjunto com os abraços e conversas no dia a dia.

Pensando nas pessoas, agradeço aos amigos e companheiros de outras esferas e cidades que trocam as alegrias e incertezas da vida. Um carinho importante à minha família que dá base para as escolhas e incentivo nas tentativas. Além de inspiração nos trabalhos de construção de um mundo melhor, pela agroecologia, educação e geografia(s) (Elmo Amador e André Amador, presentes!).

Agradeço à existência de uma natureza tão exuberante, intensa e dinâmica em nosso país, por poder apreciar e estudar ambientes que abraçam e instigam.

Grata por essa formação, pelos campos, pelas trocas e por esse trabalho que representa um dos passos no aprender Geografia.

¹Número do processo: 178711/2024-1.

“A terra dá, a terra quer”

“Às vezes você vai andando e encontra uma pedra bonita e aconchegante pra sentar. Ou um lajedo bonito onde você se deita um pouco e descansa. Esse compartilhamento é tão farto, tão presentes em nossas vidas [...]”

Antônio Bispo dos Santos

RESUMO

JUNQUEIRA, Flora A. **Identificação dos serviços ecossistêmicos dos manguezais no Parque Estadual da Ilha do Cardoso - SP.** Trabalho de Graduação Individual (TGI) - Departamento de Geografia, Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2025.

Os manguezais são ecossistemas intertidais, sob a influência das marés, reconhecidos por suas funções importantes, que mais recentemente passaram a ser estudados pelo conceito de serviços ecossistêmicos (SE). Por ocuparem as zonas costeiras de regiões tropicais e intertropicais, caracterizadas por diferentes tensões em relação às mudanças climáticas, como aumento do nível do mar, são investigados sobre seu funcionamento atual e o que pode haver de mudança em seus serviços. Nesse contexto, esta pesquisa teve o intuito de identificar os serviços ecossistêmicos dos manguezais no Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), uma área representativa do bom estado de conservação dos ambientes. Para isso, foi realizada uma revisão, como meta síntese, das pesquisas realizadas entre 2004 e 2024, sistematização e posterior identificação dos serviços a partir da metodologia da *Common International Classification of Ecosystem Services* (CICES). Neste caminho, foram identificados 25 serviços, sendo 13 de regulação (com exemplos de: proteção costeira, funcionamento do bosque, ciclagem de nutrientes e armazenamento de carbono), 4 de provisão (pesca, cultivo de peixes, ostras e camarão, biodiversidade e diversidade genética) e 8 culturais (como sustentabilidade, turismo, identidade cultural e investigação científica.). Com isso, fica reforçada a importância desse ecossistema na manutenção da produção de biomassa e as cadeias tróficas construídas, sendo um importante ambiente para pesca e alimentação. Pela presença de comunidades tradicionais no parque, os serviços culturais estão bastante presentes, especialmente relacionados aos modos de vida e técnicas tradicionais. O estudo de caso seguiu uma tendência geral dos estudos atuais que têm enfatizado sobre os serviços de regulação, especialmente de proteção costeira (adaptação) e armazenamento de carbono (mitigação). Esse trabalho fornece um panorama sobre o estado de conservação dos manguezais estudados, seu funcionamento e fornecimento de SE para o bem-estar humano. Além de reforçar sobre a importância das unidades de conservação na manutenção da sociobiodiversidade, visto que os ecossistemas se mantêm também em relação aos usos e interações humanas, que podem ser harmônicas.

Palavras-chave: Ecossistemas costeiros; Serviço de regulação; Serviço de provisão; Serviços culturais; CICES.

ABSTRACT

JUNQUEIRA, Flora A. **Identification of mangrove ecosystem services in Ilha do Cardoso State Park - SP.** Individual Graduation Research (IGR). Faculty of Philosophy, Languages and Human Sciences. University of São Paulo, 2025.

Mangroves are intertidal ecosystems under the influence of the tides, recognized for their important functions, which more recently have come to be studied through the concept of ecosystem services (ES). These ecosystems occupy the coastal zones of tropical and intertropical regions, characterised by different stresses in relation to climate change, such as rising sea levels. For this reason, they are being investigated in terms of their current functioning and what changes might occur to their services. In this context, this research aimed to identify the ecosystem services of mangroves in the Ilha do Cardoso State Park (PEIC), an area that represents a good state of conservation of these environments. To this end, a review was carried out, as a meta-synthesis, of the research carried out between 2004 and 2024, systematisation and subsequent identification of services using the Common International Classification of Ecosystem Services (CICES) methodology. In this way, 25 services have been identified, 13 of which are regulatory (examples include: coastal protection, forest functioning, nutrient cycling and carbon storage), 4 provisioning (fishing, fish, oyster and shrimp cultivation, biodiversity and genetic diversity) and 8 cultural (such as sustainability, tourism, cultural identity and scientific research). This reinforces the importance of this ecosystem in maintaining biomass production and the trophic chains, as well as being an important environment for fishing and feeding. Due to the presence of traditional communities in the park, cultural services are very present, especially related to traditional ways of life and traditional techniques. The case study followed a general trend of current studies that are focussing on regulating services, especially coastal protection (adaptation) and carbon storage (mitigation). This work provides an overview of the state of conservation of the mangroves in the study area, their functioning and the supply of ES for human well-being. This investigation also emphasised the importance of conservation units in maintaining social biodiversity, given that ecosystems are also maintained in relation to human uses and interactions, which can be harmonious.

Keywords: Coastal ecosystems; Regulatory service; Provisioning service; Cultural services; CICES.

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

FIGURAS

Figura 1 - Esquema representativo de mudanças climáticas - de temperatura, precipitação, atividade ciclônica, energia hidrodinâmica, oscilações climáticas - previstas para as regiões costeiras no mundo.

Figura 2 - Setorização do litoral paulista como instrumentos de gestão.

Figura 3 - Mapa do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, com finalidade informativa e educativa para visitantes da UC.

Figura 4 - Inter-relações entre serviços, bem-estar humano e fatores de mudança.

Figura 5 - Esquema representativo da relação dos beneficiários com os serviços ecossistêmicos dos manguezais estudados.

Figura 6 - Fluxograma da revisão bibliográfica realizada.

Figura 7 - Esquema da hierarquia de classificação de serviços proposta pela CICES.

Figura 8 - Representação da tabela CICES para uso na identificação e classificação de SE.

Figura 9 - Divulgação científica de estudos sobre as ostras, nativa e exótica, encontradas no manguezal do PEIC.

GRÁFICOS

Gráfico 1 - Quantidade de referências e serviços identificados por seção.

MAPAS

Mapa 1 - Área de estudo englobando o Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, no litoral Sul de São Paulo, com destaque para o Parque Estadual da Ilha do Cardoso.

Mapa 2 - Unidades de Conservação no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, com os manguezais da área.

Mapa 3 - Manguezais no Parque Estadual da Ilha do Cardoso.

FOTOGRAFIAS

Fotografias 1 e 2 - *Rhizophora mangle* com adaptação de raízes escora para sustentação. Na imagem da direita, bosque de mangue com canal de entrada e saída de maré.

Fotografia 3 - Pneumatóforos, raízes de geotropismo negativo como adaptação para a respiração das plantas em ambiente de pouco oxigênio no solo.

Fotografia 4 - Estrutura de um bosque de mangue, visto a partir da ponte suspensa no PEIC.

Fotografia 5 - Ilha do Cardoso, com topos acentuados no interior da ilha e manguezais na planície com influência da maré.

Fotografias 6 e 7 - À esquerda, caranguejo-uçá em sua toca. À direita, Aratu-vermelho no tronco da *Rhizophora mangle*.

Fotografia 8 - Cerco-fixo: tecnologia de pesca artesanal e tradicional usada por pescadores locais.

Fotografias 9 e 10 - Visualização da linha de proteção costeira formada pelos manguezais

Fotografia 11 - Estado de conservação e desenvolvimento estrutural do manguezal.

Fotografia 12 - Ocupação por novas plântulas, sucessão do mangue.

Fotografia 13 - Ciclagem de nutrientes e formação do solo pela ação de seres vivos e raízes.

Fotografia 14 - Zonação do manguezal, parte da “borda” (indicada em vermelho) com plântulas, indicando expansão e colonização, possivelmente por fatores favoráveis da sedimentação e alcance de maré.

Fotografia 15 - Desenvolvimento de árvores de grande porte; banco de sedimento e ação de ondas.

Fotografias 16 e 17 - Ponte suspensa no manguezal, infraestrutura para turismo e integração ativa facilitada com o ambiente.

Fotografia 18 - Ensaio do grupo cultural: “Banda Meninas do Sol”.

Fotografia 19 - Investigações científicas com pesquisadores em trabalho de campo.

Fotografia 20 - Relação direta entre comunidade e manguezais.

LISTA DE TABELAS

Tabela 1 - Resumo das seções de serviço com número de referências encontradas, quantidade de serviços identificados e suas categorizações.

Tabela 2 - Identificação dos serviços de provisão pela hierarquia e sistematização CICES.

Tabela 3 - Resumo das evidências, a partir das referências encontradas, para identificação de cada serviço de provisão.

Tabela 4 - Identificação dos serviços de regulação do meio biótico pela hierarquia e sistematização CICES.

Tabela 5 - Resumo das evidências, a partir das referências encontradas, para identificação de cada serviço de regulação

Tabela 6 - Identificação dos serviços de regulação do meio abiótico pela hierarquia e sistematização CICES.

Tabela 7 - Resumo das evidências, a partir das referências encontradas, para identificação de cada serviço de regulação do meio abiótico.

Tabela 8 - Identificação dos serviços culturais pela hierarquia e sistematização CICES.

Tabela 9 - Resumo das evidências, a partir das referências encontradas, para identificação de cada serviço cultural.

LISTA DE ABREVIATURAS E SIGLAS

CICES - *Common International Classification of Ecosystem Services*

CNPq - Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico

GBE - Gestão com base ecossistêmica

IBAMA - Instituto Brasileiro do Meio Ambiente e dos Recursos Naturais Renováveis

IBGE - Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística

INMET - Instituto Nacional de Meteorologia

IPA - Instituto de Pesquisas Ambientais do Estado de São Paulo

MEA - *Millennium Ecosystem Assessment*

ODS - Objetivos de Desenvolvimento Sustentável

PEIC - Parque Estadual da Ilha do Cardoso

PEGC - Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro do estado de São Paulo

SCCI - Sistema Costeiro Cananéia-Iguape

SE - Serviços Ecossistêmicos

TEEB - *The Economics of Ecosystems and Biodiversity*

EEA - Agência Europeia do Meio Ambiente

UGRHI - Unidade de gerenciamento de recursos hídricos

UC - Unidade de Conservação

USP - Universidade de São Paulo

UNESP - Universidade Estadual Paulista "Júlio de Mesquita Filho"

UFPE - Universidade Federal de Pernambuco

ZEE - Zoneamento Ecológico-Econômico

SUMÁRIO

1 INTRODUÇÃO	12
2 OBJETIVOS	16
3 REFERENCIAL TEÓRICO	16
3.1 Ecossistema e Geossistema	16
3.2 Manguezais	18
3.3 Serviços Ecossistêmicos	22
3.3.1 Serviços ecossistêmicos no litoral sul de São Paulo	27
4 ÁREA DE ESTUDO	28
4.1 Caracterização da área	29
4.2 Quem se beneficia com os serviços ecossistêmicos?	38
4.2 Aproximação com pesquisas e abordagens de serviços ecossistêmicos no PEIC	41
5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS	43
5.1 Revisão bibliográfica - Metassíntese	43
5.2 Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)	48
5.3 Trabalhos de campo	49
6. RESULTADOS E DISCUSSÃO	50
6.1 Serviços de Provisão	55
6.2.1 Serviços de Regulação/Manutenção (biótico)	61
6.2.2 Serviços de regulação/manutenção (abiótico)	73
6.3 Serviços culturais	78
6.4 Próximos passos para a pesquisa	84
7 CONSIDERAÇÕES FINAIS	85
REFERÊNCIAS	87

1 INTRODUÇÃO

Grande parte dos estudos na geografia, e em diversas áreas, se preocupam hoje com as mudanças climáticas, seja como parte do contexto atual, seja como pesquisas diretas sobre as incertezas crescentes. Assim, é necessário considerar essas alterações quando se trata de estudos no meio físico - em razão de mudanças nos ciclos hidrológicos, climáticos, de regulação de ecossistemas, entre outros - e no meio social - por mudanças no bem-estar e na economia.

Neste cenário, cada local e comunidade reage ou se adapta de formas diferentes às mudanças. As zonas costeiras têm sido enquadradas como zonas de tensão, pois se configuram com um “equilíbrio instável” pela elevada energia em seus processos, relacionados à dinâmicas costeiras e oceânicas. Além disso, concentra pressões de uso pela urbanização e industrialização, visto que 40% da população mundial vive no litoral (BRASIL, 2025). Por isso, são regiões já muito estudadas por seu intenso dinamismo e ocupações humanas, que se somam hoje às preocupações pela imprevisibilidade dos *inputs* que devem ocorrer, como mudanças do nível do mar, da temperatura e pluviosidade.

Pela intensa ocupação do litoral no mundo, há uma estreita relação entre as formas de uso dessa área com os ecossistemas. Essas relações têm sido enquadradas no termo de serviços ecossistêmicos (SE), que passou a ser mais disseminado no meio acadêmico a partir da Avaliação Ecossistêmica do Milênio (MEA, 2005). Este trabalho mobilizou e sustentou ainda mais o olhar (já existente) das relações de sustento que os ecossistemas possibilitam às comunidades humanas. A preocupação deste relatório foi, além de sistematizar o conceito e seus usos, entender e expor sobre os principais impactos nos ecossistemas, pensando na necessidade de conservação e restauração para a manutenção do bem-estar humano.

Os trabalhos sobre serviços ecossistêmicos começaram a ser mais difundidos no final do século XX, já como parte do contexto da “revolução ambiental”, momento em que “a humanidade percebeu que os recursos naturais são finitos e que seu uso incorreto pode representar o fim de sua própria existência” (BERNARDES; FERREIRA; 2003, p.27). Assim, esse tema foi sendo construído a partir da perspectiva da ecologia - entendimento dos processos e funções dos ecossistemas - e da economia - relacionando aos valores, também monetários, dos ecossistemas para a manutenção da vida humana. Segundo Costanza et al. (2017), na década de 80 essas duas perspectivas se unem, por meio da “economia ecológica” a fim de suprir lacunas nas investigações.

Os manguezais são há bastante tempo estudados sob o enfoque de suas funções ecológicas (CUNHA-LIGNON et al., 2009; 2023; SANTOS, 2009; SCHAEFFER-NOVELLI, 1995), com evidências e divulgação científica sobre a importância desse ecossistema na reprodução de espécies, conhecido como “berçário marinho”, além de ser base de importantes cadeias tróficas por sua elevada produção de biomassa. Atua também como filtro de sedimentos e substâncias entre o continente e o mar, e como protetor da linha de costa, atenuando impactos de elevada energia, como tsunamis e tempestades (GEDAN et al., 2011). É ainda um ecossistema com produtos diretos para uso humano, como alimentação, plantas medicinais, além de oferta de materiais - como madeira e tanino (produto retirado da casca de árvores que protege velas de embarcações).

Esses ecossistemas são evidenciados quanto a seus serviços e resposta aos tensores antrópicos e das mudanças climáticas (FELLER et al., 2017), por sua atual configuração de um dos ecossistemas mais ameaçados nos trópicos, apresentando taxas de diminuição e fragmentação anuais, que influenciam na perda de biodiversidade (DUKE et al., 2007). Cerca de 35% da área desses ecossistemas “foram perdidos nas últimas duas décadas” (MEA, 2005). Recebem atenção por sua fragilidade em relação às mudanças climáticas - por serem diretamente influenciados pela temperatura e dinâmica das marés - já presentes na maioria do globo terrestre, principalmente nas zonas tropical e subtropical, consideradas como “as áreas do planeta que deverão enfrentar alguns dos piores impactos das mudanças climáticas” (FELLER et al., 2017; FRIESS et al., 2022).

Assim, na perspectiva da ecologia econômica, e em cenário das mudanças climáticas, são ecossistemas que têm sido bastante enfatizados por seus serviços de regulação climática (pela captura e armazenamento de carbono) e de proteção costeira. O primeiro, muito relacionado ao termo da **mitigação**, nas tentativas de descarbonização para frear o aquecimento global. E o segundo, como medidas de **adaptação**, sendo muito considerados como solução baseada na natureza para conter avanços do nível do mar e ações mais destrutivas de tempestades e tsunamis (GEDAN et al., 2011; PELLEGRINI et al., 2023).

Partindo de um cenário alarmante de possíveis perdas de serviços devido às mudanças climáticas - como o avanço do nível do mar - há tanto o interesse mais voltado à ecologia, sobre o funcionamento do ecossistema, e sua provisão de serviços, quanto o foco na valoração dos ecossistemas como importante ferramenta de gestão ao ressaltar sobre os valores econômicos de seus serviços (COSTANZA et al. 1997; 2014).

Nesse sentido, a identificação dos serviços ecossistêmicos no Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), visa ser mais uma base científica sobre o que existe e funciona hoje, além de reforçar a importância da conservação. A valoração dos serviços não entrou neste momento da pesquisa, mas parece ser um caminho interessante para preencher possíveis questionamentos e lacunas.

Como estudos de caso são bastante frequentes nas investigações sobre serviços ecossistêmicos (SOUZA et al., 2024), localiza-se o litoral sul de São Paulo como área de pesquisa. Este setor é marcado por intensa ocupação urbana e industrial, ao mesmo tempo que se caracteriza como uma região que forma um contínuo de áreas protegidas (SANTOS, 2009). É uma parte do litoral que constantemente pode ser atingida por eventos climáticos intensos ou mesmo extremos (LIMA et al., 2023), além de, por sua configuração geomorfológica apresentar o tensionamento de possível afogamento dos manguezais com a projeção de aumento do nível do mar (GODOY, 2015). Em conjunto a essa caracterização, as projeções sobre impactos nos manguezais em um mundo com possível aumento de 2°C na temperatura média, direcionam para o aumento da temperatura, precipitação e de energia das ondas no sudeste brasileiro (FRIESS et al., 2022) - como ilustra o esquema destes autores na figura 1.

Figura 1 - Esquema representativo de mudanças climáticas - de temperatura, precipitação, atividade ciclônica, energia hidrodinâmica, oscilações climáticas - previstas para as regiões costeiras no mundo

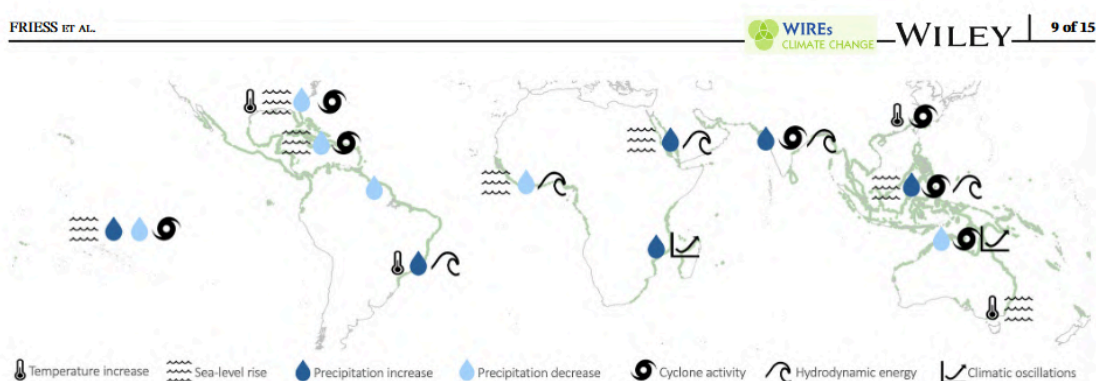


FIGURE 2 Indicative global distribution of major climate change impacts on mangrove forests, based on existing global reviews or datasets. Temperature increases based on areas of potential latitudinal expansion. Sea-level rise based on Schuerch et al. (2018). Precipitation changes based on Ward et al. (2016) and Giorgi et al. (2019). Cyclone activity based on Ward et al. (2016) and Knutson et al. (2020). Increase wave climate based on Morim et al. (2019). Climatic oscillations based on author judgment. Current global mangrove distribution (green) based on 2016 data from Global Mangrove Watch

Fonte: FRIESS et al., 2022.

Estas alterações climáticas podem tanto apresentar um *feedback* positivo (de expansão) como negativo (de perda) desse ecossistema. Por isso, constrói-se a importância de

sistematização dos conhecimentos já mobilizados e construídos sobre os manguezais do PEIC, a fim de evidenciar e compreender os serviços que esse meio, em estado conservado, beneficia a comunidade local, regional e mesmo global.

A indicação de estudos de caso e de monitoramento, como “potencial de estabelecer fortes vínculos causais entre as mudanças ecológicas e as mudanças climáticas” (FRIESS et al., 2022), apesar de ainda limitados, são a possibilidade de uma melhor conservação e eventual recuperação de serviços ecossistêmicos. Este caminho justifica o interesse na área de estudo, tanto pelo grande número de pesquisas evidenciando o caráter conservado dos ecossistemas, quanto pelas atividades e pesquisas de monitoramentos nos manguezais. O acompanhamento da estrutura e funcionamento dos bosques, por meio de parcelas permanentes (CUNHA-LIGNON, LIMA, 2021), é feito desde 2001, e das variações climáticas na escala microclimática e regional (LIMA et al., 2021; 2023), desde 2008. Dessa forma, se configura como uma área de estudo de relevante interesse científico para o conhecimento de dinâmicas dos manguezais e do ecossistema costeiro como um todo.

Assim, como parte do projeto, financiado pelo CNPq, de título: “Análise integrada do impacto de eventos climáticos em manguezais no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape: monitoramento e processos de recuperação”, em que participam diferentes instituições (USP, UNESP, UFPE, IPA e Fundação Florestal). Será realizada a identificação dos serviços ecossistêmicos presentes na área de estudo. Esta pesquisa apresenta um panorama de como o tema dos serviços ecossistêmicos vem sendo abordado, construindo as bases teórico-metodológicas para um estudo de caso, considerando que se insere em cenários regionais e mesmo globais.

Este trabalho está estruturado na presente introdução e justificativa do tema, traçando um panorama dos estudos de serviços ecossistêmicos e a importância dos manguezais na provisão de benefícios para o bem estar humano em cenário de incertezas pelas mudanças climáticas. A partir deste início, apresenta-se o objetivo do trabalho, que consiste na identificação dos serviços ecossistêmicos no manguezal do Parque Estadual da Ilha do Cardoso.

No capítulo 3 foi construído um referencial teórico sobre ecossistemas e geossistemas, manguezais e serviços ecossistêmicos, buscando um histórico desse conceito. Em seguida, é feita uma caracterização da área de estudo a partir de seus instrumentos de gestão (delimitações de área de conservação), de suas configurações geográficas (meio físico e social), e pela disponibilidade de dados para os objetivos desta pesquisa (SOUSA et al.,

2016). Neste mesmo capítulo foi feita uma aproximação com os sujeitos beneficiados pelos serviços do manguezal, além de uma relação com as pesquisas e abordagens de SE no PEIC.

No capítulo 5 estão explicados os procedimentos metodológicos, construídos por revisão bibliográfica, uso da Classificação Comum Internacional de Serviços Ecossistêmicos (CICES) e trabalhos de campo. Em seguida, os resultados são apresentados já em formato de discussão, organizados em serviços de provisão, regulação/manutenção e culturais. Nesta parte, foram acrescentados possíveis próximos passos de investigações a partir dos resultados encontrados. Por fim, no capítulo 7, se encontram as considerações finais desta pesquisa.

2 OBJETIVOS

O objetivo central da pesquisa consiste em identificar os Serviços Ecossistêmicos dos manguezais no Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC). Este olhar parte da urgência e questionamento de como os SE serão impactados com as projeções de aumento do nível do mar. Sendo assim, é possível entender o estado atual do ecossistema, em seu funcionamento e fornecimento de SE, para posteriores relações de resiliência ou perdas no ambiente.

Objetivos específicos:

1. Identificar os serviços ecossistêmicos a partir de revisão bibliográfica.
2. Organizar e classificar os serviços ecossistêmicos pela sistematização proposta pela CICES.
3. Identificar e analisar os serviços ecossistêmicos classificados em campo.

3 REFERENCIAL TEÓRICO

3.1 Ecossistema e Geossistema

A abordagem sistêmica, construída a partir da década de 20, se fez pela necessidade de compreender fenômenos complexos, considerando as partes e suas inter-relações no todo, fora das limitações deterministas e de causa e efeito. Na ecologia, Tansley propôs, em 1935, o conceito de ecossistema como a unidade funcional básica nos estudos nessa área, definido como “todo o sistema (no sentido da física), incluindo não apenas o complexo do organismo, mas também o complexo de fatores físicos, que formam o que chamamos de ambiente do bioma - os fatores do habitat no sentido mais amplo” (TANSLEY, 1935, p.299). A partir desta definição, o conceito buscou embasar os estudos na ecologia sob uma perspectiva integrada e dinâmica, do meio biótico e abiótico em inter-relação.

Numa escala de tempo histórica, os ecossistemas no geral estão em um estado de equilíbrio, o que permite a manutenção e expansão da biodiversidade que comporta. Esse estado, no entanto, pode ser quebrado de forma acelerada especialmente por interferências humanas, diretas - de uso de recursos - ou indiretas - ocupação, mudança em dinâmicas hidrológicas e sedimentológicas, entre outros. Tosto (2010) indica que esse equilíbrio está também relacionado à resiliência, ou seja, “à capacidade de retornar ao estado original e se recuperar de determinadas perturbações”. (ALARSA; FURLAN; COLÂNGELO, 2018)

Essas interações entre o meio biótico e abiótico caracterizam as funções ecossistêmicas, como a ciclagem de nutrientes, a regulação climática e o ciclo da água, carbono e nitrogênio. São essas funções que, em seus processos ou como resultados, podem gerar os serviços ecossistêmicos, entendidos assim como os benefícios que relacionam o ser humano com o meio (BRASIL, 2024).

Também sob a influência do paradigma da teoria geral dos sistemas, Sotchava, em 1960, propõe uma abordagem teórico-metodológica que buscava ultrapassar o foco na dinâmica biológica, como ocorria nos estudos de ecossistemas (NEVES et al., 2014). Assim, começa a se formular o conceito de geossistema como capaz de compreender processos geográficos, sendo, portanto, “uma unidade complexa, um espaço amplo que se caracteriza por certa homogeneidade de seus componentes, estruturas, fluxos e relações que, integrados, formam o ambiente físico onde há exploração biológica” (TROPPMAIR, GALINA, 2006). Assim, é definido em função de sua espacialização, tanto como unidade básica de análise, como especificidades dos fluxos de matéria e energia de determinado espaço (SOTCHAVA, 1977).

Bertrand (1978), movendo o conceito da Rússia e Alemanha para a escola Francesa, enfatiza a ação e dinâmica antrópica neste sistema, com a proposição da abordagem GTP: Geossistema, Território e Paisagem, em que se inclui o caráter cultural da paisagem nas análises ambientais. Assim, considera-se o homem e suas atividades como elemento de inter-relações no sistema, podendo estar inserido em equilíbrio ou não.

Os geossistemas, por embasar nos componentes abióticos, bióticos e antrópicos, são policêntricos, podendo partir de mais de um ponto de referência - não só o biológico, como às vezes acontece em análises do ecossistema - (SOTCHAVA, 1977). Por isso, apresenta-se como possibilidade na abordagem de serviços ecossistêmicos, que busca compreender estes componentes como um todo, sendo necessário saber sobre as configurações bióticas e

abióticas para oferta de SE, e sobre a demanda e tipos de uso, mais relacionados aos valores culturais, que serão realizados no ambiente.

A partir desse embasamento, os estudos sobre serviços ecossistêmicos se sustentam especialmente no conceito de ecossistema, justamente por construir os saberes sobre funcionamentos e possíveis usos de cada unidade. Assim, a própria geografia, que apresenta estudos mais recentes na temática de SE, parte desta proposta, englobando a perspectiva de “como esses ambientes beneficiam o homem a partir do capital natural” (POTSCHIN; HAINES-YOUNG, 2010). Partindo do olhar geográfico, os serviços são bastante evidenciados no funcionamento do ecossistema com análise do meio biótico, abiótico (água, solo, relevo, hidrodinâmica) e antrópico (ênfase nos valores, trocas, demandas e usos tradicionais), podendo assim, ser feita a aproximação com a abordagem de geossistema.

É importante ressaltar que a área de estudo não constitui um geossistema em si, pois este é entendido como um conjunto maior - de componentes físicos, biológicos e antrópicos - do que um parque estadual. Os manguezais estudados se inserem no geossistema da Planície Costeira Paulista, que, mesmo com ocupação urbana e industrial, mantém suas características naturais, tais como a influência da maritimidade na temperatura, elevada umidade relativa, alta pluviosidade, hidrografia meandrante e formações vegetais típicas - manguezais, restingas e mata tropical (TROPPMAIR; GALINA, 2006). É entendido que a inter-relação com o fator antrópico altera as dinâmicas que ocorrem, inclusive de processos naturais - como escoamento e infiltração em cidades, por exemplo - mas não de forma a descaracterizar seus atributos do meio físico e biológico.

Dessa forma, este caminho teórico foi construído na perspectiva e importância de trabalhar com os serviços ecossistêmicos de forma sistêmica, englobando o meio biótico, abiótico e antrópico e suas inter-relações. Visto que um serviço precisa ser sustentado pelo meio e com a população para identificar e valorar os benefícios que pode usar.

3.2 Manguezais

Os manguezais são ecossistemas sob a influência das marés (intertidal), adaptados às condições de elevada salinidade e solos lodosos (AMADOR, 2012, p.237; SANTOS, 2009). Ocupam áreas em que a interação com características específicas de solos e salinidade (hidrodinâmica) determinam sua ocupação, que ocorre a partir de adaptações da vegetação para estes ambientes, como as “raízes-escora” (fotografias 1 e 2) e raízes radiais (subterrâneas) - para melhor fixação - e pneumatóforos - raízes que crescem com

geotropismo negativo para realização de trocas gasosas (fotografia 3). Assim, as estruturas do meio biótico (fauna e flora) estão em estreita inter relação com os componentes abióticos do meio, como regime de maré, salinidade e hidrologia (entrada e saída de água doce) (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2016).

Fotografias 1 e 2 - *Rhizophora mangle* com adaptação de raízes escora para sustentação. Na imagem da direita, bosque de mangue com canal de entrada e saída de maré.



Foto: Acervo pessoal - novembro de 2024, no PEIC.

Fotografia 3 - Pneumatóforos, raízes de geotropismo negativo como adaptação para a respiração das plantas em ambiente de pouco oxigênio no solo.



Foto: Acervo pessoal - novembro de 2024, no PEIC.

Fotografia 4 - Estrutura de um bosque de mangue, visto a partir da ponte suspensa no PEIC.



Foto: Acervo pessoal - novembro de 2024, no PEIC.

No Brasil, os manguezais ocorrem desde Oiapoque-AP (01°20' N) até Laguna-SC (28°30' S), apresentando diversas feições e desenvolvimento estrutural pela diferença de ambientes (fotografia 4) - com seus fatores topográficos, climáticos, hidrológicos e oceanográficos - que ocorrem nesse extenso litoral (SCHAEFFER-NOVELLI, 2018). Além da diversidade latitudinal dos bosques de mangue, estes também apresentam um continuum de feições que o compõem, variando conforme o alcance da maré. Assim, há o (i) lavado - configuração em contato direto com estuário ou águas costeiras, um banco de “lama” exposto apenas nas marés muito baixas (de lua cheia ou nova) - (ii) o bosque de mangue - formação florestal com espécies adaptadas ao ambiente, neste setor há a constante inundação pela maré e solo lamoso exposto nos ciclos diários das marés (baixamar e preamar) - e o (iii) e o apicum, ou planície hipersalina - setor mais interno do ecossistema que só recebe marés de sizígia (de maiores amplitudes) e é recoberto por superfície areno-lamosa (mistura de areia e lodo).

No apicum, que muitas vezes não é compreendido como parte integrante do manguezal, é onde “se concentram os nutrientes que o manguezal vai utilizar para sintetizar matéria orgânica vegetal e animal” (SCHAEFFER-NOVELLI, 2018), sendo um reservatório imprescindível para o ciclo biológico e manutenção do ecossistema. Nos bosques de mangue

há três gêneros presentes no Brasil, sendo eles o (i) mangue vermelho do gênero *Rhizophora* (com as espécies *R. mangle*, *R. harrisonii* e *R. racemosa*); (ii) o mangue-branco do gênero *Laguncularia* (com a espécie *Laguncularia racemosa*) e o (iii) mangue-preto do gênero *Avicennia* (com as espécies *A. schaueriana* e *A. germinans*). Essas diferentes feições ainda garantem uma diversidade na associação da fauna e microrganismos ao ambiente, onde vivem e se relacionam espécies, alguns exemplos são os baiacus, robalos, tainhas, siris, garças, biguás, ostras, caranguejo-uçá, chama-maré.

Estes ecossistemas são há bastante tempo reconhecidos por inúmeras funções importantes, tais como seu funcionamento de berçário para diversas espécies, produtor de biomassa, atuação como filtro de sedimentos e componentes, contenção da erosão da linha de costa, além do armazenamento de carbono nos troncos e solo (CUNHA-LIGNON et al., 2009; SANTOS, 2009; SCHAEFFER-NOVELLI, 1995; 2018). Assim, vem novamente ganhando atenção da sociedade e de pesquisadores por suas qualidades de mitigação e adaptação às mudanças climáticas, na perspectiva de soluções baseadas na natureza (GEDAN et al., 2011; PELLEGRINI et al., 2023), sendo tanto sumidouro de carbono (mitigação), como anteparo ao avanço do mar (adaptação).

Recentemente, esses ambientes têm sido trabalhados a partir das perspectivas de seus funcionamentos e processos com a definição de serviços ecossistêmicos (SANTOS et al., 2018), ampliando, portanto, as metodologias utilizadas em seus estudos. Além de serviços já amplamente estudados e reconhecidos, há novas indicações referentes ao comportamento dos manguezais frente às alterações climáticas e ambientais. Visto que sua localização e processos de expansão ou retração, estão diretamente relacionados às temperaturas médias, do ar e do oceano, e aos padrões de precipitação (que influenciam nos índices de salinidade) - quanto maior a salinidade e menor a deposição, maior a dificuldade de manutenção e reprodução do ecossistema.

Por essa relação com os fatores do meio físico - dinâmica de marés, regimes climáticos e aporte de sedimentos, entende-se “o ecossistema manguezal como indicador biológico das variações climáticas globais e do aumento previsto do nível relativo do mar” (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2002; 2016). A ocupação de áreas por espécies de mangue proporciona um ciclo de retroalimentação, a partir da estabilização realizada pelas raízes há uma diminuição das inundações e aumento da deposição (SCHAEFFER-NOVELLI et al., 2016). Quando há um aumento do nível do mar, essa costa mais estável pela presença do manguezal tanto protege de maior energia de ondas, quanto pode tentar adaptar os processos de erosão e deposição nesse ambiente. Godoy (2015) apresenta resultados e direcionamentos

importantes sobre a situação dos manguezais em cenários de incerteza, apresentando que as respostas dos manguezais às mudanças climáticas serão bastante regionais, a depender de ocupações e intervenções humanas, que podem ter alterado os padrões de sedimentação.

Há, assim, uma variação espacial importante na resposta dos manguezais aos tensores climáticos, que varia em função de componentes biológicos (espécies) e físicos (geomorfologia) do ecossistema, além do tipo de uso e ocupação humana adjacente. A indicação de Schaeffer-Novelli et al. (2016) é de que a “a interpretação de mudanças em manguezais e marismas e em seus atributos sistêmicos deve ser meticulosa, considerando assinatura energética, regime de distúrbios e pressões ambientais em cada local de estudo”.

Em relação ao aumento do nível do mar, por exemplo, pode haver o afogamento de mangues - em litorais com serras (como a serra do mar no litoral sudeste brasileiro) ou ocupações urbanas próximas, sem espaço para migração do ecossistema - enquanto em outros locais, pode haver uma migração do bosque em direção a altitudes mais elevadas. Isso tudo a depender da geomorfologia, da ocupação humana no entorno e da capacidade de colonização das espécies.

3.3 Serviços Ecossistêmicos

Os estudos de serviços ecossistêmicos (SE) têm ganhado consistência e relevância nas últimas décadas, com uma maior presença na literatura desde 2010, quase dez anos após a avaliação ecossistêmica do milênio (SOUZA et al., 2024). No contexto dos anos 70 e 80, com a emergência da temática ambiental ganhando interesse e necessidade de atenção, tanto por movimentos ambientalistas como pela comunidade científica, há o marco neste tema com o estudo de Costanza et al. (1997), que identificou 17 serviços ecossistêmicos no mundo. Neste trabalho, os autores fizeram a valoração desses serviços, enfatizando esta forma de contabilização de ecossistemas por valor monetário, como uma tentativa de colocar na mesma linguagem de troca. Esta pesquisa, abriu caminhos para se compreender quanto se ganha ao conservar, e quanto se perde com a degradação, em relação ao bem-estar humano.

Por se tratar de um conceito interdisciplinar, os primeiros estudos sobre as definições e tensionamentos sobre serviços ecossistêmicos foram de multiplicação e dispersão das discussões, dos conceitos e das metodologias utilizadas. Sousa et al. (2016), por exemplo, mobiliza as classificações de SE que alteraram em função do foco no estudo, baseando-se nos ecossistemas, na valoração econômica, no mapeamento, ou ainda em outra abordagem.

Em 2003, foi realizada a Avaliação Ecossistêmica do Milênio (*Millennium Ecosystem Assessment*), pautada e incentivada através da ONU, “para avaliar as consequências das alterações ecossistêmicas para o bem-estar humano e estabelecer a base científica para as ações necessárias para melhorar a conservação e a utilização sustentável dos ecossistemas e suas contribuições para o bem-estar humano” (MEA, 2005). Sendo construída como um relatório a partir de diversos estudos e diagnósticos ao redor do mundo, a avaliação considera que os impactos de alterações climáticas - portanto, ligadas a atividades humanas - serão o principal fator de perda de biodiversidade e de alteração nos serviços ecossistêmicos.

Este estudo foi montado a partir de perguntas norteadoras, que focam especialmente nas mudanças, tanto dos ecossistemas quanto em seus usos e serviços, quais os principais fatores de alteração e quais serão os cenários futuros, além de relacionar a mudança nos serviços com o bem-estar humano. Monta-se também através de perguntas sobre possíveis consequências de mudanças nos ecossistemas e quais opções existem para um manejo sustentável. Um ponto importante que perpassa pela elaboração deste trabalho é a questão da escala global-local, na necessidade de buscar e atentar para investigações localizadas - que trazem especificidades e decisões mais diretas - em conjunto com uma análise geral dos estudos e perspectivas sobre serviços ecossistêmicos no mundo, para se criar essa união e comunicação entre partes interessadas.

A elaboração deste documento dinamizou os debates e formou um embasamento, muito usado como ponto de partida para as discussões do conceito por se tratar de uma avaliação geral e com caráter de difusão. A partir deste esforço, os serviços ecossistêmicos são definidos como

os benefícios que as pessoas obtêm dos ecossistemas. Estes incluem **serviços de provisão** como alimentos, água, madeira e fibras; serviços de **regulação** que afetam o clima, inundações, doenças, resíduos e qualidade da água; serviços **culturais** que proporcionam benefícios recreativos, estéticos e espirituais; e serviços de **suporte** como a formação do solo, fotossíntese e ciclo de nutrientes. (MEA, 2005, *grifo autoral*).

Nesta classificação os serviços são divididos em quatro categorias, sendo elas:

- 1) serviços de provisão: produtos que são obtidos diretamente do ecossistema (como comida, fibras, combustível, recursos genéticos, farmacêuticos/medicinais e água);
- 2) serviços de regulação: benefícios advindos dos próprios processos ecossistêmicos (regulação da qualidade do ar, do clima, da água, de erosão, de doenças, de riscos naturais, além da filtragem da água e polinização);

3) serviços culturais: caracterizados como serviços não materiais que as pessoas obtêm (como diversidade cultural, valores espirituais e religiosos, saberes tradicionais/locais, valores educacionais, inspiração, valores estéticos, relações sociais, recreação e ecoturismo)

4) serviços de suporte: definidos como os que sustentam todos os outros, promovendo, muitas vezes, serviços indiretos ou a longo prazo para as pessoas (estão nessa categoria a formação do solo, fotossíntese, ciclagem de nutrientes e ciclo hidrológico).

Importante pontuar que serviços como de regulação da erosão podem ser classificados tanto como de suporte como de regulação, “dependendo da escala de tempo e do carácter imediato do seu impacto nas pessoas” (MEA, 2005, p.40).

Nas pesquisas sobre serviços ecossistêmicos, um primeiro passo fundamental é a escolha de sua conceituação, visto que há uma abrangência e diversidade de estudos e áreas da ciência envolvidas - cada uma juntando com sua própria bagagem teórico-metodológica - (MARTÍNEZ-HARMS; BALVANERA, 2012). Assim, a definição do MEA (2005) tem sido usada como base, permitindo uma melhor comunicação entre as diferentes ciências que se desdobram sobre o assunto.

Outra referência importante é a definição construída pela Economia dos Ecossistemas e da Biodiversidade (*The Economics of Ecosystems and Biodiversity* - TEEB), incentivada a partir de uma reunião de Ministros do Meio Ambiente do G8+5 em Potsdam, em 2007, é uma iniciativa criada com o viés de “tornar visíveis os valores da natureza” (TEEB, 2010). Assim, além da definição de serviços como as contribuições dos ecossistemas para o bem-estar humano, se formou como uma iniciativa e organização que visa uma valoração econômica dos serviços, percebendo que uma mensuração dos SE prestados “gratuitamente” pode contribuir para a importância de seus valores, já que na concepção da sociedade atual, as trocas se fazem com base na moeda e preço de serviços.

Cabem aqui reflexões importantes, especialmente quando pensadas de dentro da geografia, sobre uma mercantilização da natureza. Este trabalho não pretende aprofundar neste recorte e tensionamento, no entanto é necessário pontuar que este é um tópico de preocupação, especialmente para pesquisadores e gestores sobre o tema. As justificativas, expressas por Costanza et al. (2014), são de que é possível utilizar qualquer unidade de medida que expresse valor (como energia ou tempo) para estabelecer as trocas, sendo que a escolha deve ser feita de acordo com as “unidades que melhor comunicam com diferentes audiências num determinado contexto de tomada de decisões” (COSTANZA et al., 2014,

p.153). Por isso, o valor monetário acaba sendo o mais utilizado por ser bem comunicado, compreendido e considerado pela sociedade, de forma geral. Além disso, o objetivo de valorar os 17 serviços identificados em 1997, foi feito com a intenção de ressaltar que os serviços ecossistêmicos “eram muito mais importantes para o bem-estar humano do que o pensamento econômico convencional lhes atribuía” (COSTANZA et al., 2017).

A necessidade de valoração também é justificada com a perda de muitos serviços sem que sejam contabilizados - como a organização TEEB exemplifica com a questão de concessões de terra para madeiras ou mineração - sendo assim, a possível cobrança por esses serviços pode ser entendida como uma tentativa de “redução de danos”, para uma cobrança do serviço prestado ou reavaliar se desmatamentos e outras explorações realmente se pagam. Neste trabalho, estas justificativas sustentam a definição de serviços ecossistêmicos empregadas, mas não perde de vista a importância dessa discussão no âmbito da geografia e ciências que se preocupam com a conservação de ecossistemas em seu estado de equilíbrio, portanto em diálogo com a justiça socioambiental.

Seguindo neste histórico das últimas décadas, o conceito já perpassa por diversas áreas do conhecimento e interessa diferentes abordagens sobre o assunto, desde a identificação, o entendimento de perdas ou a valoração. Haines-Young e Potschin (2018), de forma um pouco diferente das definições e análises anteriores que evidenciam o uso humano, partem do foco nos ecossistemas e seus processos, postulando que a “definição de um serviço precisa realçar os resultados ecológicos que determinadas características ou processos ecossistêmicos geram, que podem em última análise beneficiar as pessoas” (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2018).

Neste trabalho apresentam a CICES (*Common International Classification of Ecosystem Services*), uma metodologia “concebida para ajudar a medir, contabilizar e avaliar os serviços ecossistêmicos” (HAINES-YOUNG, POTSCHIN, 2018), esta tem sido bastante utilizadas para investigar, analisar e mapear serviços. A classificação comum foi desenvolvida pela Agência Europeia do Meio Ambiente (EEA), em um trabalho com a finalidade de contabilizar serviços de forma padronizada, que permita comparações internacionais.

Nesta sistematização, parte-se da base conceitual da *Millennium Ecosystem Assessment* (MEA, 2005), mas há uma adaptação para o que foi sendo entendido como necessário aos estudos, nesta proposta, os autores delimitam a identificação de **serviços finais**, aqueles que diretamente beneficiam a população. Dessa forma, serviços

intermediários, como os de suporte/manutenção, seriam aqueles extremamente importantes para o funcionamento do ecossistema, mas não diretamente utilizados. Por isso, há o entendimento de que esta delimitação (de suporte) já deveria estar incluída nos serviços de regulação - se não houvesse um funcionamento equilibrado do ecossistema (suporte) não haveria serviços de regulação. Um exemplo que bem esclarece essa discussão é “se a água de um lago for utilizada diretamente como fonte de água potável, poderá ser considerada um serviço final. Se, no entanto, o foco é o serviço de pesca recreativa, o peixe capturado seria considerado um serviço final” (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2018).

Nesta explicação sobre tipos de serviços, os autores enfatizam a particularidade de cada ecossistema e suas diferentes formas de contribuir para o bem estar humano, perpassando também pelas características sociais que interagem com o meio (demandas e tipos de uso).

Como adaptação, há também uma atenção na distinção conceitual entre serviço e benefício entendida pela CICES, em que os “elementos considerados como serviços continuam a fazer parte do ecossistema que os gera” enquanto os benefícios se fazem por “alguma transformação por ação ou perspectiva humana que se situa fora desse ecossistema” (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2018). Os autores exemplificam o caso de plantas silvestres, em que o serviço é o volume capaz de se colher, e o benefício será a “quantidade de compota produzida”, este último inclui uma ação e intenção, a apropriação humana do meio.

Sendo assim, os serviços são identificados como de

- **provisão:** todos os materiais nutricionais e não nutricionais e as saídas energéticas dos sistemas vivos, bem como as saídas abióticas (incluindo a água);
- **manutenção e regulação:** “as formas pelas quais os organismos vivos podem mediar ou moderar o ambiente que afeta a saúde, a segurança ou o conforto humano, juntamente com equivalentes abióticos” (Haines-Young e Potschin; 2018); são os processos de regulação das condições físicas, químicas e biológicas (como transformações, ciclos de nutrientes, condições do solo, água e atmosfera);
- **culturais:** os resultados não materiais que afetam os estados físicos e mentais das pessoas; incluindo os valores de uso indireto, atividades intelectuais,

saberes tradicionais, relações culturais (simbolismo, festividade, religiosidade), turismo e recreação.

3.3.1 Serviços ecossistêmicos no litoral sul de São Paulo

Aproximando, para os serviços nos manguezais, encontram-se aqueles que são usualmente classificados nestes ambientes, como por exemplo o serviço de proteção costeira. Esta categoria recebe atenção em cenário de aumento de temperatura e precipitação e de elevação do nível do mar, projeções para a costa sudeste brasileira (FRIESS et al., 2022). Os estudos sobre os serviços de proteção costeira levam em consideração o contexto dos manguezais, intensidade de eventos intensos e/ou extremos e os impactos observados nas populações costeiras (GEDAN et al., 2011), assim como projeções e alterações pelo aumento do nível do mar (NICHOLLS et al., 1999). Pesquisas que comparam os impactos pós eventos extremos (como ciclones) entre áreas de menor e maior extensão do bosque de mangue (DAS; VINCENT, 2009), também contribuem para o entendimento sobre esse serviço.

Entender os cenários das pesquisas e possibilidades de utilização do conceito e metodologias, permite aproximação com um estudo de caso que apresenta características interessantes. No litoral sul de São Paulo, pesquisas vêm sendo realizadas com o intuito de analisar a dinâmica climática e compreender suas causas e impactos no manguezal, (LIMA et al., 2021; LIMA et al., 2023). Apesar de serem os mais conservados e extensos do litoral paulista (CHIQUELTO et al., 2023), o ecossistema exhibe alterações quanto à dinâmica e desenvolvimento, tanto por alterações antrópicas quanto pela ocorrência de eventos climáticos (LIMA et al., 2023; SILVA et al., 2024).

Nesse trecho costeiro, o monitoramento microclimático vem sendo realizado desde 2008 e as variações de atributos climáticos são interpretadas como indicador de alterações na estrutura do manguezal, em sua borda e no interior do ecossistema (LIMA et al., 2021). Os manguezais também desempenham papel importante na interação com eventos climáticos, pois podem reduzir seus impactos, principalmente nas áreas melhor conservadas (LIMA e GALVANI, 2018; LIMA et al., 2021).

Para uma caracterização do estado de conservação dos manguezais no complexo estuarino de Iguape-Cananéia-Paranaguá, Chiquetto et al. (2023) realizaram um monitoramento de 48 parcelas permanentes - com avaliação das espécies, área basal e troncos vivos e mortos. Assim, puderam concluir que os manguezais apresentam um “bom estado de conservação [...] em diferentes estágios de desenvolvimento com *Rhizophora mangle* e *Laguncularia racemosa* dominando a área de estudo” (CHIQUELTO et al., 2023).

O trabalho de valoração ecossistêmica da APA de Cananéia-Iguape-Peruíbe, de Ferreira (2022), apresenta uma interpretação dos SE encontrados a partir do plano de manejo. Neste estudo, os manguezais são evidenciados como os principais provedores dos serviços de regulação, especialmente pela proteção costeira e regulação climática. Os serviços de provisão são provenientes da pesca e aquicultura na região. Por fim, a presença de comunidades tradicionais - caiçaras e quilombolas - mobiliza o uso dos serviços culturais, também mobilizados pelas investigações científicas nas áreas de proteção.

4 ÁREA DE ESTUDO

A delimitação da área de estudo é uma etapa fundamental para os estudos de geografia, que leva em consideração caracterização geográfica, dos aspectos físicos e sociais, e problematização destes em relação a suas relações espaciais, como localização, distâncias, e áreas de interesse. Em pesquisas sobre SE, Sousa et al. (2016) enfatiza a importância dos critérios para definição da área de estudo, expondo que deve-se levar em consideração três conteúdos principais. Há que se realizar uma análise do território, da ocupação do solo e topografia, os limites físicos (como bacias hidrográficas) e suas interfaces - ênfase na abordagem sistêmica. Incluso a isso, também deve-se levar em consideração os instrumentos de gestão do território estudado, de áreas delimitadas para conservação e fronteiras administrativas. Por fim, uma boa escolha se embasa também na existência e disponibilidade de dados espaciais que sejam necessários para o estudo. Esta é uma importante referência que fornece um exemplo da aplicação da metodologia CICES na identificação e classificação de SE em regiões costeiras complexas (SOUSA et al., 2016).

Neste presente trabalho, a área de estudo é o Parque Estadual da Ilha do Cardoso, localizado no sul do litoral de São Paulo e como parte do Complexo Estuarino Lagunar de Cananéia-Iguape. A escala de análise espacial local não pode perder de vista sua abrangência regional - como relações com zoneamento do estado (ZEE - Zoneamento Ecológico-Econômico), gerenciamento de recursos hídricos (UGRHI) - além de nacional - a característica deste litoral dentro de um contexto amplo de manguezais no Brasil (SCHAEFFER-NOVELLI, 1991). A seguir, o mapa 1 representa o Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, como área de aproximação do estudo, com o PEIC delimitado no sul do sistema.

Mapa 1 - Área de estudo englobando o Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, no litoral Sul de São Paulo, com destaque para o Parque Estadual da Ilha do Cardoso.



Fonte: elaborado pela autora.

4.1 Caracterização da área

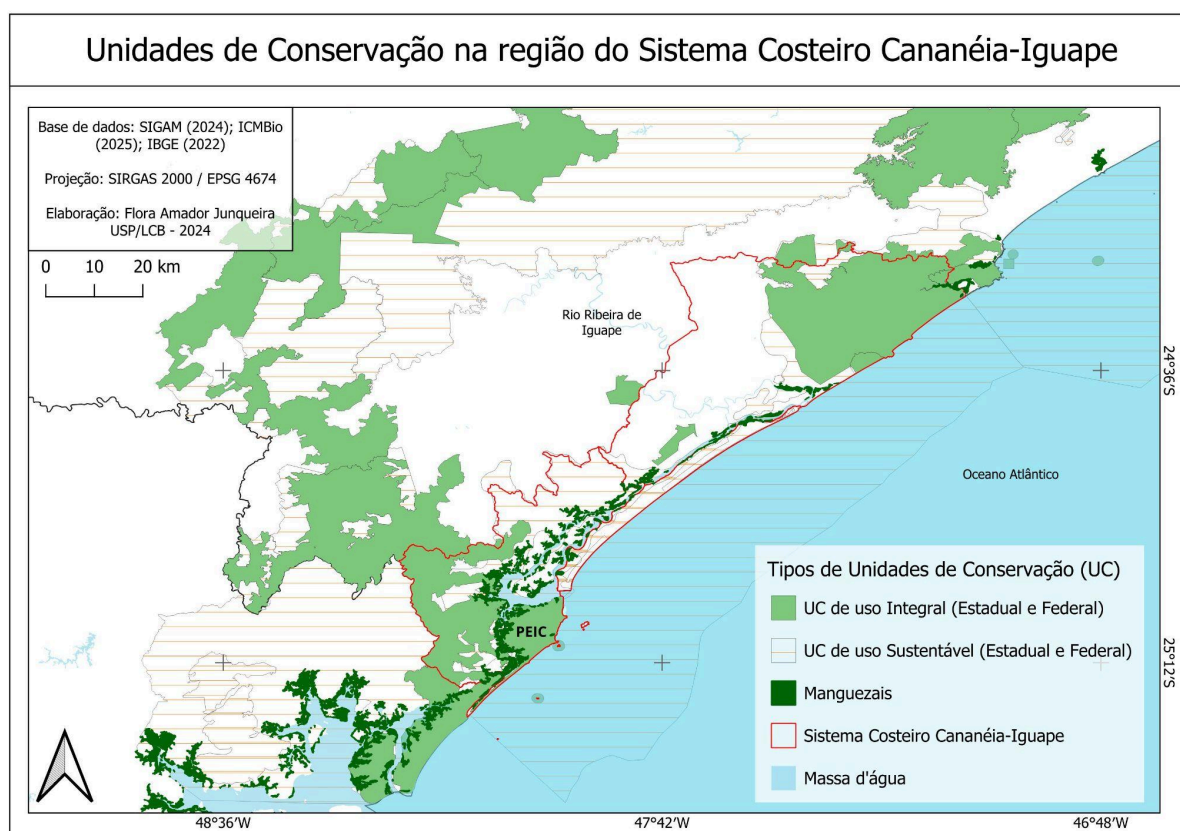
4.1.1 instrumentos de gestão

O estado de São Paulo apresenta regiões bastante distintas entre si, do litoral ao interior do estado, com diferentes zonas climáticas, predomínios de vegetação, usos e ocupação do solo - entre outras caracterizações. Sua zona costeira - “correspondente ao espaço geográfico de interação do ar, do mar e da terra, incluindo seus recursos renováveis, abrangendo uma faixa marítima, que se estende por até 12 milhas náuticas” (LIMA, 2014) - se estende por 27.000 Km². Assim, para um melhor gerenciamento das semelhanças e diferenças, o Plano Estadual de Gerenciamento Costeiro do estado de São Paulo (PEGC), feito a partir de uma lei estadual em 1998, subdividiu o litoral paulista em quatro setores: litoral norte, baixada santista, complexo estuarino-lagunar de Iguape e Cananéia e Vale do Ribeira (figura 2). Este último, apesar de não ser diretamente uma área costeira, se insere em dinâmicas importantes de influência sobre a costa (SÃO PAULO, 2023, p.94).

diferenciação das de uso integral e sustentável. Por essa continuidade e sobreposição de áreas protegidas, os manguezais estudados são os mais conservados do estado.

As unidades de conservação (UC) muitas vezes se configuram também como áreas de conflito, por restringir usos (como de agricultura, pesca e extração) mesmo quando há ocupações antigas e consolidadas. No paradigma mais atual da conservação começa um reconhecimento da sobreposição entre áreas de interesse à conservação e áreas ocupadas por população local - muito pela própria ação humana na preservação desse ambiente para reprodução de seus modos de vida (DIEGUES, 2010, p. 11). Assim, sendo criado por um decreto estadual de 1962, a delimitação do PEIC causou esse desarranjo entre uso e ocupação local e sua nova configuração como UC. Por isso, foi necessário um processo - posterior à criação do parque - “de acompanhamento, controle e regulamentação das atividades dessas comunidades, principalmente daquelas relacionadas ao uso de recursos naturais e turismo” (SÃO PAULO, 2001, p.17).

Mapa 2 - Unidades de Conservação no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, com os manguezais da área.



Fonte: elaborado pela autora.

Este planejamento e diálogo só se realizou na Fase 1 do Plano de Manejo, em 1988, com apoio de órgãos públicos, organizações não governamentais e as comunidades

tradicionais da unidade (Marujá, Enseada da Baleia, Pontal de Leste, Cambriú, Foles e Itacuruçá). Este novo passo se realizou no contexto da década de 80, com mudanças nas perspectivas e importâncias dadas ao meio ambiente. Em 1984 tem-se o Programa Nacional de Gerenciamento Costeiro, que buscou planejar ações de possíveis usos, demandas e necessidades de conservação na região. Além disso, em 1999, este setor em estudo é reconhecido como Patrimônio Mundial Natural - pela elevada biodiversidade e estado de conservação - pela UNESCO, com a criação da Reserva da Biosfera da Mata Atlântica.

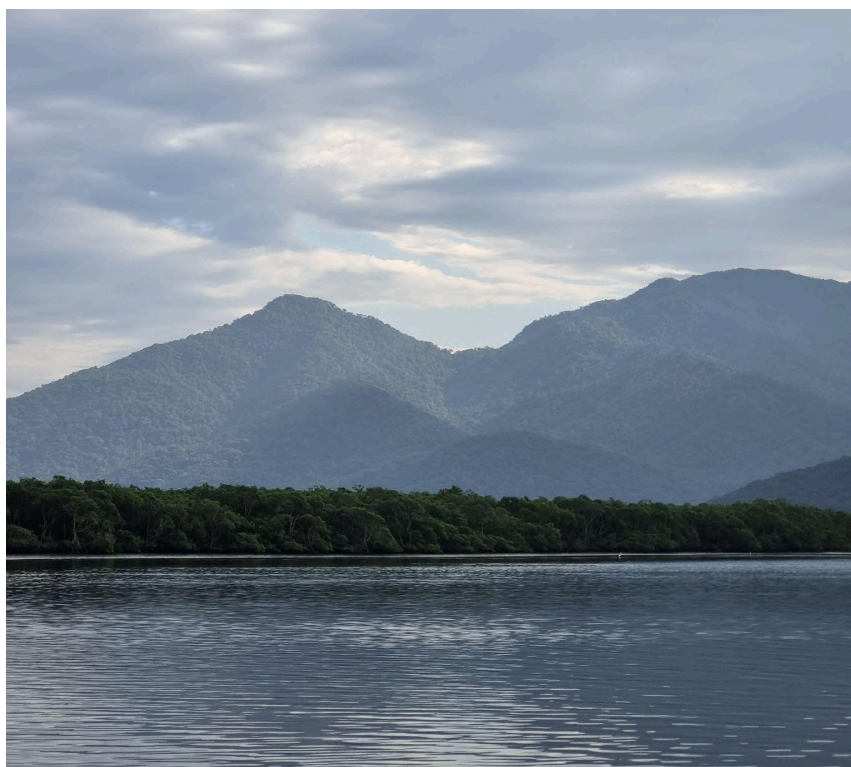
4.1.2 Aspectos geográficos

As regiões costeiras, há muito tempo estudadas e ocupadas, têm se configurado como zonas de tensão frente às mudanças climáticas. Por se formarem em dinâmicas de elevada energia, se configuram como suscetíveis aos tensores naturais e antrópicos, especialmente num cenário de imprevisibilidade dos *inputs* que acontecerão (como mudanças na temperatura, pluviosidade, circulação de ventos, avanço do nível do mar) e de como serão as respostas do ambiente. A área de estudo é um ambiente sedimentar de constante troca de energia pela interação oceano-continente, caracterizando-o como “frágil e, ao mesmo tempo, muito rico em biodiversidade” (LIMA, 2014, p.32).

Ab’Saber (2001) caracteriza a geomorfologia da planície costeira de Cananéia-Iguape como um dos “setores de exceção” do litoral brasileiro, com “morros e maciços que estiveram ilhados nos fins do Pleistoceno” (AB’SABER, 2001, p.234) por intrusões marinhas. Assim, nesta caracterização, o extremo sul do litoral paulista é marcado por zonas de salinidade que variam pela entrada e saída de marés e as ligações entre mar e rios. A região entre São Vicente (em São Paulo) e a Ponta do Vigia (em Santa Catarina) é compreendida por seu “largo rebaixamento e um litoral retificado de longos arcos de praia, largas planícies costeiras e importantes estuários como de Santos e Cananéia” (MUEHE, 1998, p. 324). O setor sul do litoral de São Paulo se consolida por suas “grandes planícies e depósitos marinhos e flúvio-lagunares” (SANTOS, 2009), formando uma paisagem de praias extensas e contínuas. É neste segmento - que engloba o Sistema costeiro Cananéia-Iguape - e configuração física da paisagem onde se encontra a maior extensão de manguezais do estado de São Paulo.

O Parque Estadual da Ilha do Cardoso (figura 3) está situado neste litoral sul de São Paulo, na divisa com o Paraná, abrange uma área de 151 Km² que está separada do continente pelo canal do Ararapira e Baía do Trapandé (SÃO PAULO, 2001, p. 5).

Fotografia 5 - Ilha do Cardoso, com topos acentuados no interior da ilha e manguezais na planície com influência da maré.



Fonte: acervo pessoal - novembro/2024, PEIC.

Pelas variações do material de origem, relevo e das condições climáticas, os solos no setor mais montanhoso da ilha são bastante heterogêneos, com “solos fortemente até imperfeitamente drenados, de rasos a profundos, de cor bruna ou bruno-amarelada até vermelho escuro, e de alta e baixa saturação por bases e atividade química da fração coloidal” (SÃO PAULO, 2001, p.30), predominando os neossolos litólicos nos topos de morro e os cambissolos nas vertentes em declive. Na compartimentação dos morros arredondados e terraços, há a presença de solos argissolos, e então, na planície costeira, como ambiente sedimentar, se encontram “sedimentos marinhos atuais e sedimentos continentais” (SÃO PAULO, 2001, p.35), predominadas pela fração areia e solos hidromórficos.

O clima nesta área é classificado como “úmido da face oriental e subtropical dos continentes dominado pela massa tropical atlântica” (MONTEIRO, 1973). Pela influência desses sistemas, desde a elaboração do plano de manejo do parque tem-se que “as áreas sob esse domínio tornam-se mais sensíveis à repercussão de eventos climáticos extremos que podem interferir, em diferentes graus, nas atividades da sociedade” (SÃO PAULO, 2001, p.37). Com isso, pesquisas recentes monitoram os manguezais do parque como indicadores

de mudança climática global, destacando impactos de eventos extremos sobre esse ambiente e suas taxas de recuperação (LIMA et al., 2023), a fim de entender como esse ambiente interage com o clima - e as mudanças que são previstas.

Os meses de primavera e verão concentram as dinâmicas atmosféricas mais turbulentas, com maiores temperaturas, pluviosidades, radiação solar e ventos. As temperaturas podem chegar a 37°-40°C no verão, mas mantém uma média de 25°C. Já nos meses de inverno, as médias ficam em torno de 18°C. A pluviosidade na ilha é bastante controlada pelo relevo, apresentando uma diferença entre a área sul - que inclui ilha do Marujá, Enseada da Baleia e Pontal do Leste - que chove 500 mm a mais que a porção norte (SÃO PAULO, 2001, p.39). A média pluviométrica anual, da estação de Iguape (mais próxima ao local) é de 2.000 mm (INMET, 2024) - precipitação acumulada na normal climatológica de 1991 a 2020 - com chuvas mais concentradas entre os meses de janeiro, fevereiro e março, e um período de maior seca entre junho, julho e agosto. A dinâmica de ventos é bem marcada pela maritimidade durante o dia, e com maiores rajadas também na época de chuvas.

A caracterização da área também destaca que “o conjunto de Cananéia-Iguape e a área de proteção ambiental da Juréia representam duas das maiores áreas do país, onde se processa parte do ciclo de reprodução de um grande número de espécies animais” (MUEHE, 1998, p.324). Neste ambiente de destacada biodiversidade, há cinco formações vegetais identificadas no plano de manejo: vegetação pioneira de dunas, vegetação de restinga, floresta pluvial tropical da planície litorânea, floresta pluvial tropical da Serra do Mar e vegetação de mangue (SÃO PAULO, 2001). As principais espécies da flora no parque são: o jatobá, copaíba, cedro, jequitibá, figueira-branca, palmito-juçara, além de uma grande diversidade de orquídeas e bromélias.

Segundo o plano de manejo do parque, de 2001, a floresta pluvial tropical está presente nas encostas e topos mais baixos, ocupando cerca de 74% da área. A floresta pluvial tropical da planície litorânea seria uma transição entre a floresta pluvial e a restinga, com espécies dessas duas formações. A vegetação de restinga é mais dependente do solo que do clima (SÃO PAULO, 2001, p.40), sendo encontrada nas praias (com solo arenoso) com padrão fisionômico florestal da mata seca de restinga (ATLAS, 2018, p.53). Os manguezais ocupam cerca de 8% da ilha, se encontram em locais abrigados e que mantêm a entrada e saída de maré, tendo adaptações às maiores concentrações de salinidade e pouco oxigênio no solo. Nas franjas há a presença de árvores mais altas, enquanto no interior dos bosques uma menor altura média. Importante ressaltar que “os valores de produção para os bosques de

mangue da Ilha do Cardoso situam-se entre os ecossistemas mais produtivos do mundo, contribuindo significativamente para a produtividade pesqueira da região” (SÃO PAULO, p. 41, 2001).

O PEIC é uma das regiões da América do Sul que apresenta maior diversidade de aves limícolas (segundo a Rede Hemisférica de Aves Playeras - RHAP, EUA), além de ser rota de aves migratórias. A fauna se encontra distribuída em função das altitudes e ambientes, com espécies de oceano (como botos cinza e tartarugas marinhas), manguezal (aves e caranguejos, por exemplo) e florestas (como mamíferos maiores). As principais espécies ameaçadas, raras e endêmicas são: mono-carvoeiro, papagaio da cara-roxa, jacutinga, jacu-guaçu, sabiá-cica, jacaré do papo-amarelo, onça pintada, onça parda, lontra, veado mateiro (SÃO PAULO, 2001, p. 45)

Esta descrição do ambiente físico da ilha, feita e exposta no plano de manejo do parque, evidencia a diversidade de ambientes que se formam ali, com elevada biodiversidade de formações vegetais e animais que ocupam estas paisagens.

A ocupação na Ilha do Cardoso, assim como qualquer localização em escala mais “pontual”, está relacionada ao histórico da região como um todo, das ocupações tradicionais, dos fluxos migratórios e ciclos econômicos. A região era povoada pelos guaianases e carijós, esses primeiros habitantes ficaram reconhecidos como “homens dos sambaquis”, pela formação desses “depósitos” de conchas e restos indicativos de ocupações antigas. Segundo o plano de manejo do parque, há 11 sambaquis georreferenciados (SÃO PAULO, 2001, p. 62), que indicam uma ocupação na ilha de cerca de 6.000 anos atrás.

A ocupação portuguesa foi bastante incisiva no litoral, incluindo o sul de São Paulo, que buscando colonizar, inseriu a região nos ciclos da mineração, do arroz e da construção naval (SÃO PAULO, 2001, p.15). No plano de manejo do parque, tem-se que no século XX havia mais habitantes na Ilha do Cardoso do que em Cananéia “devido à abundância de peixes e água potável, fertilidade do solo e, a riqueza de fauna e flora” (SÃO PAULO, 2001, p.15), evidenciando a busca por benefícios oferecidos pelos ecossistemas para a ocupação e bem-estar humano - serviços ecossistêmicos.

Atualmente, os ocupantes da ilha se concentram nas planícies e são na maioria caiçaras (94,7%), há alguns veranistas e indígenas da etnia guaranymyá, compondo um total de 455 pessoas - em 2001 (ano do plano de manejo do parque). Assim, há uma manutenção de tradições e formas de vida que perpassam gerações. Essa população se baseia

principalmente nas atividades da pesca e do turismo, além de um resquício de agricultura no caráter de subsistência (SÃO PAULO, 2001, p.54).

4.1.3 disponibilidade de dados para pesquisa

As unidades de conservação, além do papel de manutenção de serviços ecossistêmicos, estimulam e permitem a aproximação para fins de investigação. Assim, o parque estadual em estudo é uma área de relevante interesse científico por conservar ecossistemas em sua estrutura e funcionamento. Além disso, são áreas que preveem a comunicação entre gestores/agentes de unidades e as instituições de pesquisa.

Muitos estudos encontrados sobre os manguezais do parque são da relação entre ambientes alterados e conservados, sendo estes últimos localizados em áreas de conservação. Além disso, pela presença de comunidades tradicionais, muitas investigações são realizadas sobre e/ou com estas populações, visando uma melhoria na visibilidade e importância da sociodiversidade.

Com isso, a pesquisa foi realizada justamente pela existência de dados. Mobilizada pelo interesse científico na área e pelo grande número de pesquisas, fez-se importante trabalhar com o que já está sendo feito e dialogado sobre os manguezais do PEIC e SCCI.

4.2 Quem se beneficia com os serviços ecossistêmicos?

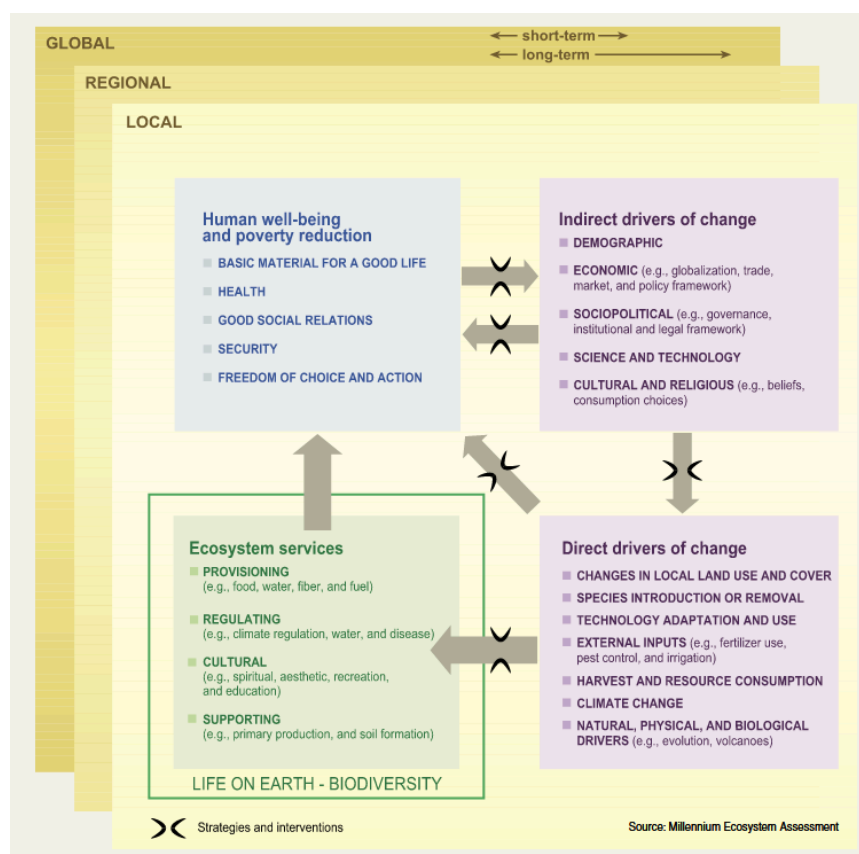
Os serviços ecossistêmicos, como anteriormente discorridos, podem ser entendidos pela relação de bem-estar que populações podem usufruir de ambientes com suas funções equilibradas. É também importante levar em consideração que “os ecossistemas não podem proporcionar quaisquer benefícios às pessoas sem a presença de pessoas (capital humano), das suas comunidades (capital social) e do seu ambiente construído (capital construído) (COSTANZA et al., 2014).

Na Avaliação ecossistêmica do milênio (MEA, 2005), as relações estabelecidas entre sociedade e ambiente são (i) fatores de mudança, diretos ou indiretos, que podem incidir sobre os (ii) ecossistemas e seus serviços, influenciando, portanto, no próprio (iii) benefício ou bem estar que as pessoas podem utilizar - relação de demanda (usos sociais) e disponibilidade (conservação do ecossistema).

Nesse ciclo, os serviços tanto possibilitam usos e ocupações em determinados lugares, quanto limitam se já não conseguem suprir alguma demanda. Por isso, a importância de nomear e saber quem se beneficia e também quem (qual modelo de sociedade) altera

determinadas funções - pelos fatores de mudança (como demografia, economia, tecnologia, cultura, uso do solo, espécies invasoras, mudança climática, entre outros). A figura 4 a seguir, apresenta o esquema da avaliação ecossistêmica do milênio sobre essas relações.

Figura 4 - Inter-relações entre serviços, bem-estar humano e fatores de mudança.



Fonte: MEA, 2005

Asmus et al. (2018) constroem uma “matriz ecossistêmica” como parte de uma metodologia mais simplificada, ainda que sistêmica, para aplicação na perspectiva de gestão com base ecossistêmica (GBE). Nesta matriz, inclui os principais serviços gerados, os benefícios para a dinâmica socioeconômica e os atores sociais beneficiados. Uma aplicação bastante útil desse caminho foi feita por Simões et al. (2015) que, além de estimar o valor social dos SE, também avaliou a vulnerabilidade em relação à possível perda dos serviços ecossistêmicos por alterações climáticas.

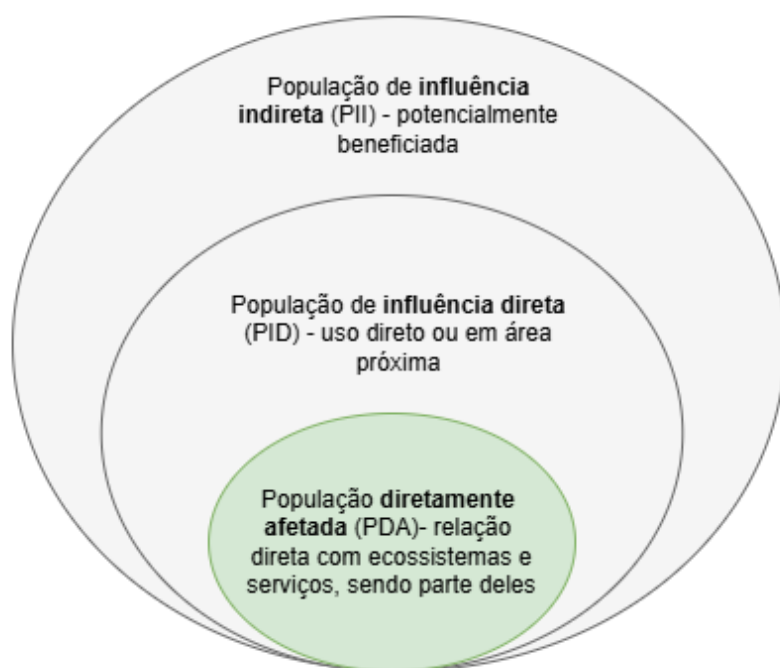
A partir destas reflexões, entende-se a importância de localizar os sujeitos que se beneficiam dos serviços identificados neste estudo, especialmente para uma compreensão da população que é hoje beneficiada, mas que pode ser vulnerável se houver perda desses serviços por mudanças climáticas e/ou outros fatores. Esta etapa deve ser entendida como

uma contextualização dos serviços no parque e não um estudo sobre os beneficiários e cadeias de relação entre ecossistemas e usos - o que poderia ser um outro trabalho.

Para isso, a partir da instrução normativa nº125 do IBAMA (2006), que define procedimentos para implantação de recifes artificiais na gestão de recursos pesqueiros, foi feita uma adaptação sobre as três categorias de áreas para três categorias de populações. Esta proposta partiu da orientação nesta pesquisa.

Os beneficiários de serviços dos manguezais do PEIC podem ser (i) a População diretamente afetada (PDA) - que se relaciona diretamente com o ecossistema e seus serviços, muitas vezes sendo parte deles (como serviços culturais de manutenção de cultura e tradição); (ii) a População de influência direta (PID) - pessoas que recebem diretamente o serviço, ou, que estejam circunscritas na área de abrangência do parque (considerando o município de Cananéia); e por fim a (iii) População de influência indireta (PII) - pessoas real ou potencialmente beneficiadas pelos serviços; que podem não consumir materiais ou ocupar aquele espaço, mas se beneficiam na manutenção do ecossistema. A figura 5 foi montada como um esquema representativo das escalas e abrangências dos serviços em relação à população.

Figura 5 - Esquema representativo da relação dos beneficiários com os serviços ecossistêmicos dos manguezais estudados.



Fonte: esquema representativo elaborado pela autora.

A população de influência direta pode ser considerada a comunidade que habita no parque, além de população próxima e turistas. O primeiro grupo, de moradores do parque, são quem realiza as atividades de pesca e cultivo de ostra e camarão, garantindo o bem-estar pelos serviços de provisão. Atualmente, há seis comunidades caiçaras habitando o parque, compondo uma população de 465 moradores. A proteção oferecida pelos manguezais é uma garantia para a possibilidade de morar na ilha, além de filtração e regulação climática local. Além destes exemplos, os serviços culturais identificados na ilha estão correlacionados com as comunidades, pela reprodução dos modos de vida e os saberes locais, sendo também beneficiados pelo turismo. Assim, os moradores próximos e turistas também estão em influência direta de contato com parque e com produtos (como frutos do mar).

A população diretamente afetada é considerada a que possivelmente se beneficia, como moradores de Cananéia (12.289 habitantes - IBGE, 2022), ou de regiões próximas, que podem ter frutos do mar disponíveis no mercado. Esta inferência pode ser construída pela relevância da pesca artesanal em Cananéia, que corresponde a 60% do total pescado (SÃO PAULO, 2001, p.55), possivelmente com origem dos sistemas costeiros conservados. Também se beneficiam turistas no parque e pesquisadores que estimulam investigações científicas.

A população de influência indireta seria em uma escala mais geral, considerando o bem-estar pela conservação do ambiente. Pode-se ultrapassar limites do parque e município ao pensar no benefício planetário que os manguezais realizam ao capturar e armazenar carbono na atmosfera, sendo um dos principais ecossistemas na mitigação ao aquecimento global.

4.2 Aproximação com pesquisas e abordagens de serviços ecossistêmicos no PEIC

Para traçar a aproximação com a área de estudo, o sistema costeiro Cananéia-Iguape, apesar de inserido num contínuo de áreas de proteção e como Reserva da Biosfera, pela UNESCO (DE MAHIQUES et al., 2009), apresenta um histórico de ocupação, com a abertura do canal do Valo Grande², que impactou as dinâmicas hidro sedimentares (SOUZA; OLIVEIRA, 2016). Assim, muitos estudos da área partem deste impacto, pela análise do histórico de sedimentação traça-se a intenção de entender dinâmicas passadas e atuais

² No século XIX, o porto de Iguape era importante para a região, por onde escoava a produção do vale do Ribeira a partir do Rio Ribeira de Iguape. Assim, foi criado um canal de ligação, chamado Valo Grande, entre o Mar Pequeno e o Rio Ribeira de Iguape, a fim de facilitar esse transporte (SANTOS, 2014). No entanto, essa abertura alterou os padrões de drenagem e sedimentação, causando assoreamento do canal original do rio Ribeira. Sendo assim, é um dos “principais exemplos de interferência antrópica no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape” (LIMA, 2014, p.46).

(CORNAGGIA et al., 2018; CUNHA-LIGNON et al., 2009; DE MAHIQUES et al., 2009), incluindo inclusive estudos em relação ao avanço do nível do mar na região (MARENGO et al., 2022).

Além dos estudos de enfoque químico, mineralógico e sedimentológico, os manguezais do litoral sul de São Paulo são bastante estudados em seu funcionamento, estrutura e dinâmicas com foco biológico e no ecossistema (CUNHA-LIGNON, 2005; CUNHA-LIGNON et al., 2009, 2011; SCHAEFFER-NOVELLI et al., 1990). Além desta, é bastante marcante a perspectiva do monitoramento desse ecossistema, o que garante bases aprofundadas sobre funcionamento pretérito e atual, com perspectiva de garantir um bom entendimento de cenários futuros. Dentro destas pesquisas, estão o monitoramento de parcelas permanentes para acompanhamento da estrutura do bosque e funções do manguezal (CUNHA-LIGNON; LIMA, 2021; CUNHA-LIGNON et al., 2010), além do acompanhamento microclimático no viés de que mudanças nos atributos climáticos estão em direta relação com estruturas da borda e do interior do mangue (LIMA et al., 2021; 2023).

A partir deste histórico dos estudos na região, pesquisas também têm utilizado de métodos de sensoriamento remoto (CUNHA-LIGNON; KAMPEL, 2011; CONTI et al., 2016; PEREIRA et al., 2012), tanto para identificação de determinados recortes como para monitoramento no acompanhamento de mudanças nas dimensões temporal e espacial, incluindo o mapeamento de clareiras na dinâmica do bosque (BISPO et al., 2023; SILVA et al., 2024). Além disso, mais recentemente aparecem os estudos de serviços ecossistêmicos, como a investigação de taxas de sequestro e armazenamento de carbono (serviço de regulação) dos manguezais do sistema costeiro Cananéia-Iguape (ROVAI et al., 2021), assim como a valoração econômica deste serviço na mesma delimitação espacial (FERREIRA, 2022). Ambos realizando pesquisas no recorte específico de um dos serviços prestados.

Uma proposta de maior abrangência sobre os SE é feita por Ferreira (2022) a partir da valoração na Área de Proteção Ambiental Cananéia-Iguape-Peruíbe, buscando métodos que melhor se adequem aos serviços identificados. Pela relação com o histórico da área estudada, propôs realizar uma mensuração dos efeitos de metais pesados e mineração e seus impactos nos serviços, além de aplicar um modelo de compensação ambiental para os próprios SE estudados.

Outra importante contribuição é feita por Garcia (2019) ao incluir a geodiversidade na identificação e classificação dos SE no litoral de São Paulo. Assim, propõe a definição dos ecossistemas, classificação da geodiversidade e dos serviços ecossistêmicos - estando essencialmente ligados aos fatores abióticos do meio. Como resultado, identificou 56 serviços

ecossistêmicos - classificados em regulação, apoio, provisão e cultural - além de indicar futuros trabalhos com a necessidade de “diagnósticos sobre a geoconservação em cada sub-região ou município específico, detectando fragilidades e lacunas e projetando soluções” (GARCIA, 2019, p.1265), visando entendimento de localizações prioritárias para conservação, manejo ou restauração.

5 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS

5.1 Revisão bibliográfica - Metassíntese

Para a possibilidade de identificar os serviços, optou-se por uma revisão bibliográfica sobre os estudos na área do Sistema Estuarino Lagunar Cananéia-Iguape, incluindo e enfatizando a delimitação do PEIC. Essa busca teve como objetivo a organização de referências que estudaram ou indicam sobre a presença de serviços ecossistêmicos nos manguezais do parque e região. As revisões bibliográficas têm ganhado destaque por sua importância, no embasamento teórico-metodológico ou como o próprio desenvolver da pesquisa, visto o cenário atual de elevada produção científica. São metodologias inicialmente usadas na área da saúde, estabelecidas na década de 90 que possibilitaram identificar padrões importantes quando analisados em conjunto (HADDAWAY; PUPLLIN, 2014). Este tipo de pesquisa também passou a ser utilizado em outras áreas da ciência, como na conservação e gestão ambiental “para fornecer aos tomadores de decisão evidências sólidas sobre a eficácia das intervenções de gerenciamento e políticas e sobre o impacto de atividades humanas no ambiente natural” (HADDAWAY; PUPLLIN, 2014).

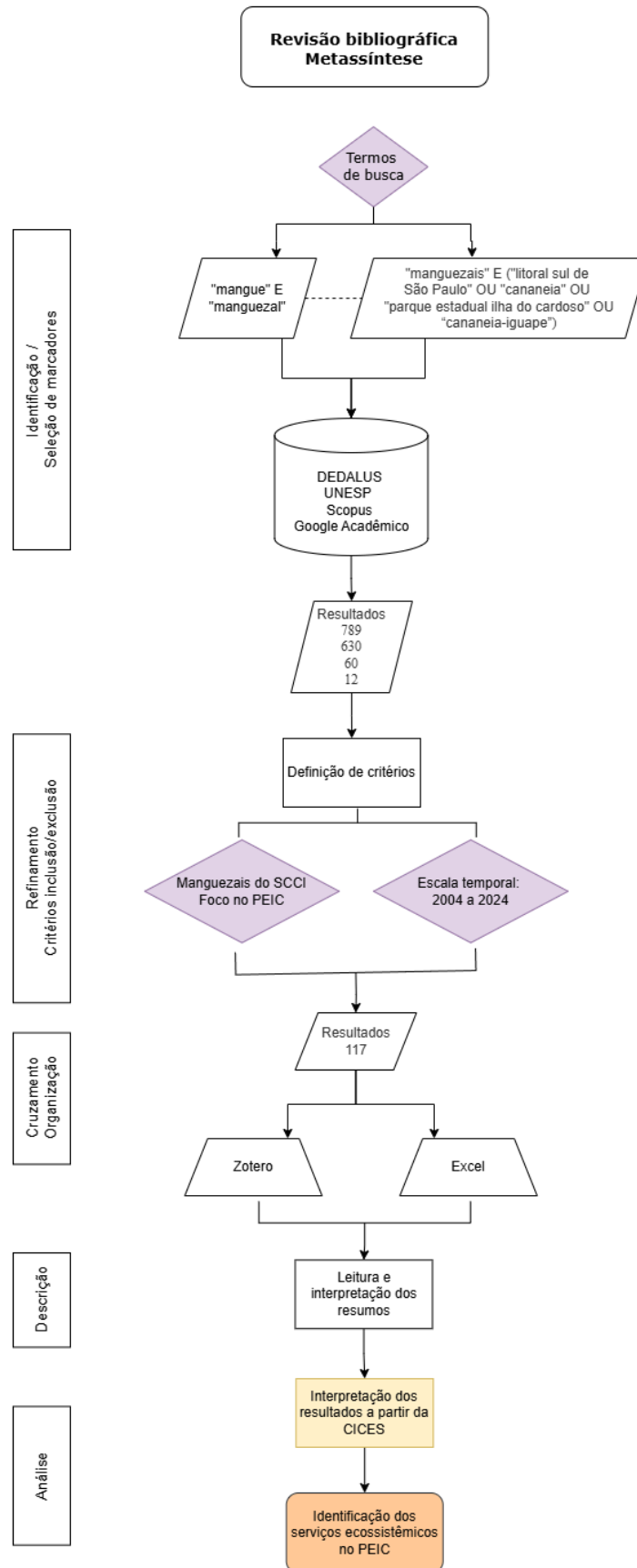
Na escolha de qual tipo de revisão utilizar, considera-se a que melhor se encaixa nos objetivos e possibilidades do trabalho, visto que há um grande leque de possibilidades com suas potencialidades e fraquezas. Canuto e Oliveira (2020) apresentam sobre os métodos de revisão bibliográfica, indicando que uma revisão sistemática pode ser unida à meta-análise, quando busca uma “síntese quantitativa de determinada produção, a qual permite o tratamento estatístico” (CANUTO; OLIVEIRA, 2020, p.88).

Ao realizar o trabalho, esses métodos de revisão foram mobilizados a fim de um embasamento de qual melhor se adequa ao objetivo deste trabalho. A revisão como “**metassíntese**” configura o que foi elaborado, por realizar uma síntese dos estudos de forma sistematizada, com o interesse de “conduzir a uma análise crítica das amplas interpretações dos estudos examinados como um todo” (COOK, MULROW, HAYNES, 1997). É uma forma

de revisão que segue etapas sequenciais, com a **(i)** definição do objeto de estudo - os serviços ecossistêmicos dos manguezais do Parque Estadual da Ilha do Cardoso. A **(ii)** a seleção das bases de dados em que se realizará a busca - optou-se por buscas nas bases de teses e dissertações da USP (“DEDALUS”) e UNESP, além de artigos no Scopus e Google Acadêmico. Em terceiro ponto, faz-se a **(iii)** escolha de tipos de documentos - neste caso foram incluídos artigos, teses e dissertações. E por fim, são selecionados **(iv)** os estudos que tratam do objetivo pretendido - com critérios de inclusão e exclusão (CANUTO; OLIVEIRA, 2020).

Nesta última etapa de seleção, o trabalho de Bastos (2013) propõe ainda outras 5 fases, que serão identificadas já com a descrição do que foi realizado. Este caminho metodológico percorrido está resumido em um fluxograma de trabalho (figura 6) expresso a seguir:

Figura 6 - Fluxograma da revisão bibliográfica realizada.



Fonte: elaborado pela autora.

O primeiro passo é a **(a) definição dos marcadores** de busca nas bases selecionadas, assim, optou-se pelos termos “manguezais” e “mangue” nas plataformas DEDALUS (banco de referências da USP) e no repositório UNESP. Já no Google Acadêmico e no Scopus³, foi usada a chave: *"manguezais" E ("litoral sul de São Paulo" OU "cananeia" OU "parque estadual ilha do Cardoso" OU "Cananéia Iguape")*.

Na primeira busca na plataforma DEDALUS, optou-se por já pesquisar em institutos que se esperava encontrar resultados, assim, 7 trabalhos selecionados foram da FFLCH (Faculdade de Filosofia Letras e Ciências Humanas), 6 do IO (Instituto Oceanográfico) e 8 da ESALQ (Escola Superior Agricultura Luiz de Queiroz). Em conversa com pesquisadoras parceiras, entendeu-se a necessidade de uma maior abrangência dessa busca, utilizando então o termo “mangue” e englobando todas as faculdades e institutos da USP. Dessa forma, o total encontrado foi de 789 resultados, que passaram pelos critérios de inclusão/exclusão. Os que se repetiram, da primeira busca e da base do Scopus, foram excluídos.

No repositório da UNESP, a procura geral (em todos os institutos) resultou em 630 trabalhos. Na busca no Google Acadêmico, o termo com destaque para a área de estudo se fez bastante importante para delimitar as pesquisas de interesse para o trabalho, resultando em 12 pesquisas. No Scopus, seguiu-se por esse mesmo caminho, com 60 trabalhos.

A segunda etapa é de **(b) refinamento**, que “deve aumentar a qualidade e consistência da amostra e reduzir seu volume” (BASTOS, 2013).

Nas buscas da UNESP, por exemplo, grande parte dos trabalhos encontrados não respondiam aos termos buscados e, portanto, apenas 7 foram incluídos na análise. Para refinar a busca, afunilou-se para palavras-chave, primeiro com “mangue”, que trouxe apenas 3 pesquisas, estas que não respondiam aos critérios de inclusão. Na busca por “manguezais” foram 17 resultados, sendo que 2 foram incluídos.

Nesta etapa, também se inserem os critérios previamente definidos de inclusão e exclusão das referências analisadas. Assim, o principal objetivo foi encontrar estudos em manguezais localizados no litoral sul de São Paulo, com foco no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape. Quando os estudos englobam manguezais de São Paulo, de forma mais geral, foi feito o aferimento se havia relação ou referência ao Parque Estadual da Ilha do Cardoso ou ao Sistema Costeiro Cananéia-Iguape. As pesquisas referentes a outros manguezais específicos, como de Bertioga e Santos, foram excluídas, para não incorrer em

³ Nesta base de dados os termos foram buscados em inglês.

generalizações dos manguezais - visto que podem variar a depender do setor do litoral onde se encontram.

Além disso, definiu-se o recorte temporal entre 2004 e 2024, visando abranger 20 anos de pesquisas na área de estudo, tendo como base a definição de serviços ecossistêmicos pela Avaliação Ecossistêmica do Milênio, que data de 2005.

Na junção das plataformas de busca e critérios de inclusão e exclusão, é importante pontuar escolhas que definiram a organização da base de referências construída. Em primeiro lugar, poucos trabalhos não foram considerados, apesar de se encaixarem nos critérios, pela impossibilidade de acesso ao trabalho completo. No entanto, três destes indisponíveis integralmente, tinham seus resumos na própria plataforma DEDALUS, o que permitiu sua inclusão para identificação. Alguns artigos referentes a estudos expressos em dissertações e teses foram excluídos, pela interpretação de que seria uma duplicação do mesmo resultado e, portanto, o mesmo serviço a ser identificado.

A etapa de **(c) cruzamento** pretende a organização das referências incluídas. Neste trabalho, as pesquisas foram salvas no software Zotero e organizadas em planilha Excel com a identificação do local de busca, nomes dos autores, ano, tipo de trabalho, palavras-chave, localização do estudo e resumo. A partir da inclusão da referência seguindo os critérios de inclusão, os resumos foram base para identificação do serviço a que a pesquisa se refere.

Bastos (2013) ainda define a fase de **(d) descrição**, uma descrição das informações principais, e **(e) análise**, que “prevê a compreensão aprofundada do conteúdo dos documentos”. Nesta etapa em que é possível o alcance do que se encontra nos documentos sistematizados, gerando uma “ação interpretativa e proporciona a superação da síntese, o que viabiliza a [...] proposição de um novo conhecimento gerado com base no que já se tem produzido (CANUTO; OLIVEIRA, 2020).

Nesta etapa, em que já contava com 117 referências organizadas, ainda ocorreu algum refinamento e escolhas a partir da interpretação e análise, como a exclusão de dois estudos de contaminação por não indicarem serviços - apenas teores de determinado contaminante - e outros dois estudos voltados à identificação de floresta de mangue por sensoriamento remoto - por entender que buscam a espacialização do ecossistema e não seu funcionamento. A partir das exclusões, **112 trabalhos** representam os dados que embasaram a identificação dos serviços.

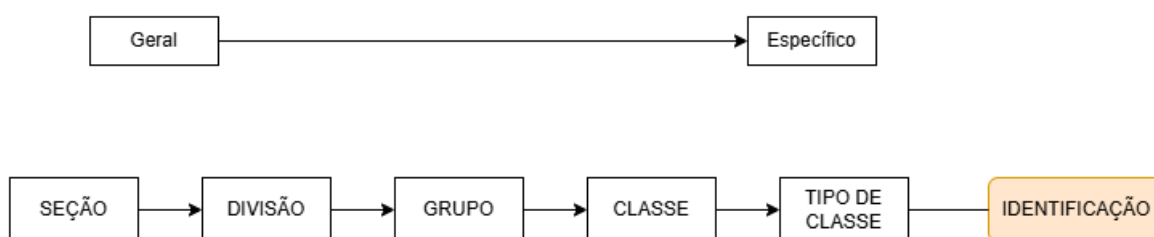
Assim, nessas duas etapas finais, os resumos foram lidos e interpretados a fim de identificar sobre os serviços ecossistêmicos a que se referem. Com essa base organizada, fez-se possível utilizar a metodologia CICES (*The Common International Classification of Ecosystem Services* V5.1), proposta por Haines-Young e Potschin (2018), para este fim.

5.2 Common International Classification of Ecosystem Services (CICES)

Como foi discutido anteriormente sobre um histórico das abordagens e organizações ligadas ao conceito de serviços ecossistêmicos, cabe nesta etapa uma melhor especificação da Classificação Comum Internacional de Serviços Ecossistêmicos (CICES), que foi aplicada neste trabalho. Como foi criada pela agência europeia, esta ferramenta apresenta as potencialidades a que foi proposta, uma classificação ampla e capaz de padronização para comunicação entre partes.

Este caminho metodológico propõe uma hierarquia que parte das três **seções** - definidas em serviços de provisão, regulação/manutenção e culturais - para **divisão**, seguida de **grupos**, e por fim, **classes**. A intenção desta organização é que possa ser utilizada em diferentes escalas, além de comunicar os estudos globais aos locais. A hierarquia parte do geral ao mais específico, como é ilustrado no esquema a seguir (figura 7) adaptado de Haines-Young e Potschin (2018):

Figura 7 - Esquema da hierarquia de classificação de serviços proposta pela CICES.



Fonte: Adaptado de Haines-Young e Potschin (2018).

A estrutura também permite, e sugere, que “o sistema deveria utilizar, sempre que possível, uma terminologia com a qual as pessoas estivessem familiarizadas” (Haines-Young e Potschin; 2018), abrindo espaço para especificidades de cada local, além de nomenclaturas e relações que façam sentido por quem investiga e com quem comunica.

Nesta etapa do trabalho, utiliza-se a tabela que a própria organização (CICES) disponibiliza⁴. Assim, fica possível e facilitado realizar o trabalho de leitura dos resumos de trabalhos selecionados para a identificação de quais serviços estão sendo evidenciados. Para isso, a tabela funciona como um “quebra-cabeça” em que se encaixa a referência na seção, divisão, grupo ou classe em que ela melhor corresponde. Esta hierarquia se mostra bastante útil quando há uma maior dificuldade em identificar o serviço, assim, o detalhamento a nível de classe permite tirar dúvidas que poderiam interferir se a identificação fosse feita apenas pela seção (escala mais ampla). Assim, a metodologia CICES foi escolhida para nortear a organização do *check list* de serviços, que foram encontrados na busca bibliográfica por metassíntese e podem ser classificados.

É importante ressaltar que, nesta etapa de leitura e síntese para identificação dos serviços ecossistêmicos, foi interpretado que algumas referências indicam mais de um tipo de SE - como a importante relação encontrada entre provisão e culturais (TINOCO, 2023; CHELIZ et al., 2022; CHUPIL et al., 2022), que será melhor explicada. Por isso, houve uma duplicação de algumas referências, compondo uma base de dados de **123 trabalhos** - e não apenas 112.

5.3 Trabalhos de campo

O trabalho de campo na geografia se constitui como importante pilar metodológico para as pesquisas nessa área, centradas no “interesse pela dimensão espacial dos fenômenos que estudam” (FRIAS, 2019). Nesta ciência, o campo se embasa no próprio espaço estudado e vivido, incorporando as dimensões de lugar, paisagem e território, sendo assim, é um “instrumento chave para a superação de dicotomias” (SERPA, 2017), de aspectos físicos e humanos, já que precisa envolver uma compreensão total dos fenômenos que ocorrem e interagem em determinado espaço em que se realiza um trabalho.

Na abordagem de estudo de serviços ecossistêmicos, é fundamental um conhecimento também de campo sobre a área de estudo, que permite integrar os saberes sobre o ecossistema (manguezal) com as dinâmicas da paisagem, como uso e ocupação do entorno, relações da comunidade com o meio, percepções sobre turismo, entre outras áreas. Como é muito evidenciado por pesquisadores (COSTANZA et al., 2017) e organizações (MEA, 2005), só há serviço se há gente. Assim também, um dos serviços culturais é de possibilitar a investigação

⁴ <https://cices.eu/resources/>

científica, que existe preferencialmente com pesquisadores em campo, contribuindo com a conservação do ambiente estudado.

Por fazer parte de um projeto de pesquisa do CNPq⁵, contar com apoio financeiro e com pesquisadores de áreas relacionadas, foi possível a realização de trabalhos de campo. Para esta pesquisa, os objetivos foram de observação e checagem de serviços, assim, além da identificação pela literatura, também foram evidenciados *in loco*.

Em abril de 2024 foi realizado um trabalho de campo com base no núcleo Marujá, na Ilha do Cardoso. Neste momento, o caráter foi exploratório, com estudantes de diferentes níveis (graduação e pós) e pesquisadores, com a intenção de aproximação aos estudos costeiros e manguezais.

Em novembro de 2024 o campo foi mais específico nos manguezais, sendo do próprio grupo de pesquisa, o que permitiu um olhar mais atento ao estado de conservação dos ambientes estudados. Os serviços foram checados a partir de observação e comunicação entre pesquisadores da área.

6. RESULTADOS E DISCUSSÃO

Os serviços ecossistêmicos no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, foram identificados a partir de base de dados secundária, com um banco sistematizado com 112 pesquisas. Este número foi encontrado a partir da metodologia de revisão aplicada, com os critérios de incluir estudos nos manguezais do PEIC entre os anos de 2004 e 2024. Assim, a organização dos trabalhos incluídos no Excel, permitiu a visualização das informações importantes, como ano, autores, palavras-chave e resumo. Esta mesma tabela foi relacionada à organização da CICES, que disponibiliza um esquema para uso e aplicação (figura 8).

A partir disso, foi feita a interpretação dos resultados, construindo uma outra coluna dos serviços a partir da identificação e quais referências sustentam essa classificação. Estas tabelas geradas serão apresentadas no resultado de cada tipo de serviço identificado.

⁵ Chamada CNPq/MCTI-nº 10/2023 – Universal: “Análise integrada do impacto de eventos climáticos em manguezais no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape: monitoramento e processos de recuperação”.

Figura 8 - Representação da tabela CICES para uso na identificação e classificação de SE.

CICES V5.1

01/01/2018 (includes water)

Section	Division	Group	Class	Code	Class type	V4.3 Equivalent	Code(4.3)
Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated terrestrial plants for nutrition, materials or energy	Cultivated terrestrial plants (including fungi, algae) grown for nutritional purposes	1.1.1.1	<i>Crops by amount, type (e.g. cereals, root crops, soft fruit, etc.)</i>	<i>Cultivated crops</i>	1.1.1.1
Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated terrestrial plants for nutrition, materials or energy	Fibres and other materials from cultivated plants, fungi, algae and bacteria for direct use or processing (excluding genetic materials)	1.1.1.2	<i>Material by amount, type, use, media (land, soil, freshwater, marine)</i>	<i>Fibres and other materials from plants, algae and animals for direct use or processing</i>	1.2.1.1
Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated terrestrial plants for nutrition, materials or energy	Cultivated plants (including fungi, algae) grown as a source of energy	1.1.1.3	<i>By amount, type, source</i>	<i>Plant-based resources</i>	1.3.1.1
Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated aquatic plants for nutrition, materials or energy	Plants cultivated by in-situ aquaculture grown for nutritional purposes	1.1.2.1	<i>Plants, algae by amount, type</i>	<i>Plants and algae from in-situ aquaculture</i>	1.1.1.5
Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated aquatic plants for nutrition, materials or energy	Fibres and other materials from in-situ aquaculture for direct use or processing (excluding genetic materials)	1.1.2.2	<i>Plants, algae by amount, type</i>	<i>Plants and algae from in-situ aquaculture</i>	1.1.1.5
Provisioning (Biotic)	Biomass	Cultivated aquatic plants for nutrition, materials or energy	Plants cultivated by in-situ aquaculture grown as an energy source	1.1.2.3	<i>Plants, algae by amount, type</i>	<i>Plants and algae from in-situ aquaculture</i>	1.1.1.5
Provisioning (Biotic)	Biomass	Reared animals for nutrition, materials or energy	Animals reared for nutritional purposes	1.1.3.1	<i>Animals, products by amount, type (e.g. beef, dairy)</i>	<i>Reared animals and their outputs</i>	1.1.1.2
Provisioning (Biotic)	Biomass	Reared animals for nutrition, materials or energy	Fibres and other materials from reared animals for direct use or processing (excluding genetic materials)	1.1.3.2	<i>Material by amount, type, use, media (land, soil, freshwater, marine)</i>	<i>Materials from plants, algae and animals for agricultural use</i>	1.2.1.2
Provisioning (Biotic)	Biomass	Reared animals for nutrition, materials or energy	Animals reared to provide energy (including mechanical)	1.1.3.3	<i>By amount, type, source</i>	<i>Animal-based resources & Animal-based mechanical energy</i>	1.3.1.2 & 1.3.2.1
Provisioning (Biotic)	Biomass	Reared aquatic animals for nutrition, materials or energy	Animals reared by in-situ aquaculture for nutritional purposes	1.1.4.1	<i>Animals by amount, type</i>	<i>Animals from in-situ aquaculture</i>	1.1.1.6

Nota: Tabela CICES disponibilizada para identificação de serviço.

Fonte: Common International Classification of Ecosystem Services - CICES - (Haines-Young e Potschin, 2018) - <https://cices.eu/>. Acesso em: 20 fev. 2025.

Revisões recentes sobre serviços ecossistêmicos e zonas costeiras ou SE e manguezais identificam um histórico das publicações, com grande número de publicações a partir de 2015 - 10 anos depois da publicação da avaliação ecossistêmica do milênio (BIMRAH et al., 2022; SOUZA et al., 2023). Além disso, apresentam que os estudos de caso são as metodologias mais utilizadas (SOUZA et al., 2024). Sobre os manguezais, os serviços mais evidenciados são o de sequestro e armazenamento de carbono e provisão, para alimentação (BIMRAH et al., 2022), além do serviço de proteção costeira (SOUZA et al., 2023).

Essas revisões evidenciam que os serviços de regulação dos manguezais são os mais investigados, tanto em escala local quanto em relação ao global (BIMRAH et al., 2022). Esse resultado é influenciado pelas “projeções sobre o aumento do nível médio do mar e as consequências para a vida humana, colocando em risco os benefícios proporcionados pelos serviços ecossistêmicos.” (SOUZA et al., 2024, p.8). Os serviços culturais seguem ainda sendo os menos estudados nessas áreas, com uma constatação de que eram quase inexistentes até 2010 (BIMRAH, et al., 2022).

Nesta mesma tendência, dentre as 123 identificações de serviço, os resultados obtidos (gráfico 1) reforçam o maior número de referências (82) sobre serviços de regulação/manutenção, tanto do meio biótico como abiótico (66,7%). Seguido dos serviços de provisão, identificados a partir de 26 investigações (21,1%), e 15 que se relacionam aos culturais (12,2%).

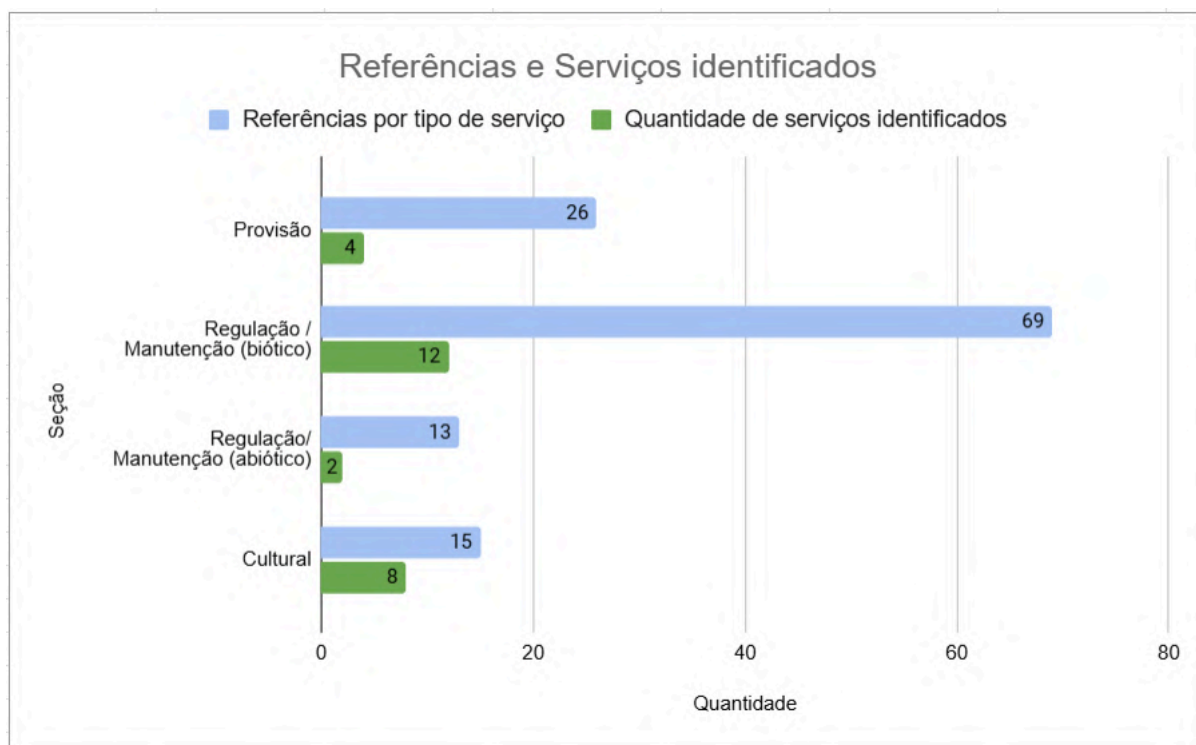
A partir de 123 trabalhos para a identificação, foram classificados 26 serviços dos manguezais do PEIC. O elevado número de referências sobre SE de regulação também reflete na quantidade identificada sendo 14 no total, com exemplos de proteção costeira, funcionamento do bosque, circulação de nutrientes, entre outros. No PEIC, foi interessante a sistematização de 26 estudos sobre serviços de provisão, mas que englobam apenas 4 serviços, sendo eles de pesca, produção de peixes, ostras e camarão, biodiversidade e diversidade genética. Já as pesquisas relacionadas aos serviços culturais, apesar de em menor número (15) se desdobram e representam 8 serviços, como de sustentabilidade, turismo, identidade cultural, investigação científica e outros.

O gráfico 1 resume esses resultados, relacionando as referências por tipo de serviço e quantos foram identificados. Assim, a identificação realizada comunica com alguns dos serviços centrais dos manguezais indicados por Costanza et al. (1997) como

pesca, proteção costeira, proteção contra sedimentação, produção de madeira, indicador de risco ambiental, armazenamento de carbono, valor estético, alimento, ecoturismo e recreação, redução da poluição, produção de mel,

biorremediação através da água, recursos energéticos, forragem e produtos farmacêuticos (RABELO, 2014).

Gráfico 1 - Quantidade de referências e serviços identificados por seção.



Fonte: elaborado pela autora.

Após a classificação dos serviços de cada referência, foi realizado um processo de interpretação e junção de estudos e indicadores que levam aos mesmos SE. Assim, apesar do ideal de comunicação e disponibilização dos trabalhos locais a nível mundial para as trocas, é também imprescindível e reconhecido pelas organizações (MEA, TEEB e CICES) a nomenclatura própria, que faça sentido ao ambiente estudado e ao pesquisador.

Foi realizado, então, um tabelamento (tabela 1) com a relação da quantidade de serviços por seção (provisão, regulação ou cultural), a quantidade de referências que embasam essa interpretação e sua identificação.

Tabela 1 - Resumo das seções de serviço com número de referências encontradas, quantidade de serviços identificados e suas categorizações.

SEÇÃO	DEFINIÇÃO: HEINES-YOUNG; POTSCHIN (2018)	REFERÊNCIAS	SERVIÇOS	IDENTIFICAÇÃO
Provisão	"materiais nutricionais e não nutricionais e as saídas energéticas dos sistemas vivos, bem como as saídas abióticas (incluindo a água)"	26	4	Pesca Produção de peixes, ostra e camarão Biodiversidade Diversidade genética
Regulação/Manutenção (biótico)	"as formas pelas quais os organismos vivos podem mediar ou moderar o ambiente que afeta a saúde, a segurança ou o conforto humano, juntamente com equivalentes abióticos"	69	12	Filtração Proteção costeira Sequestro e armazenamento de Estrutura/funcionamento do bosque Biodiversidade Reprodução de espécies Sustentabilidade Manutenção da cadeia trófica Ciclagem de nutrientes Formação do solo Regulação do clima local Manutenção e reprodução (fixação e expansão) do ecossistema
Regulação/Manutenção (abiótico)		13	2	Regulação das condições físicas (sedimento, maré e salinidade) História ambiental
Cultural	"os resultados não materiais que afetam os estados físicos e mentais das pessoas; incluindo os valores de uso indireto, atividades intelectuais, saberes tradicionais, relações culturais (simbolismo, festividade, religiosidade), turismo e recreação"	15	8	Sustentabilidade Turismo Beleza cênica História socio-cultura Reprodução dos saberes da comunidade tradicional Investigações científicas Identidade cultural Reprodução do modo de vida

Fonte: elaborado pela autora.

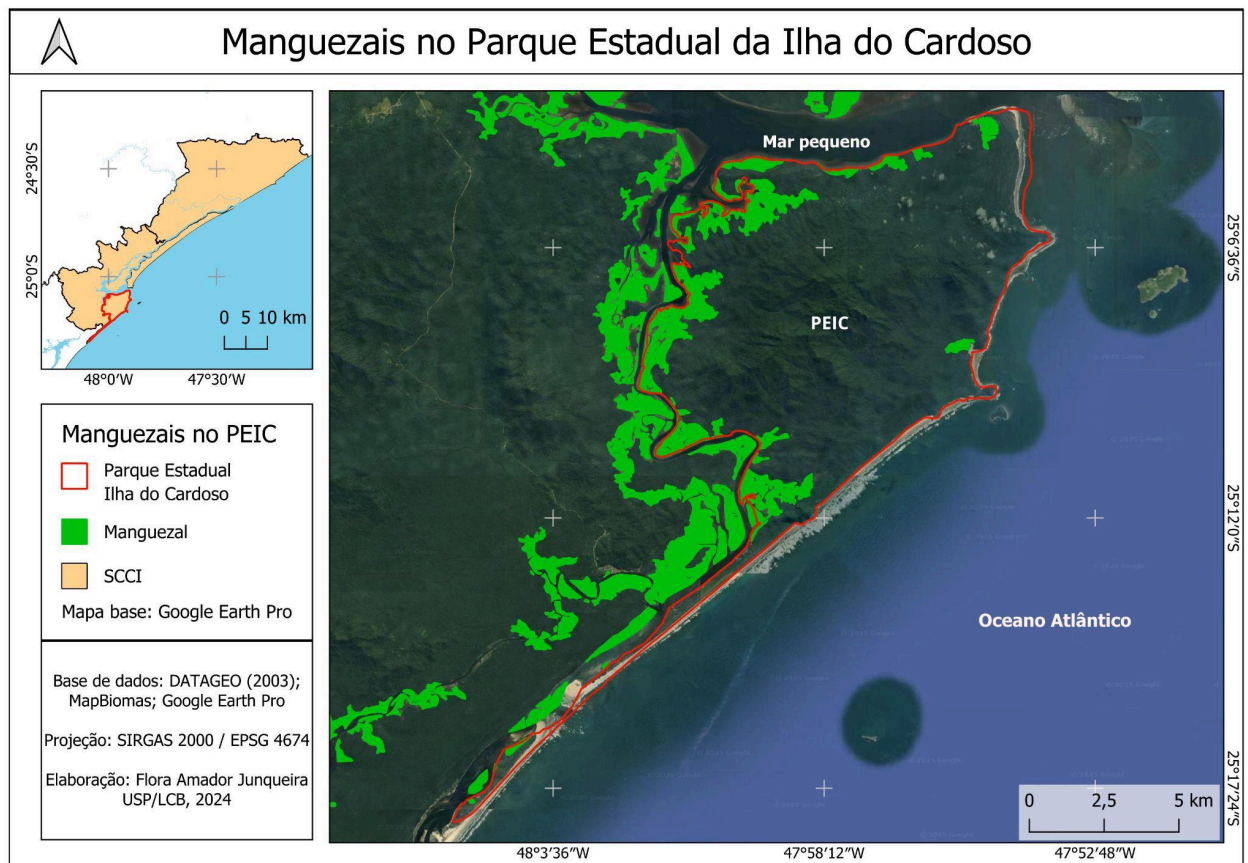
A discussão sobre os serviços de regulação meio biótico e abiótico ainda apresentam limites frágeis para separar um do outro. Haines-Young e Potschin (2018) reconhecem e enfatizam sobre essa dificuldade de separar elementos quando estes se inter-relacionam, como ocorre nos ecossistemas. Nessa sistematização apresentada pelos autores, a escolha de separar esses meios, apesar de limites indefinidos, foi a dúvida de como considerar a água como serviço, pois, muitos ecossistemas a oferecem, no entanto, não é um elemento visualizado como uma provisão do meio, já que ela perpassa por todos os ecossistemas, carecendo, portanto, de um outro olhar sobre o meio físico no fornecimento de serviços. Assim, consolidou-se essa setorização ao identificar serviços do meio biótico ou do meio físico, mesmo sabendo que estão em conjunto no ecossistema.

No manguezal, partindo da própria conceituação do ambiente que é inter-relacionado aos fatores físicos do meio para sua colonização, Rabelo et al. (2018) apresentam uma revisão sobre SE e geodiversidade em manguezais, com pesquisas que têm enfatizado a relação da ocorrência de espécies do manguezal, como o caranguejo-uçá (MENEZES, 2007) e

vegetação de mangue (CUNHA-LIGNON et al., 2009), em razão da distribuição de fatores físicos (sedimentos, hidrodinâmica, salinidade, entre outros). Assim, uma conclusão que norteia este trabalho é a “relação de dependência da geodiversidade para a prestação dos serviços deste ecossistema, destacando-se principalmente a contribuição da geologia, geomorfologia, clima e de fatores oceanográficos” (RABELO et al., 2018).

Entendendo o contexto dos manguezais estudados, estão localizados na parte interna da ilha, onde há uma menor energia das ondas e possibilidade de colonização das espécies. Percebe-se, como representado no mapa 3, uma continuidade dos bosques nessa região, o que favorece seu caráter de ambiente conservado, com elevada biodiversidade.

Mapa 3 - Manguezais no Parque Estadual da Ilha do Cardoso.



Fonte: elaborado pela autora.

6.1 Serviços de Provisão

Os serviços de provisão, definidos como os “materiais nutricionais e não nutricionais e as saídas energéticas dos sistemas vivos, bem como as saídas abióticas (incluindo a água)”

(HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2018), são fornecidos pelos manguezais pela elevada taxa de produtividade desse ambiente, construindo sua biomassa e material genético (que inclui espécies e reprodução associada). As referências foram adicionadas à tabela CICES, traduzida para este trabalho (tabela 2).

O **serviço de produção e extração de peixes, camarão e ostras** são reconhecidos a partir da identificação de **três espécies de camarão**, importantes para a rede trófica no manguezal (GONÇALVES et al., 2021), além da indicação por Mendonça e Machado (2010) sobre a **ostra** *Crassostrea spp.* como um dos principais recursos pesqueiros do litoral Sul de São Paulo, nesta esfera, Leme et al. (2014) também apresentam elevadas taxas de produtividade do **caranguejo** *A. pisonii*.

Sobre as ostras, há a evidência de cultivo de ostras em “regiões de maior salinidade e condições relativamente estáveis, com baixas velocidades de correntes de maré e pouca variação vertical na salinidade” (FONTES et al., 2019). Também foi feita uma investigação sobre a diversidade de espécies de ostras, nativas e cultivadas, na região estuarina de Cananéia, apontando para a importância de diretrizes no manejo sustentável (GALVÃO, et al., 2013).

Esse último estudo já apontava para o tensionamento que pode ocorrer com espécies exóticas invasoras, aquelas que bem se adaptam ao local (expansão do habitat), ameaçam a biodiversidade local e causam algum impacto sócio-econômico (SÃO PAULO, 2024). Como é o caso da *Saccostrea cucullata* (figura 9), inicialmente identificada em 2014, atualmente ocupa o litoral de São Paulo e Paraná e é uma grande preocupação de desequilíbrio ambiental e social na região. Isso porque, esta mudança da ocupação de espécies, altera tanto a colonização de espécies nativas (a manutenção do ecossistema), quanto pode levar a impactos econômicos aos pescadores que dependem desta atividade (SÃO PAULO, 2024). Portanto, há uma alteração significativa nos serviços de provisão da ostra e os culturais sobre o cultivo e manejo na região. Este ponto tem sido motivo de investigações e tentativas de lidar e manejar a ocupação por espécies exóticas, mobilizando os pescadores da região, além de órgãos de pesquisa e de políticas públicas - como o exemplo do “ Diagnóstico da bioinvasão da ostra exótica (*Saccostrea cucullata*) no Litoral Centro-Sul de São Paulo e Norte do Paraná: situação atual e perspectivas de atuação em rede” (SÃO PAULO, 2024).

Tabela 2 - Identificação dos serviços de provisão pela hierarquia e sistematização CICES.

SEÇÃO	DIVISÃO	GRUPO	CLASSE	CÓDIGO	IDENTIFICAÇÃO	REFERÊNCIA
PROVISÃO	Biomassa / Nutrição	Criação de animais aquáticos para alimentação, materiais ou energia	Animais criados por aquicultura in situ para fins nutricionais	1.1.4.1	Produção de peixes, camarão, ostras	FONTES et al., 2019; GALVÃO et al., 2012; HENRIQUES et al., 2010; HAQUE et al., 2009; CABRAL et al, 2011
		Animais selvagens (terrestres e aquáticos) para alimentação, materiais ou energia	Animais selvagens (terrestres e aquáticos) utilizados para fins nutricionais	1.1.6.1	Pesca; Alimentação humana e "não-humana"	GONÇALVES et al., 2021; VASQUES-GARCIA et al., 2021; PIERRY et al., 2023; DUARTE et al., 2014; GALVÃO et al., 2012; NAGAOKA et al., 2012; MENDONÇA; MACHADO, 2010; TINOCO, 2023; CHELIZ et al., 2022; DURAN, 2011; VASCONCELOS et al., 2021; CHUPIL et al., 2022; LEME ET AL., 2014; MORALES-SILVA et al., 2010; HATTORI, 2006; SANT'ANNA et al., 2014; NOVAES, 2019
	Material genético da biota (incluindo produção de sementes, esporos ou gâmetas)	Material genético de plantas, algas ou fungos	Sementes, esporos e outros materiais vegetais recolhidos para manter ou estabelecer uma população	1.2.1.1	Identificação de biodiversidade que pode ser utilizada	SEBASTIANES et al., 2013
			Genes individuais extraídos de plantas superiores e inferiores para a concepção e construção de novas entidades biológicas	1.2.1.3	Diversidade genética para uso (ex: antibióticos)	SEBASTIANES, 2010
		Material genético de organismos	Genes individuais extraídos de organismos para a concepção e construção de novas entidades biológicas	1.2.2.3	Diversidade genética; Potencial biotecnológico	CASTRO, 2011; MENDES, 2009; AVILA, 2012

Fonte: elaborado pela autora. Adaptado de Haines-Young e Potschin (2018).

Figura 9 - Divulgação científica de estudos sobre as ostras, nativa e exótica, encontradas no manguezal do PEIC.



Fonte: Monitoramento Integrado de Manguezais.

O **caranguejo-uçá** (*Ucides cordatus*) também é uma espécie bastante estudada e reconhecida como presente no manguezal para fornecimento de serviços de provisão. DUARTE et al., 2014 evidencia que a “cidade de Cananéia, localizada no Sudeste, tem o maior volume registrado de captura do caranguejo-uçá para a região”. Hattori (2006) busca evidenciar as relações entre a densidade populacional dessa espécie com a vegetação de mangue, o que permite inferir sobre a necessidade de conservação do ecossistema para a reprodução.

Em campo, foi possível identificar as espécies do caranguejo-Uçá, *Ucides cordatus*, e do aratu vermelho, *Goniopsis cruentata*, nos manguezais do PEIC, como expostos nas fotografias 6 e 7.

Fotografias 6 e 7 - À esquerda, caranguejo-uçá em sua toca. À direita, Aratu-vermelho no tronco da *Rhizophora mangle*.



Fonte: acervo pessoal. Novembro/2024 - PEIC.

O serviço de pesca também engloba a função dos manguezais como pontos de captura de alimentos por outros animais. Os botos-cinza utilizam como uma barreira para reunir e capturar peixes (PIERRY et al., 2023), enquanto as tartarugas-verde dependem de grande disponibilidade de alimentos para sua alimentação (NAGAOKA et al., 2012). Os estudos sobre ecologia de aves também indicam essa função do ecossistema para benefício de outros animais (CHUPIL et al., 2022; MORALES-SILVA et al., 2010).

Em algumas investigações é interessante notar a inter-relação entre serviços de provisão e culturais, pelos saberes tradicionais inerentes à pesca e extração (fotografia 8). Cabral et al. (2011) elucida sobre as **técnicas tradicionais realizadas para o cultivo de ostras**, e Novaes (2019) apresenta destaque sobre os saberes locais, por meio de entrevistas e mapeamento participativo, para a extração de caranguejo-Uçá. Nesta esfera de investigações, Tinoco (2023) realiza uma importante investigação sobre alterações na pesca caiçara após um processo de erosão na parte sul do sistema estuarino, abrangendo tanto sobre a ecologia de espécies pescadas - como da manjuba-chata, que deve alterar com o aumento da salinidade no local - quanto das técnicas (saberes locais) envolvidas nessa atividade. CHELIZ et al. (2022) e VASCONCELOS et al. (2021) também produzem estudos relacionando mudanças físicas, como terras emersas e extremos negativos do nível do mar, na disponibilidade de espécies e na atividade de pesca e extração por comunidades tradicionais.

Fotografia 8 - Cerco-fixo: tecnologia de pesca artesanal e tradicional usada por pescadores locais.



Fonte: acervo pessoal.

Sobre a provisão relacionada ao material genético - que incluem a reprodução e manutenção de espécies - identificou-se o serviço de **biodiversidade**, expresso pelo resultado do manguezal como “reservatório de diversidade genética fúngica” (SEBASTIANES et al., 2013). Além disso, identifica-se o serviço de **diversidade genética** no potencial de uso de fungos para antibióticos, indicado por Sebastianes (2010); e no uso de bactérias endofíticas (para controle biológico) para aplicação industrial ou na agricultura e reflorestamento (CASTRO, 2011). Mendes (2009) e Ávila (2012) concluem que o estado de conservação dos manguezais de Cananéia e Ilha do Cardoso permite a reprodução dessa biodiversidade e o potencial biotecnológico.

A partir dessa leitura e identificação, também foi gerada uma tabela síntese (tabela 3) com os serviços identificados e seus embasamentos teóricos.

Tabela 3 - Resumo das evidências, a partir das referências encontradas, para identificação de cada serviço de provisão.

SEÇÃO	DIVISÃO	SERVIÇO	IDENTIFICAÇÃO
PROVISÃO	Nutrição	Pesca	Três espécies de camarão (GONÇALVES et al., 2021); ostra Crassostrea spp. (MENDONÇA; MACHADO, 2010); espécies de ostras exóticas (GALVÃO et al., 2012); produtividade do caranguejo A. pisonii . (LEME et al., 2014; DUARTE, 2014); relações entre a densidade populacional do caranguejo-uçá com a vegetação de mangue (HATTORI, 2006); local de alimentação para outras espécies , como botos-cinza (PIERRY et al., 2023), tartarugas-verde (NAGAOKA et al., 2012) e aves (CHUPIL et al., 2022; MORALES-SILVA et al., 2010). Inter-relação entre serviços de provisão e culturais , pelos saberes tradicionais inerentes à pesca e extração: técnicas tradicionais realizadas para o cultivo de ostras (CABRAL et al., 2011), saberes locais para extração do caranguejo-uçá (NOVAES, 2019)
		Cultivo de peixes, camarão e ostras	
	Material	Biodiversidade	Identificação de " diversidade genética fúngica" (SEBASTIANES et al., 2010; 2013), potencial para uso de antibiótico, ou aplicação na indústria e agricultura
		Diversidade genética	

Fonte: elaborado pela autora.

6.2.1 Serviços de Regulação/Manutenção (biótico)

Voltando à conceituação já explicitada, os serviços de regulação/manutenção são “as formas pelas quais os organismos vivos podem mediar ou moderar o ambiente que afeta a saúde, a segurança ou o conforto humano, juntamente com equivalentes abióticos” (HAINES-YOUNG, POTSCHIN, 2018). São os processos de regulação das condições físicas, químicas e biológicas (como transformações, ciclos de nutrientes, condições do solo, água e atmosfera). A tabela 4 representa a síntese da identificação realizada.

Tabela 4 - Identificação dos serviços de regulação do meio biótico pela hierarquia e sistematização CICES.

SEÇÃO	DIVISÃO	GRUPO	CLASSE	CÓDIGO	IDENTIFICAÇÃO	REFERÊNCIA
REGULAÇÃO / MANUTENÇÃO (BIÓTICO)	Transformação de inputs bioquímicos ou físicos nos ecossistemas	Mediação de resíduos ou substâncias tóxicas de origem antropogénica por processos vivos	Bio-remediação por microrganismos, algas, plantas e animais	2.1.1.1	Qualidade do solo e água: Filtração	SIMÕES, 2007
			Filtração/sequestro/armazenamento /acumulação por microrganismos, algas, plantas e animais	2.1.1.2	Sequestro e armazenamento de carbono	ALBERGARIA-BARBOSA et al., 2023; KRISTENSEN et al., 2023; NEVES, 2023; DURIGON, 2005; ROVAI et al., 2021; CHIQUETTO, 2024
	Regulação das condições físicas, químicas e biológicas	Regulação de fluxos de base e eventos extremos	Controle das taxas de erosão	2.2.1.1	Proteção costeira	VIEIRA et al., 2021; SANDERS et al., 2009
			Ciclo hidrológico e regulação do fluxo de água (incluindo controlo de cheias e proteção costeira)	2.2.1.3	Proteção costeira	VIEIRA et al., 2021; SANDERS et al., 2009; BARCELLOS et al., 2009; CUNHA-LIGNON; MAHIQUES et al., 2009
		Manutenção do ciclo de vida, proteção do habitat e do património genético	Manutenção das populações de viveiros e dos habitats (incluindo a proteção do património genético)	2.2.2.3	Manutenção dos processos ecossistêmicos: 1) Estrutura/funcionamento do bosque; 2) Biodiversidade; 3) reprodução de espécies; 4) manutenção da cadeia trófica; 5) sustentabilidade	VASCONCELOS et al., 2017; CASTRO et al., 2014; MOITINHO, 2020; CUNHA-LIGNON et al., 2011; CUNHA-LIGNON, et al., 2009; SEMENSATO et al., 2009; ARA, 2004; NUNES, 2016; VILELA, 2011; CUNHA-LIGNON et al., 2009; CUNHA-LIGNON, 2005; VIGÁRIO et al., 2020; NOGUEIRA JUNIOR et al., 2019; PEREIRA et al., 2016; EDISON, 2009; VASCONCELOS, et al., 2013; VIDOTTO, 2008; UIMA, 2012; BARDI, 2011; FERREIRA, 2020; ROSELLI, 2019; GONÇALVES et al., 2023; RIGONATO, 2010
		Regulação da qualidade do solo	Processos de decomposição e fixação e seu efeito na qualidade do solo	2.2.4.2	Manutenção dos processos ecossistêmicos: 1) Ciclagem de nutrientes; 2) formação do solo	MARTINHO et al., 2019; ALMEIDA, 2005; FERREIRA, 2005; MORAES et al., 2015; OTERO et al., 2009; MOITINHO, 2016; MOITINHO, 2022; SOARES JUNIOR, 2013; FERREIRA, 2008; FERREIRA, 2007; FERREIRA, et al., 2007; PUPIN, 2013; SILVA, 2005; OLIVEIRA, 2005
		Condições da água	Regulação do estado químico das águas salgadas por processos vivos	2.2.5.2	Filtração	ROMERO; ABESA, 2014; OLIVEIRA, 2007
		Composição e condições atmosféricas	Regulação da composição química da atmosfera e dos oceanos	2.2.6.1	Qualidade do solo e AR: Decomposição	SOLANO, 2017
			Regulação da temperatura e da humidade, incluindo a ventilação e a transpiração	2.2.6.2	Regulação do clima local	GALVANI; LIMA, 2016; GALVANI; LIMA, 2014; LIMA, 2014; UIMA, 2009; GALVANI; UIMA, 2010; GALVANI; LIMA, 2006; UIMA, 2012
	Outros tipos de serviços de regulação e manutenção por processos vivos	Outro	Outro	2.3.X.X	Manutenção e reprodução (fixação e expansão) do ecossistema	VASCONCELOS et al., 2021; CUNHA-LIGNON et al., 2009; CUNHA-LIGNON; MAHIQUES et al., 2009; PESSENDA et al., 2012; FERREIRA, 2010; COELHO-JUNIOR, 2003;

Fonte: elaborado pela autora. Adaptado de Haines-Young e Potschin (2018).

Na hierarquização, os SE são organizados em três divisões, 7 grupos, sendo um deles adicionado por particularidades do ambiente estudado, e 10 classes, resultando em 17 serviços. A seguir, será discorrido sobre cada identificação a partir das divisões.

1) Transformação de *inputs* bioquímicos ou físicos nos ecossistemas

Esta, desdobra-se para o grupo de “mediação de resíduos ou substâncias tóxicas de origem antropogênica por processos vivos”, dividido em dois serviços, de **filtração e de sequestro e armazenamento de carbono**.

Os estudos que embasam sobre o **serviço de filtro** dos manguezais apresentam sobre a presença de substâncias tóxicas de origem antropogênica (como definida pela CICES). Assim, Simões (2007) avalia a presença de substâncias tóxicas (como metais e pesticidas) em amostras de sedimentos. Este serviço está também encaixado na classe de “regulação do estado químico das águas salgadas por processos vivos”, identificado por linhas de pesquisa sobre contaminação, como no mapeamento de vulnerabilidade ao derramamento de óleo (ROMERO; ABESA, 2014), e na contaminação por mercúrio, comparando uma área mais antropizada (em Santos), com os manguezais mais conservados de Cananéia (OLIVEIRA, 2007). Entende-se essa identificação como de filtração pois os manguezais, por suas características de regime de marés e ambiente mais “parado”, acabam funcionando como um intermediário e armazenador de substâncias tóxicas entre o oceano e o continente.

Sobre a **identificação do sequestro e armazenamento de carbono** realizado pelos manguezais do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, há estudos quantitativos dos ciclos de elementos de forma mais geral, como com a estimativas do sistema carbonato (DURIGON, 2005); incluindo os ciclos do carbono, enxofre e ferro (KRISTENSEN et al., 2023); além da relação entre a vegetação e presença do carbono na matéria orgânica (ALBERGARIA-BARBOSA et al., 2023). Além desses que tratam do carbono de forma mais abrangente, há também estudos quantitativos sobre o carbono total e estoque no solo (NEVES, 2023), e o destaque de que “os manguezais da área de estudo têm os maiores estoques de carbono em nível de ecossistema por unidade de área, com 380 MgC ha⁻¹, quando comparados a outros manguezais brasileiros” (ROVAI et al., 2021).

Este estudo representa ainda um dos poucos na quantificação do “carbono azul” dos manguezais brasileiros, sendo de extrema importância para entendimento do funcionamento dos ecossistemas e suas potencialidades na mitigação de mudanças climáticas pelo armazenamento de carbono. Os autores pontuam sobre a necessidade de se saber o quanto é retido, mas também o quanto pode ser liberado na atmosfera com a possível degradação destes ecossistemas.

Nesta linha de pesquisa, Chiquetto (2024) apresenta uma comparação entre os estoques dos manguezais de Iguape e Paraná, que estão abaixo das médias globais, enquanto os de Cananéia se mantêm acima de médias globais e nacionais. Esta última referência é uma das únicas a tratar do tema de estudo utilizando o conceito de serviços ecossistêmicos. As investigações sobre o carbono azul, “termo utilizado para descrever o carbono capturado, armazenado e liberado principalmente em ecossistemas marinhos-costeiros” (CHIQUELTO, 2024), têm ganhado relevância e atenção como mais um motivo para a conservação desses ambientes, como os manguezais, na mitigação e adaptação às mudanças climáticas - causadas principalmente pelo excesso de gases de efeito estufa (como o dióxido de carbono) na atmosfera.

Este serviço tem relevância tanto no meio científico, por tendências e interesses nos estudos, quanto na mídia e discussões sociais, visto a emergência climática. O sequestro de carbono pode ainda se caracterizar como um dos serviços que mais tem difundido o papel dos ecossistemas e mobilizado as discussões sobre valoração deste serviço - como pelos mecanismos de mercado (créditos de carbono) dessas trocas entre ecossistema e economia.

2) Regulação das condições físicas, químicas e biológicas

Seguindo com a hierarquização, esta divisão é segmentada em 5 grupos.

Grupo 1: “regulação dos caudais de base e dos fenômenos extremos”, tanto a classe de “controle das taxas de erosão”, quanto a de “ciclo hidrológico e regulação do fluxo de água (incluindo controle de cheias e proteção costeira)”, foram englobadas no **serviço de proteção costeira** (fotografia 9 e 10).

Fotografias 9 e 10- Visualização da linha de proteção costeira formada pelos manguezais



Fonte: acervo pessoal. Novembro/2024 - PEIC. Nota: Observa-se troncos caídos nessa “linha”, como possível efeito de um evento de ventos ou ondas mais fortes.

Este, talvez seja um dos serviços mais evidenciados e estudados em ambientes de manguezais atualmente, como esclarecem revisões bibliográficas recentes sobre o tema, como de Souza et al (2023). Este interesse surge da necessidade de entender relações entre este ambiente e os cenários de possível aumento do nível do mar (SCHAEFFER-NOVELLI,

et al., 2002) somado à dinâmica de maior frequência e intensidade de fenômenos climáticos (FRIESS et al., 2022; LIMA et al., 2023), como evidenciado na introdução deste trabalho.

Na área de estudo, a avaliação de Sanders et al. (2009) sobre as taxas de acumulação de sedimentos e matéria orgânica nos últimos 100 anos (unindo com alterações do nível do mar regional), aponta para a estabilidade do manguezal de Cananéia neste período. Assim, Barcellos et al. (2009), neste mesmo ano, segue em investigações sobre taxas de deposição de sedimentos para entendimentos de dinâmica de estabilidade, apontando diferenças entre o norte (com maiores taxas de deposição) e o sul do sistema costeiro, com menores taxas. Neste tema, Cunha-Lignon et al. (2009) apresentam sobre o funcionamento da sucessão ecológica do bosque de mangue em relação à sedimentação, indicando sobre a estabilidade do ecossistema e sedimentos para possível colonização.

Nesta revisão fica interessante notar que estas 3 pesquisas que reforçam a estabilidade e função de proteção costeira dos manguezais do SCCI datam de 2009, enquanto, num salto temporal de 12 anos, Vieira et al. (2021) ao classificar 1221 km² de área neste sistema costeiro, indica que 16% apresenta “vulnerabilidade alta e muito alta à erosão”. No SCCI, está sendo observada essa maior vulnerabilidade em relação a mudanças ambientais, como pelo episódio de abertura da barra no sul do sistema em 2018, acarretando inclusive no deslocamento da comunidade da Enseada da Baleia que vive na região. Essa alteração é resultado de anos de dinâmica geomorfológica e hidrodinâmica, no entanto, não deixa de impactar os modos de vida.

Assim, tanto as investigações nesta perspectiva, como o evento ocorrido, podem apontar para mudanças no serviço de proteção dos manguezais estudados. Há mais uma constatação de que eventos climáticos mais extremos/intensos, pelas mudanças climáticas, podem fragilizar os manguezais em seu estado de conservação, alterando, assim, o funcionamento ecossistêmico de proteção e o deixando mais vulnerável.

Assim como a ênfase no armazenamento de carbono, muitos estudos e políticas se voltam para o serviço da proteção costeira. Em revisão sobre o tema, há um consenso no importante papel dos manguezais na proteção costeira (SOUZA et al., 2023), por indicações de atenuação de impactos negativos de eventos extremos (como tempestades e tsunamis) em locais com a presença de bosques bem desenvolvidos (DAS; VINCENT, 2009). Além disso, é um serviço já com interesses e bases para a valoração, visto que há ganhos econômicos com a proteção costeira, além de ser uma alternativa mais barata e sustentável para locais onde há necessidade de adaptações, com a crescente busca de “soluções baseadas na natureza” (PELLEGRINI et al., 2023).

Grupo 2: de “manutenção do ciclo de vida, proteção do habitat e do património genético”, leva à classe de “manutenção das populações de viveiros e dos habitats (incluindo a proteção do património genético)” em que se **identificou 5 serviços**.

O **serviço do funcionamento do bosque** está embasado nos estudos sobre sua **estrutura e distribuição**, com análises por imagens de satélite e monitoramento a partir de parcelas fixas (CUNHA-LIGNON et al., 2009; 2011; PEREIRA et al., 2016;) identifica-se os tipos de bosque de franja e bacia, confirmando diversidade nos padrões estruturais desse ecossistema, além do bom estado de conservação dos manguezais do litoral sul de São Paulo (fotografia 11), tendo que “respondem positivamente à importante deposição sedimentar nas faces convexas dos canais lagunares, característica desse segmento” (CUNHA-LIGNON et al., 2009).

A **biodiversidade** é um dos serviços mais difundidos sobre os manguezais, tanto pela elevada produtividade primária, sendo berçário de diversas espécies, como em sua utilização para reprodução ou pouso (em caso de aves migratórias). Dessa forma, diversos estudos sobre os manguezais da área estudada corroboram para essa premissa do ecossistema, como por indicações sobre a variedade genética de bactérias e suas relações ecológicas no ambiente (CASTRO et al., 2014; LIMA, GALVANI, 2012; MOITINHO, 2020; NUNES, 2016; VASCONCELOS et al., 2017), e pela corroboração de intensa presença de zooplâncton e pequenos animais marinhos, como a base de importantes cadeias alimentares (ARA, 2004; BARDI, 2011). Além disso, alguns estudos explicitam sobre a ecologia de aves (ROSELLI, 2019), apontando para a dinâmica de seus habitats e bases alimentares (BARBIERI, 2009), com foco especial no guará, ou íbis-escarlate (*Eudocimus ruber*), reforçando que a “preservação do ecossistema de mangue é extremamente importante para sustentar o aumento da população” (VIGÁRIO et al., 2020).

Fotografia 11 - Estado de conservação e desenvolvimento estrutural do manguezal.



Fonte: acervo pessoal. Novembro/2024 - PEIC.

Nota: Na região, as árvores chegam em média a 12 - 13 m de altura.

A **manutenção de espécies** se dá pelos seus processos de reprodução (fotografia 12), assim, nos manguezais estudados há a reconstrução da vegetação no local. Vidotto (2008) expõe a história de um ambiente antigo e que se reproduz em condições conservadas. Assim, pelas características físicas desses manguezais, é possível a reprodução de espécies como o caranguejo *Ucides cordatus* (FERREIRA, 2020), além da presença de bactérias, identificadas por Vasconcellos et al. (2013) que promovem o crescimento de plantas isoladas, efetivando a manutenção do bosque e a colonização de novas áreas.

Fotografia 12 - Ocupação por novas plântulas, sucessão do mangue.



Fonte: acervo pessoal. Novembro/2024 - PEIC.

Ainda nestes processos de regulação do funcionamento dos manguezais, a **manutenção da cadeia trófica** é identificada como um serviço a partir de estudos comparativos entre este ambiente (conservado) e outros (mais alterados por ação humana próxima ou direta). Rigonato (2010) apresenta a diversidade de cianobactérias presentes que atuam nos ciclos do carbono e nitrogênio, além da indicação de abundância de ácidos graxos em camarões - o que indica uma “melhor cadeia trófica” (GONÇALVES et al., 2023).

Dentre esses serviços, também fica evidenciado a **sustentabilidade** desses manguezais, visto seu ótimo estado de conservação e acompanhamento desses manguezais como sistemas complexos, caracterizados por “diversidade de constituintes, interdependência entre as partes, conectividade e adaptação (CUNHA-LIGNON et al., 2011). Deste tipo de estudo, interpreta-se a possibilidade do ecossistema em manter suas dinâmicas e equilíbrios também para as gerações futuras.

Grupo 3: No terceiro grupo, de “regulação da qualidade do solo” são encontrados os “Processos de decomposição e fixação e seu efeito na qualidade do solo”, divididos em serviços de **ciclagem de nutrientes** e **formação do solo** (fotografia 13).

Fotografia 13 - Ciclagem de nutrientes e formação do solo pela ação de seres vivos e raízes.



Fonte: acervo pessoal. Novembro/2024 - PEIC.

Por ser um ambiente de intensa hidrodinâmica, com a entrada e saída de marés, em conjunto com a calmaria - que permite a fixação de espécies - os manguezais propiciam a permanência de diversas espécies, que vivem em associação com o solo e/ou organismos vegetais, além de utilização do ambiente para reprodução e repouso. Com uma elevada produtividade primária, a ciclagem de nutrientes é constante e intensa, regulando este serviço e sendo uma característica do meio. Moitinho (2022) foca a investigação no papel dos fungos, evidenciando sua presença no ciclo de nutrientes relacionado à zonação vegetal do manguezal.

Outras pesquisas reforçam o papel essencial de bactérias e microrganismos, que, com a biodiversidade destes seres no ambiente, realizam tanto a degradação, quanto fixação e liberação de nutrientes (PUPIN, 2013; SOARES JUNIOR, 2013), reforçando a “importância da comunidade bacteriana para uma equilibrada manutenção dos processos que ocorrem, sendo um destes a decomposição de serapilheira” (MOITINHO, 2016). Além destas, há indicações da ação da macrofauna, como bivalves - especializados na perfuração e digestão da madeira (MORAES et al., 2015) - e caranguejos - como “força biológica moderadora da produtividade, capaz de alterar o balanço de massa no ecossistema” (ALMEIDA, 2005); além da própria bioturbação realizada pelas raízes de espécies vegetais (FERREIRA, 2007).

Nesta mesma classe, encontram-se estudos sobre os serviços de formação do solo, fornecidos para manutenção do ecossistema. Ferreira (2005) apresenta a necessidade de se entender mais sobre a gênese dos solos dos manguezais, a fim de “avaliar os efeitos das variações sazonais, da atividade biológica (plantas e macrofauna) e das distintas posições fisiográficas dentro dos manguezais, sobre a biogeoquímica do Fe e S”. Neste sentido, se encaixam aqui as investigações sobre a diferenciação de sedimentos e solos (FERREIRA et al., 2007), e estudos sobre os solos e seus processos (especialmente de redução), avaliando as características de ácidos húmicos e da matéria orgânica (FERREIRA, 2008). Este serviço é também identificado a partir de estudos de química desses solos em relação à vegetação, construindo sobre a diferenciação entre solo e sedimento (OTERO et al., 2009).

Grupo 4: “Condições da água”, identifica o serviço também de **filtração**, já explicitado anteriormente.

Grupo 5: No grupo de “composição e condições atmosféricas”, o trabalho de Solano (2017) busca elucidar possíveis alterações na dinâmica de diversidade de espécies microbiana e sua atividade de decomposição, relacionando com emissões de gases de efeito estufa. Por isso,

entendeu-se a identificação do serviço de **“regulação da composição química da atmosfera e dos oceanos”** a partir de uma possível mudança neste funcionamento em decorrência de alterações climáticas.

Neste mesmo grupo, a classe definida como “regulação da temperatura e da umidade, incluindo a ventilação e a transpiração” engloba o **serviço de regulação do clima local**. Este, pode ser identificado a partir de uma série de investigações na escala microclimática que vem sendo analisada e monitorada desde 2008. Lima (2009) inicia um trabalho de evidenciar as relações entre atributos climáticos e a distribuição espacial da vegetação, continuando as pesquisas ao estabelecer ligações entre os controles (estrutura da vegetação, variação da maré e sistemas atmosféricos) e atributos climáticos (temperatura do ar, umidade absoluta do ar, radiação solar global, vento e precipitação) (LIMA, 2014). Neste monitoramento continuado, foi possível o entendimento de uma das dinâmicas de funcionamento do manguezal, como a importante ação do dossel da vegetação no controle do microclima local. Assim, constatou-se que a estrutura do manguezal tem influência direta na redução da precipitação, radiação solar e velocidade do vento abaixo do dossel (GALVANI; LIMA, 2010).

Apresentando um pouco de como essas investigações apontam para a regulação do clima local, ao verificar sobre variações de determinado atributo, foi possível estabelecer seus funcionamento e variações sazonais. Sobre a precipitação, Galvani e Lima (2016) apresentam uma interceptação que varia entre 13% e 4% durante o ano, com a conclusão de que “conforme a intensidade da precipitação aumenta, a interceptação pelo dossel do manguezal reduz”. Nesta comparação entre os atributos acima e abaixo do dossel, a temperatura também apresentou variação, com o bosque mantendo temperaturas mais estáveis, além de uma regulação que acontece com a entrada da maré, investigada pela relação entre temperatura do ar e do solo (LIMA, GALVANI, 2012).

Outra pesquisa neste tema, discorre sobre o índice de área foliar - que indica sobre a estrutura do bosque e processos de transpiração, interceptação e fornecimento de matéria orgânica - apresentando uma variação sazonal a partir da investigação por fotografias (GALVANI; LIMA, 2014). Houve uma maior área de dossel nos meses de verão e primavera, justamente no período de elevada pluviosidade e necessidade de maior interceptação, enquanto no inverno há menor cobertura e mais radiação entrando. Este é um ponto interessante ao pensar na regulação do próprio ecossistema, que funciona sazonalmente de acordo com as necessidades (mais luz no inverno, e mais proteção em meses chuvosos).

3) Outros tipos de serviços de regulação e manutenção por processos vivos.

Com a possibilidade dada pela metodologia de acrescentar outros tipos de serviços, a revisão realizada evidenciou alguns trabalhos que não se encaixam nas classes e serviços anteriores, porém se relacionam entre si, justificando a identificação de um serviço específico dos manguezais do SCCI. Estes ambientes são bastante investigados acerca da **relação entre a sedimentação e ocupação de espécies de mangue**, indicando sobre a relação de processos físicos e biológicos para a regulação do ecossistema.

Vasconcelos et al. (2021) ao inferir sobre serviço de provisão com a presença do mexilhão, *Perna perna*, no litoral de Cananéia, o faz a partir de uma investigação sobre extremos negativos do nível do mar na variabilidade desta espécie - que se prolifera em regimes de maré baixa - embasando essa relação do meio físico com funcionamentos ecossistêmicos. Essa relação do meio físico com biológico se dá também pela fixação de sedimentos pela gramínea *Spartina alterniflora*, uma pioneira na ocupação do mangue, indicando áreas de crescimento do ecossistema (FERREIRA, 2010).

Há ainda as pesquisas relacionando a zonation do bosque em relação aos sedimentos e dinâmica das marés (CUNHA-LIGNON; MAHIQUES et al., 2009; PESSENDA et al., 2012), indicando que em ambientes de progradação há maior presença de *Laguncularia racemosa*, associada à *Spartina alterniflora*, em áreas onde a chegada de marés é frequente, com “sedimento predominantemente lodoso, rico em fósforo, nitrogênio e potássio” (COELHO-JUNIOR, 2003), se encontra a *Rhizophora mangle*, enquanto em locais de maré restrita predomina a *Avicennia schaueriana* (CUNHA-LIGNON et al., 2009).

Este texto discorrendo sobre os serviços foi resumido na tabela 5 como forma de apresentação dos resultados.

Tabela 5 - Resumo das evidências, a partir das referências encontradas, para identificação de cada serviço de regulação.

SEÇÃO	DIMENSÃO	SERVIÇO	IDENTIFICAÇÃO
REGULAÇÃO / MANUTENÇÃO	Transformação de <i>inputs</i> bioquímicos ou físicos nos ecossistemas	Filtração	Presença de substâncias tóxicas (SIMÕES, 2007), contaminação por óleo (ROMERO; ABESA, 2007) e mercúrio (OLIVEIRA, 2007)
		Sequestro e armazenamento de carbono	Estimativas do sistema carbonato (DURIGON, 2005), estudos quantitativos sobre o carbono total e estoque no solo (NEVES, 2023); “os manguezais da área de estudo têm os maiores estoques de carbono em nível de ecossistema por unidade de área” (ROVAL, et al., 2021), com estoques acima da média nacional e global (CHIQUELTO, 2024)
	Regulação de fluxos de base e eventos extremos	Proteção costeira	Taxas de acumulação de sedimentos e matéria orgânica (SANDERS et al., 2009; BARCELLOS, et al., 2009) e da sucessão do bosque em relação a vegetação (CUNHA-LIGNON et al., 2009). Atenção: indicação de vulnerabilidade à erosão (VIEIRA et al., 2021)
	Manutenção do ciclo de vida, proteção do habitat e do patrimônio genético	Estrutura e funcionamento do bosque	Estrutura e distribuição (CUNHA-LIGNON et al., 2009 e 2011; PEREIRA et al., 2016)
		Biodiversidade	Variedade genética de bactérias e suas relações ecológicas no ambiente (VASCONCELOS et al., 2017; CASTRO et al., 2014; MOITINHO, 2020; NUNES, 2016; LIMA, 2012), presença de zooplâncton e pequenos animais marinhos (ARA, 2004; BARDI, 2011); ecologia de aves (ROSELLI, 2019; (EDISON, 2009), reforçando que a “preservação do ecossistema de mangue é extremamente importante para sustentar o aumento da população” (VIGÁRIO et al., 2020). Estado de conservação dos manguezais (CUNHA-LIGNON et al., 2011). Manutenção da cadeia trófica (GONÇALVES et al., 2023; RIGONATO, 2010)
		Reprodução de espécies	
		Sustentabilidade	
		Manutenção da cadeia trófica	
	Regulação da qualidade do solo	Ciclagem de nutrientes	Importância dos fungos e bactérias (MOITINHO, 2016; 2022), bioturbação (FERREIRA, 2007) e macrofauna (MORAES et al., 2015; ALMEIDA, 2005); além de estudos sobre química dos solos e sedimentos (FERREIRA, 2008; OTERO et al., 2009)
		Formação do solo	
	Composição e condições atmosféricas	Regulação do clima local	Relações entre atributos climáticos e a distribuição espacial da vegetação (LIMA, 2009; 2014); estudo de variação dos atributos climáticos na escala do microclima , como precipitação, radiação solar e velocidade do vento (GALVANI; LIMA, 2010) além da temperatura (GALVANI; LIMA, 2016)
	Outros	Manutenção e reprodução (fixação e expansão) do ecossistema	Zonação do bosque (CUNHA-LIGNON; MAHIQUES et al., 2009; PESSENDA et al., 2012; FERREIRA, 2010; COELHO-JUNIOR, 2003) e distribuição de espécies (VASCONCELOS et al., 2021; CUNHA-LIGNON et al., 2009) em relação aos sedimentos (granulometria e minerais) e dinâmica das marés.

Fonte: elaborado pela autora.

6.2.2 Serviços de regulação/manutenção (abiótico)

Os serviços classificados como do meio abiótico pela CICES visam abranger observações e parâmetros dos ecossistemas que podem não se encaixar nos do meio biótico, como por exemplo, água e substâncias minerais (de provisão), manutenção das condições físicas e químicas e regulação de eventos extremos (regulação) ou mesmo a interação com fatores abióticos do meio (cultural). Para clarificar as diferenciações nestas categorias (do biótico e abiótico), os serviços classificados anteriormente como relacionados à manutenção do bosque pelos padrões de sedimentação tem foco na ocupação do ambiente pela fauna e flora do local.

Já esta classificação de serviço do meio abiótico, apesar de também se relacionar à zonação e manutenção do bosque, se constrói em razão dos fatores físicos que comportam o ambiente - como sedimentação, maré, salinidade, minerais, entre outros. Nestes, apesar de haver a relação com a vida que ocupa ali (fauna e flora), os resultados indicam sobre o meio físico. Esta separação pode ser entendida como uma potência de realçar serviços do meio

abiótico, por vezes esquecidos em análises ecossistêmicas, mas tão necessárias pro equilibrado funcionamento do meio.

Os trabalhos sobre o meio físico nos manguezais do SCCI apontaram apenas para serviços de regulação/manutenção. Uma grande explicação para este resultado se dá tanto pelo interesse numa das áreas mais conservadas do litoral, movido pelo questionamento de como o ambiente em condições “normais” se comporta, como por investigações pontuais sobre impactos que desequilibram esse meio.

Na tabela 6 estão as referências organizadas para identificação.

Os serviços na divisão de “regulação das condições físicas, químicas e biológicas” são identificados como a **regulação das condições físicas** - como sedimento, maré e salinidade - permitindo a manutenção das condições para reprodução da biodiversidade.

Com a constante pressão de aumento do nível do mar, o mapeamento apresentado por Sarubo (2013) dos ecótonos entre os manguezais e restingas do SCCI, visa evidenciar as possíveis áreas de expansão do manguezal, servindo como uma previsão das respostas de espécies e de ecossistemas às mudanças ambientais. Assim, apresenta os parâmetros de salinidade (que varia entre 6 e 15) e de sedimento arenoso como características para a avaliação do funcionamento atual e prospecções futuras.

Uma elucidação sobre a importância da compreensão do meio físico no funcionamento de um ecossistema, que se dá a partir da investigação de fatores abióticos - como salinidade, concentração de nitrato e amônia e a físico-química dos sedimentos - pode ser correlacionada com as dinâmicas biológicas desse meio (fotografia 14). Neste contexto estão os estudos sobre a presença de foraminíferos (BUFFA, 2014), a distribuição e abundância de caranguejos (SARAIVA, 2022) e ainda uma análise sobre espécies invasoras de ostras, em que a “a baixa salinidade e o aumento da disponibilidade de N no sedimento permitiram o sucesso de plantas não nativas nas florestas de mangue, resultando também em alta quantidade de troncos de mangue mortos” (SAMPAIO et al., 2021).

Tabela 6 - Identificação dos serviços de regulação do meio abiótico pela hierarquia e sistematização CICES.

SEÇÃO	DIVISÃO	GRUPO	CLASSE	CÓDIGO	IDENTIFICAÇÃO	REFERÊNCIA
REGULAÇÃO / MANUTENÇÃO (ABIÓTICO)	Regulação das condições físicas, químicas e biológicas	Manutenção das condições físicas, químicas e abióticas	Manutenção e regulação por processos químicos e físicos naturais inorgânicos	5.2.2.1	1)Regulação das condições físicas (sedimento, maré e salinidade). 2)Manutenção das condições para reprodução da biodiversidade	SAMPAIO et al., 2021; SARUBO, 2013; BOROTTI FILHO, 2010; BUFFA, 2014; SARAIVA, 2022; CONTI et al., 2011; OTERO et al., 2006; SAITO et al., 2006; SEMENSATO et al., 2007
	Outro tipo de serviço de regulação e manutenção por processos abióticos	Outro	Outro	5.5.X.X	História ambiental	SOUZA-JUNIOR, 2006 e 2007; SOUZA-JUNIOR; GARCIA-GONZALES, 2010; SOUZA et al., 2008; CAL, 2007

Fonte: elaborado pela autora. Adaptado de Haines-Young e Potschin (2018).

Fotografia 14 - Zonação do manguezal, parte da “borda” (indicada em vermelho) com plântulas, indicando expansão e colonização, possivelmente por fatores favoráveis da sedimentação e alcance de maré.



Fonte: acervo pessoal. Novembro/2024 - PEIC.

Outros estudos apresentam distintas abordagens para a mesma finalidade de compreender o meio físico que sustenta o manguezal (fotografia 15). Assim, há a utilização de dados coletados (como grão de sedimentos e morfologia de fundo de lagoa) com aplicação de SIG (CONTI et al., 2011), o uso de “descrições faciológica, análise granulométrica, datação ^{14}C , análises isotópicas e elementares de C e N e palinologia” (BOROTTI FILHO, 2013), a medição de pH, salinidade e potencial redox (OTERO et al., 2006), e ainda a avaliação da concentração de metais pesados e taxas de sedimentação (SAITO et al., 2006).

O trabalho de Semensato et al. (2007), ao avaliar a distribuição espacial de metais e variáveis físicas e químicas em um transecto na ilha do Cardoso, setoriza o ambiente entre a “planície inferior” - primeiros 100 m em direção à terra e que apresenta maior concentração de metais, corroborando também sobre a função de filtro dos manguezais - e a “planície superior”, mais oxigenada e arenosa. Assim, consegue concluir que, pelas baixas concentrações encontradas, a área segue como uma das mais conservadas do litoral, incentivando estudos comparativos entre ambientes alterados e este pouco impactado.

Essas pesquisas têm a intenção de evidenciar a importância do meio físico na manutenção e regulação do ecossistema, sendo necessárias ações para sua conservação e mesmo restauração.

Fotografia 15 - Desenvolvimento de árvores de grande porte; banco de sedimento e ação de ondas.



Fonte: acervo pessoal. Novembro/2024 - PEIC.

Com a possibilidade de acrescentar “outro” tipo de serviço, identificou-se o serviço de **história ambiental**, pela possibilidade de reconstrução desse ambiente por seus processos pretéritos e atuais. Este histórico é importante para entendimento de quais serviços já estiveram presentes neste ecossistema, se relacionando com as ocupações históricas da região, além de auxiliar no entendimento de possíveis configurações futuras, se com manutenção ou perda de serviços.

As pesquisas encontradas convergem na busca por uma reconstrução da paisagem a partir de análises de parâmetros físicos, como por granulometria (SOUZA-JUNIOR, 2007) e fração de argila de solos de manguezais (SOUZA-JUNIOR; GARCIA-GONZALES, 2010). Nessa mesma abordagem, e para uma diferenciação dos solos do litoral de São Paulo, Souza et al. (2008) concluem que “diferentes cenários geomorfológicos ao longo da costa de São Paulo parecem regular a distribuição mineral em solos de mangue”. Além disso, Souza-Junior (2006), a partir de análises granulométricas dos solos, concluiu que os solos dos manguezais

podem apresentar textura arenosa e muito argilosa, todos com uma “idade holocênica, oscilando entre 410 anos A.P. (*antes do presente*) e 3.700 anos”.

Abordando ainda de outra forma, a partir da análise de iso bases - levando a uma hierarquização dos canais de drenagem - Cal (2007) também reconstrói esse ambiente a partir do meio físico, enfatizando a importância desse tipo de estudo para ações de planejamento e conservação ambiental.

O resumo destas identificações está presente na tabela 7.

Tabela 7 - Resumo das evidências, a partir das referências encontradas, para identificação de cada serviço de regulação do meio abiótico.

SEÇÃO	DIVISÃO	SERVIÇO	IDENTIFICAÇÃO
REGULAÇÃO / MANUTENÇÃO (ABIÓTICO)	Regulação das condições físicas, químicas e biológicas	Regulação das condições físicas (sedimentação, maré e salinidade)	Análises do meio físico - salinidade, concentração de nitrato e amônia e a físico-química dos sedimentos - como influente na presença de espécies, como foraminíferos (BUFFA, 2014), caranguejos (SARAIVA, 2022) e ostras (SAMPAIO et al., 2021). Há ainda, análises por medição de pH, salinidade e potencial redox (OTERO et al., 2006), distribuição de metais pesados (SEMENSATO et al., 2007), e avaliação da concentração de metais pesados e taxas de sedimentação (SAITO et al., 2006).
	Outro tipo de serviço de regulação e manutenção por processos abióticos	História ambiental	Reconstrução da paisagem a partir de parâmetros físicos. Como por granulometria (SOUZA-JUNIOR, 2007), fração de argila de solos de manguezais (SOUZA-JUNIOR; GARCIA-GONZALES, 2010), possibilitando a diferenciação dos solos do litoral de São Paulo (SOUZA et al., 2018) e sua datação - “idade holocênica, oscilando entre 410 anos A.P. (<i>antes do presente</i>) e 3.700 anos” (SOUZA-JUNIOR, 2006). Abordando ainda de outra forma, a partir da análise de isobases - levando a uma hierarquização dos canais de drenagem (CAL, 2007)

Fonte: elaborado pela autora.

6.3 Serviços culturais

Os serviços culturais, definidos como “os resultados não materiais que afetam os estados físicos e mentais das pessoas; incluindo os valores de uso indireto, atividades intelectuais, saberes tradicionais, relações culturais (simbolismo, festividade, religiosidade), turismo e recreação” (HAINES-YOUNG; POTSCHIN, 2018), são geralmente menos estudados e representados, visto que começam a aparecer na literatura apenas a partir de 2010 (BIMRAH et al., 2022). Assim, também, foram encontradas poucas pesquisas no litoral sul de São Paulo abordando esta esfera. Na tabela 8 estão as referências que embasam essa seção.

Os serviços foram organizados em duas divisões:

- 1) “Interações diretas, in situ e ao ar livre, com sistemas vivos que dependem da presença no meio ambiente”.

Nesta são definidos os grupos de interações físicas e experimentais, ou de interações intelectuais e representativas. Assim, parte-se da classe de “características dos sistemas vivos

que permitem atividades que promovem a saúde, a recuperação ou o prazer através de interações ativas ou imersivas” (fotografias 16 e 17) para a identificação dos **serviços de turismo** (ALMEIDA, 2010) e **sustentabilidade**. Este último se embasa na investigação de Razera et al. (2024), que, ao estabelecer relações entre as atividades presentes no PEIC com os objetivos de desenvolvimento sustentável (ODS), sustenta o serviço de sustentabilidade do parque, por estar integrado às comunidades tradicionais e preservando a biodiversidade local.

Fotografias 16 e 17 - Ponte suspensa no manguezal, infraestrutura para turismo e integração ativa facilitada com o ambiente.



Fonte: acervo pessoal. Novembro/2024 - PEIC.

Tabela 8 - Identificação dos serviços culturais pela hierarquia e sistematização CICES.

SEÇÃO	DIVISÃO	GRUPO	CLASSE	CÓDIGO	IDENTIFICAÇÃO	REFERÊNCIA
CULTURAL	Interações diretas, in situ e ao ar livre, com sistemas vivos que dependem da presença no meio ambiente	Interações físicas e experimentais com o ambiente natural	Caraterísticas dos sistemas vivos que permitem actividades que promovem a saúde, a recuperação ou o prazer através de interações activas ou imersivas	3.1.1.1	Sustentabilidade; Turismo	RAZERA et al., 2024; ALMEIDA, 2008
			Caraterísticas dos sistemas vivos que permitem actividades que promovem a saúde, a recuperação ou o prazer através de interações passivas ou de observação	3.1.1.2	Beleza cênica	VIGÁRIO et al., 2020; CHUPIL et al., 2022;
		Interações intelectuais e representativas com o ambiente natural	Caraterísticas dos sistemas vivos que permitem a investigação científica ou a criação de conhecimentos ecológicos tradicionais	3.1.2.1	História socio-cultural. Reprodução dos saberes da comunidade tradicional. Investigações científicas.	CABRAL et al, 2011; RAZERA et al., 2024; CHELIZ et al., 2022; CALIPPO, 2004; COELHO, 2019; NOVAES, 2019; BAHIA, 2008
			Caraterísticas dos sistemas vivos que têm ressonância em termos de cultura ou de património	3.1.2.3	História socio-cultural; Identidade cultural	TINOCO, 2023; OLIVEIRA, 2017; ARAKAKI, 2011; CALIPPO, 2004
	interações indiretas, remotas, muitas vezes em ambientes fechados, com sistemas vivos que não exigem a presença no ambiente	Interações espirituais, simbólicas e outras com o ambiente natural	Elementos dos sistemas vivos que têm um significado simbólico	3.2.1.1	Identidade cultural	ARAKAKI, 2011
			Elementos dos sistemas vivos que têm um significado sagrado ou religioso	3.2.1.2	Identidade cultural	ARAKAKI, 2012
		Outras caraterísticas bióticas que têm um valor de não-uso	Caraterísticas ou elementos dos sistemas vivos que têm um valor de existência	3.2.1.1	Reprodução do modo de vida	ARAKAKI, 2011
			Caraterísticas ou elementos dos sistemas vivos que têm um valor de opção ou de legado	3.2.2.2	Reprodução do modo de vida	ARAKAKI, 2011

Fonte: elaborado pela autora. Adaptado de Haines-Young e Potschin (2018).

Na classe de “características dos sistemas vivos que permitem atividades que promovem a saúde, a recuperação ou o prazer através de interações passivas ou de observação”, identificou-se o **serviço de beleza cênica** pela significativa presença de aves. Vigário et al. (2020) pesquisam sobre a ecologia do Guará (Íbis-vermelho) nesta região, e CHUPIL et al., (2022), registram 335 espécies de aves, classificando 28 como endêmicas do e 33 com algum risco de extinção. É interessante pontuar que ambas as pesquisas permitiram identificar também outros tipos de serviço, como de **regulação do habitat** (VIGÁRIO et al., 2020), e de **provisão de alimentos para aves** (CHUPIL et al., 2022).

Nas interações diretas ainda é possível sistematizar no grupo “interações intelectuais e representativas com o ambiente natural”, os serviços de **história sociocultural**, a **reprodução dos saberes da comunidade tradicional**, **identidade cultural** (fotografia 18) e **investigações científicas** (fotografia 19).

Fotografia 18 - Ensaio do grupo cultural: “Banda Meninas do Sol”.



Fonte: acervo pessoal. Abril/2024 - PEIC.

Fotografia 19 - Investigações científicas com pesquisadores em trabalho de campo.



Fonte: acervo pessoal. Novembro/2024 - PEIC.

Como os serviços culturais envolvem a interação humana com o ambiente, um número considerável de investigações se volta para os saberes construídos pelas comunidades locais, que vivem em interação direta com os manguezais, fornecendo, assim, a possibilidade de reprodução dos saberes tradicionais e investigações científicas. Assim, há estudos sobre as técnicas de pesca, como sobre o cerco-fixo (BAHIA, 2008), sobre a pesca do caranguejo-uçá (NOVAES, 2019) e sobre o manejo de ostras (CABRAL et al, 2011). Os saberes em relação à pesca também são analisados por Chelis et al. (2022), que constrói a paisagem em relação a quem a habita, delimitando diferentes ocupações e técnicas pesqueiras referentes à localização - que altera os padrões de maré e sedimentação. Outro conhecimento evidenciado é a orientação na navegação, para mapear e reconhecer pontos importantes - nomeando como “cartopráticas” - construído na junção de fatores ambientais e culturais (COELHO, 2019).

Os outros serviços identificados também como culturais são os de **história sociocultural e identidade cultural**. Uma grande referência que embasa essa interpretação, é a investigação de Tinoco (2023) ao buscar sobre a pesca caiçara da comunidade de Enseada da Baleia, que recentemente foi deslocada em razão de uma abertura na barra da região sul do sistema costeiro. Assim, a pesquisa traça o perfil da pesca nos últimos anos, elencando técnicas e espécies pescadas, além de buscar entender como se dará a reprodução dos modos de vida. Na identidade cultural, a pesquisa de Oliveira (2017), na área do direito, fundamenta as lutas entre diferentes tipos de unidade de conservação que se impõe sobre comunidades

reconhecidas politicamente como tradicionais, que devem, portanto, ter seus direitos de acesso ao território e manutenção das formas de vida garantidos.

- 2) “Interações indiretas, remotas, muitas vezes em ambientes fechados, com sistemas vivos que não exigem a presença no ambiente”

Nesta classe, se considera os grupos de “interações espirituais, simbólicas e outras com o ambiente natural” e de “outras características bióticas que têm um valor de não-uso”, como de existência ou legado. Nesta hierarquia interpretam-se os serviços de **identidade cultural** e **reprodução do modo de vida** (fotografia 20).

Fotografia 20 - Relação direta entre comunidade e manguezais.



Fonte: acervo pessoal. Abril/2024 - PEIC.

Ambos foram interpretados com base na tese de Arakaki (2011), que buscou elucidar a identidade cultural da comunidade da Enseada da Baleia - localizada no PEIC - a partir de tradições, ritos, religião, saberes, organização econômica e modo de vida. A pesquisa salienta a relação de territorialidade da comunidade com o meio, vivendo com e para um equilíbrio sócio ecossistêmico, de manutenção e permissão de continuidade das formas de vida ali presentes. Na tabela 9 está o resumo desta interpretação dos serviços culturais.

Tabela 9 - Resumo das evidências, a partir das referências encontradas, para identificação de cada serviço cultural.

SEÇÃO	DIVISÃO	SERVIÇO	IDENTIFICAÇÃO
CULTURAL	Interação direta, física, experimental e intelectual com o meio	Sustentabilidade	Relação de atividades presentes no PEIC com os ODS - Objetivos de desenvolvimento sustentável - (RAZERA et al., 2024)
		Turismo	Prováveis potencialidades ecoturísticas e/ou geoturísticas (ALMEIDA, 2008)
		Beleza cênica	Ecologia do Guará (Íbis-vermelho) no litoral Sul de São Paulo (VIGÁRIO et al. 2020), e o registro de 335 espécies de aves (CHUPIL et al., 2022)
		Investigações científicas	Estudos sobre as técnicas de pesca , como sobre o cerco-fixo (BAHIA, 2008), sobre a pesca do caranguejo-uçá (NOVAES, 2019) e sobre o manejo de ostras (CABRAL et al, 2011); paisagem construída em relação a quem a habita , pelas ocupações em relação à maré e pesca (CHELIS et al., 2022); e ainda sobre a orientação na navegação construída localmente, nomeada como “cartopráticas” (COELHO, 2019).
	Interação simbólica, espiritual, de valor de uso	Reprodução dos saberes de comunidades tradicionais	
		História sociocultural	
		Reprodução do modo de vida	Identidade cultural da comunidade da Enseada da Baleia - localizada no PEIC - a partir de tradições, ritos, religião, saberes, organização econômica e modo de vida (ARAKAKI, 2011)
		Identidade cultural	

Fonte: elaborado pela autora.

6.4 Próximos passos para a pesquisa

Uma das limitações deste trabalho consiste na impossibilidade, neste momento, de realizar entrevistas com moradores, e outros sujeitos, do parque sobre seus usos do manguezal. Este tipo de pesquisa, com análises qualitativas, tem sido bastante utilizado na identificação dos serviços ecossistêmicos, já que estes variam na localização a depender da organização e necessidade social do entorno. É uma abordagem que também permite uma aproximação das questões de valoração, evidenciando relações de troca de determinados serviços.

Assim, na conclusão deste trabalho se constrói o questionamento sobre a valoração dos serviços encontrados, como “quais são os mais importantes na área?” e “para quem?”, o “quanto, em valor monetário, esse manguezal está sustentando quando provê pesca, proteção costeira e armazenamento de carbono?”, por exemplo. Para isto, pode-se abrir um caminho para as análises da economia ecológica, com discussões sobre as formas de atribuir valor e como atuar em conjunto com as comunidades do local.

O preenchimento da lacuna de entrevistas, pode também permitir a espacialização dos serviços encontrados. Com essa aproximação mais local é possível localizar onde os manguezais são mais usados para pesca, com uso mais direto da comunidade local, ou onde armazenam mais carbono, por exemplo. Construindo assim, um mapeamento dos usos dos manguezais, útil para uso e gerenciamento.

7 CONSIDERAÇÕES FINAIS

Esta pesquisa teve o intuito de identificar os serviços ecossistêmicos dos manguezais em uma área representativa de um bom estado de conservação dos ambientes, permitindo entender como estes funcionam e possibilitam a oferta de benefícios para o bem-estar humano. Para isso, optar pela identificação a partir de dados secundários, com uma revisão bibliográfica, se mostrou bastante adequada para o objetivo de sistematizar resultados já obtidos por pesquisas anteriores na área de estudo, sendo este um caminho já realizado em outros trabalhos na etapa de identificação de SE. Como de Santos (2018), na identificação de serviços na Ilha do Maranhão, e de Saldanha (2020) - como parte de um trabalho de mapeamento dos SE na zona estuarina no rio Piranhas-Açu (RN/NE Brasil). Essa forma de pesquisa (por dados secundários) é possibilitada para quando há estudos e informações da área de estudo, sendo também interessante para uma compreensão ampla do que vem sendo investigado e quais questões surgem.

A partir dos dados trabalhados, a metodologia de classificação e interpretação de serviços proposta pela CICES, também foi bastante adequada aos objetivos do trabalho. O esquema hierárquico foi adequado para interpretar serviços a partir tanto de estudos locais, no próprio PEIC, como também regionais, abrangendo o SCCI. Essa proposta visa permitir comunicações entre outras pesquisas também de estudos de caso, podendo comparar o estado de conservação de ambientes ou então diferentes usos consolidados. Além disso, possibilita que as discussões sobre os serviços do parque sejam em relação à situação global dos serviços de manguezais, construindo um amplo conhecimento sobre as potencialidades e vulnerabilidades desses ecossistemas.

Como parte complementar, os trabalhos de campo, realizados por fazer parte de um projeto de pesquisa⁶, possibilitaram um *check list* dos serviços identificados e classificados em gabinete. Assim, foi possível uma aproximação maior com a área de estudo ao exercitar o olhar de nomear processos visíveis no meio.

Percorrendo este caminho metodológico, o objetivo geral foi alcançado com a identificação de 25 serviços (4 de provisão, 13 de regulação e 8 culturais) ecossistêmicos dos manguezais no Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC). Com isso, fica reforçada a importância desse ecossistema na manutenção da produção de biomassa e as cadeias tróficas construídas, sendo um importante ambiente para pesca e alimentação. Pela presença de

⁶ Chamada CNPq/MCTI-nº 10/2023 – Universal: “Análise integrada do impacto de eventos climáticos em manguezais no Sistema Costeiro Cananéia-Iguape: monitoramento e processos de recuperação”.

comunidades tradicionais no parque (do Marujá, Enseada da Baleia, Pontal de Leste, Cambriú, Foles e Itacuruçá), os serviços culturais estão bastante presentes, especialmente relacionados aos modos de vida e saberes e técnicas tradicionais (muitas relacionadas à pesca), além do turismo e saberes científicos com a comunidade externa.

Assim, os serviços identificados beneficiam de forma direta as comunidades tradicionais presentes no parque, além de turistas e pesquisadores. Conseguem abranger ainda a população regional, que utiliza da pesca, e mesmo um bem-estar humano (em maior escala) por suas regulações climáticas e de manutenção da biodiversidade.

Pelo cenário global de investigação das respostas às mudanças climáticas e a configuração do parque como um dos locais mais preservados da costa brasileira, os serviços de regulação, como sequestro de carbono, filtração, proteção costeira e reprodução do ecossistema, foram os mais estudados entre 2004 e 2024 - seguindo uma tendência global das investigações. Localmente chama atenção a diferença dos estudos sobre a proteção costeira que, em 2009 indicavam sobre a estabilidade da costa, enquanto em 2021 uma investigação aponta para a vulnerabilidade à erosão. Este é um fio que pode ser indicativo para futuras investigações, o porquê dessa diferença somada à preocupação com as comunidades que habitam e podem ser novamente impactadas.

Esse trabalho permitiu uma compreensão sobre o estado de conservação dos manguezais estudados, seu funcionamento e fornecimento de SE. Constrói, uma base para posteriores relações de resiliência ou perdas no ambiente relacionadas às mudanças climáticas - como se vê uma produção na literatura sobre essa temática. Por fim, reforça a importância das unidades de conservação na manutenção da sociobiodiversidade, visto que os ecossistemas se mantêm também em relação aos usos e interações humanas, que podem ser harmônicas - quando há uma valorização dos ecossistemas em estados conservados.

REFERÊNCIAS

AB'SABER, Aziz Nacib. **Litoral do Brasil/Brazilian coast**. research and text Aziz Nacib Ab'Saber; English version Charles Holmquist. São Paulo, Metalivros, 2001.

ALARSA, C.; FURLAN, S. A.; COLÂNGELO, A. C.. Aspectos do Meio Físico no Cenário dos Serviços Ecossistêmicos. *Revista do Departamento de Geografia, São Paulo, Brasil*, n. spe, p. 184–195, 2018. DOI: 10.11606/rdg.v0ispe.145793. Disponível em: <https://www.revistas.usp.br/rdg/article/view/145793>.. Acesso em: 27 fev. 2025.

ALBERGARIA-BARBOSA, A. C. R. *et al.* Characterization of the organic matter produced by Atlantic Rainforest plants and its influence in the surface sediments deposited in a protected subtropical Estuarine–Lagoon system. **Regional Studies in Marine Science**, [s. l.], v. 57, p. 102728, 2023. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352485522003231>. Acesso em: 16 ago. 2024.

ALMEIDA, R. **Ecologia de manguezais**:: dinâmica da serapilheira e funcionamento do ecossistema, Ilha do Cardoso, Cananéia, São Paulo, Brasil. 2005. Tese (Doutorado) – Universidade de São Paulo, São Paulo, BSP, 2005. Disponível em: <https://repositorio.usp.br/item/001468701>. Acesso em: 5 set. 2024.

ALMEIDA, J.R.; SUGUIO, K. Turismo sustentável na planície costeira de Cananéia-Iguape e Ilha Comprida (SP). **Revista ACTA Geográfica**, [s. l.], v.4, n.7, jan./jun. 2010.

AMADOR, Elmo. Ecossistemas da bacia da Baía de Guanabara: Manguezais. In: AMADOR, Elmo. **Bacia da Baía de Guanabara: características geoambientais, formações e ecossistemas**. Rio de Janeiro: Interciência Ltda, 2012. cap. 3, p. 228-242

ARA, K. Temporal variability and production of the planktonic copepod community in the Cananéia Lagoon estuarine system, São Paulo, Brazil. **Zoological Studies**, [s. l.], v. 43, n. 2, p. 179–186, 2004.

ARAKAKI, K. R. **O Território caiçara da Comunidade Enseada da Baleia, Parque Estadual da Ilha do Cardoso - SP**. 2011. 142 f. Mestrado - Universidade Estadual de Londrina, Londrina, 2011.

ASMUS, M. L. *et al.* Simples para ser útil: base ecossistêmica para o gerenciamento costeiro. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, [s. l.], v. 44, 2018. Disponível em: <https://ojs.homologa.ufpr.br/made/article/view/54971>. Acesso em: 4 abr. 2024.

ATLAS dos manguezais do Brasil. Brasília, 2018. **Instituto Chico Mendes da Conservação da Biodiversidade**. Disponível em: <https://acervo.socioambiental.org/acervo/livros/atlas-dos-manguezais-do-brasil>. Acesso em: 9 fev. 2024.

AVILA, L. A. **Diversidade e potencial biotecnológico de Pseudomonas spp. de sedimentos de manguezais**. 2012. Tese (Doutorado em Biotecnologia) - Biotecnologia, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. doi:10.11606/T.87.2012.tde-05072012-145246. Acesso em: 21 fev. 2025

BAHIA, N. C. F. **Estudo etnobiológico da interação dos pescadores de cerco-fixo com as tartarugas marinhas da região de Cananéia, litoral sul de São Paulo**. 2008. 1 CD-ROM. Trabalho de conclusão de curso (bacharelado - Ciências Biológicas). Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Botucatu, 2008. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/118158>. Acesso em: 8 set. 2024.

BARBIERI, E. Foraging habitats of the Scarlet Ibis (*Eudocimus ruber*) in the Cananéia-Ilha comprida estuary, São Paulo, Brazil. **Ornitologia Neotropical**, [s. l.], v. 20, n. 1, p. 73–79, 2009.

BARCELLOS, R. L. *et al.* Sedimentary organic matter in cores of the cananéia-iguape lagoonal-estuarine system, São Paulo State, Brazil. **Journal of Coastal Research**, [s. l.], n. 56, v.II., p. 1335–1339, 2009.

BARDI, J. **Comunidades de hidrozoários (Cnidaria) estuarinos do sudeste e sul do Brasil**. 2011. Tese de Doutorado - Universidade de São Paulo, 2011. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/41/41133/tde-20042012-093217/>. Acesso em: 19 set. 2024.

BARRERA-ALBA, J. J. *et al.* Influence of an artificial channel in a well-preserved sub-tropical estuary. **Journal of Coastal Research**, Austrália, n.50, p. 1137–1141, 2007.

BASTOS, J. A. **Saúde mental e trabalho: metassíntese da produção acadêmica no contexto da pós-graduação brasileira**. 2013. Dissertação de Mestrado (Programa de Pós-graduação em Psicologia). Universidade Federal de Alagoas, Maceió, 2013. Disponível em: <https://www.repositorio.ufal.br/handle/riufal/1231>. Acesso em: 25 jul. 2024.

BERNARDES, J.A.; FERREIRA F.P.M. Sociedade e Natureza. *In*: CUNHA, S.B.; GUERRA, A.J.T. **A Questão Ambiental - diferentes abordagens**. Rio de Janeiro, Bertrand Brasil, 2003, p. 17 - 42.

BERTRAND; G.. Le paysage entre la Nature et la Société. *In*: **Revue géographique des Pyrénées et du Sud-Ouest**, tome 49, fascicule 2, 1978. Géosystème et aménagement. p. 239-258.

BIMRAH, Kanika *et al.* Ecosystem Services of Mangroves: A Systematic Review and Synthesis of Contemporary Scientific Literature. **Sustainability**, [s. l.], v. 14, n. 19, p. 12051, 2022. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2071-1050/14/19/12051>. Acesso em: 12 abr. 2024.

BISPO, L. S., *et al.* Caracterização e Mapeamento de Clareiras em Florestas de Mangue no Mosaico do Lagamar, estados de São Paulo e Paraná. **Revista multidisciplinar de educação e meio ambiente**. v. 4, n.2, 2023. Disponível em: DOI: 10.51189/iii-conbiv/17451. Acesso em: 22 abr. 2024.

BOROTTI FILHO, M. A. *et al.* Análises elementares e isotópicas da matéria orgânica de 28000 anos de manguezal da Ilha do Cardoso, costa sul, São Paulo. *In*: Simpósio Internacional da Universidade de São Paulo, 2010, São Paulo.

BOROTTI FILHO, M. A. **Evolução dos manguezais do norte da Ilha do Cardoso (Cananéia - SP), desde o Pleistoceno tardio**. 2013. Dissertação de Mestrado, Universidade de São Paulo, 2013. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64134/tde-03092013-142831/>. Acesso em: 17 set. 2024.

BRASIL. Ministério da ciência, tecnologia e inovação. **Ciência no mar: zona costeira e plataforma continental** [Brasília]: Ministério da Ciência, Tecnologia e Inovação. Disponível em: <https://ciencianomar.mctic.gov.br/zona-costeira-e-plataforma-continental>. Acesso em: 22, jan, 2025.

BRASIL. Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. **Biodiversidade e biomas: serviços ecossistêmicos** [Brasília]: Ministério do Meio Ambiente e Mudança do Clima. 2024. Disponível em: <https://www.gov.br/mma/pt-br/assuntos/biodiversidade-e-biomas/biomas-e-ecossistemas/conservacao-1/servicos-ecossistemicos/funcoes-dos-ecossistemas/funcoes-dos-ecossistemas>. Acesso em: 17 jan, 2025.

BUFFA, Renata Figueiredo. **Foraminíferos em um transecto de manguezal da Ilha do Cardoso (SP): distribuição em função da frequência de inundação e modelos para reconstruções paleoambientais no setor de petróleo & gás**. 2014. 27 f. Trabalho de conclusão de curso (Ecologia) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Biociências de Rio Claro, 2014. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/118433>. Acesso em: 10 set. 2024.

CABRAL, I.M.. *et al.* A integração da pesquisa ao conhecimento ecológico local no subsídio ao manejo: variações no estoque natural da ostra de mangue *crassostrea* spp. na reserva extrativista do Mandira, Cananéia-SP, Brasil. **Ambiente & Sociedade**, [s. l.], v. 14, p. 1–22, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/asoc/a/yMmhjWSDJznPkX53mr3wB5s/?lang=pt>. Acesso em: 20 ago. 2024.

CAL, Larissa Cristina Lopes. **Análise paleogeográfica evolutiva da região do Parque Estadual da Ilha do Cardoso (PEIC), litoral sul de São Paulo, como subsídio a ações de planejamento e conservação ambiental**. 2007. 47 f. Trabalho de conclusão de curso (Engenharia Ambiental) - Universidade Estadual Paulista, Instituto de Geociências e Ciências Exatas, Rio Claro, 2007.

CALIPPO, Flávio Rizzi. **Os sambaquis submersos de Cananéia: um estudo de caso de arqueologia subaquática**. 2004. Dissertação (Mestrado em Arqueologia) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2004. doi:10.11606/D.8.2004.tde-27062006-143634. Acesso em: 8 set. 2024.

CANUTO, L.; OLIVEIRA, A. Métodos de revisão bibliográfica nos estudos científicos. **Psicologia em Revista**, v. 26, p. 83–102, 2020. Disponível em: <https://doi.org/10.5752/P.1678-9563.2020v26n1p82-100>. Acesso em: 14 ago. 2024.

CASTRO, Renata Assis. **Estudo da comunidade bacteriana endofítica cultivável associada aos manguezais de Cananéia e Bertioga SP**. 2011. Dissertação (Mestrado em Biologia na Agricultura e no Ambiente) - Centro de Energia Nuclear na Agricultura,

Universit  de São Paulo, Piracicaba, 2011. Disponível em:
doi:10.11606/D.64.2011.tde-22032012-145555. Acesso em: 5 set. 2024.

CASTRO, R. A. *et al.* Isolation and enzyme bioprospection of endophytic bacteria associated with plants of Brazilian mangrove ecosystem. **SpringerPlus**, [s. l.], v. 3, n. 1, p. 382, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/2193-1801-3-382>. Acesso em: 19 ago. 2024.

CHELIZ, P. *et al.* Usos do relevo, das águas e da pesca na trajetória histórica de comunidades tradicionais caiçaras em territórios normatizados como unidade de conservação (Ilha do Cardoso, SP). **Caderno de Geografia**, [s. l.], v. 32, p. 2022, 2022.

CHIQUELTO, L., *et al.* Estado atual de conservação dos manguezais nos sítios reconhecidos pela UNESCO e RAMSAR no sudeste e sul do Brasil. Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente. In: *III Congresso Brasileiro de Biodiversidade virtual*. **Anais [...]**: v. 4; n  2, 2023.

CHIQUELTO, L. N. **Florestas de mangue em diferentes condições ambientais sob o enfoque da estrutura vegetal, da biomassa e do estoque do carbono acima do solo no Mosaico de áreas Protegidas do Lagamar**. 2024. Dissertação (Mestrado em Biodiversidade de Ambientes Costeiros) - Universidade Estadual Paulista (UNESP), Instituto de Biociências, São Vicente, 2024.

CHUPIL, H.; MONTEIRO-FILHO, E. L. de A. Birds of Parque Estadual Ilha do Cardoso: ecology, conservation and natural history. **Biota Neotropica**, [s. l.], v. 22, p. e20211295, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bn/a/sLqWXjvKn8pppyhTRR9VsLd/?lang=en>. Acesso em: 16 ago. 2024.

COELHO, K. S. **O GPS perde pra mim longe! Cartopr ticas e políticas caiçaras em navegação no mar de dentro**. Revista EntreRios do Programa de Pós-Graduação em Antropologia, [s. l.], v. 2, n. 1, p. 24 40, 2019. Disponível em:
<https://revistas.ufpi.br/index.php/entrierios/article/view/10479>. Acesso em: 5 set. 2024

COELHO JÚNIOR, C. **Ecologia de manguezais:: zonação e dinâmica da cobertura vegetal em gradientes ambientais, Cananéia, São Paulo, Brasil**. 2003. Tese (Doutorado)   Universidade de São Paulo, São Paulo, BSP, 2003. Disponível em:
<https://repositorio.usp.br/item/001363809>. Acesso em: 21 fev. 2025.

CONTI, L. A. *et al.* An integrated GIS for sedimentological and geomorphological analysis of a lagoon environment. Barra de Cananéia inlet region, (Southeastern Brazil). **Journal of Coastal Conservation**, [s. l.], v. 16, n. 1, p. 13 24, 2011. Disponível em:
<https://doi.org/10.1007/s11852-011-0164-1>. Acesso em: 20 ago. 2024.

CONTI, L.A. *et al.* Spatial database modelling for mangrove forests mapping; example of two estuarine systems in Brazil. **Modelling Earth Systems and Environment**, [s. l.], v. 2, n. 2, 2016. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40808-016-0129-3>. Acesso em: 16 jun. 2024

COOK, D. J.; MULROW, C. D.; HAYNES, R. B. Systematic Reviews: Synthesis of Best Evidence for Clinical Decisions. **Annals of internal medicine**, [s. l.], v. 126, p. 376 80, 1997.

CORNAGGIA, F. *et al.* Diversions of the Ribeira River Flow and Their Influence on Sediment Supply in the Cananéia-Iguape Estuarine-Lagoonal System (SE Brazil). **Frontiers in Earth Science**, [s. l.], v. 6, 2018. Disponível em: <https://doi.org/10.3389/feart.2018.00025>. Acesso em: 29 jun. 2024.

COSTA, Diógenes Félix Da Silva. Serviços ecossistêmicos prestados pelos manguezais do Rio Grande do Norte (nordeste do Brasil). **In: OS DESAFIOS DA GEOGRAFIA FÍSICA NA FRONTEIRA DO CONHECIMENTO**. [S. l.]: INSTITUTO DE GEOCIÊNCIAS - UNICAMP, 2017. p. 1127–1136. Disponível em: <http://ocs.ige.unicamp.br/ojs/sbgfa/article/view/2025>. Acesso em: 29 out. 2024.

COSTANZA, R. *et al.* The value of the world's ecosystem services and natural capital. **Nature**, v. 387, n. 6630, p. 253–260, 1997. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/387253a0>. Acesso em: 3 jul. 2024.

COSTANZA, R. *et al.* Changes in the global value of ecosystem services. **Global Environmental Change**, v. 26, p. 152–158, 2014. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378014000685>. Acesso em: 3 jul. 2024.

COSTANZA, R. *et al.* Twenty years of ecosystem services: How far have we come and how far do we still need to go?. **Ecosystem Services**, [s. l.], v. 28, p. 1–16, 2017. Disponível em: <https://linkinghub.elsevier.com/retrieve/pii/S2212041617304060>. Acesso em: 5 jul. 2024.

CUNHA-LIGNON, M. **Ecologia de manguezais: desenvolvimento espaço-temporal no sistema costeiro Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil**. 2005. Tese (Doutorado em Oceanografia Biológica) - Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005. doi:10.11606/T.21.2005.tde-06022006-121128. Acesso em: 23 ago. 2024.

CUNHA-LIGNON, M. *et al.* Analysis of mangrove forest succession, using sediment cores: a case study in the Cananéia-Iguape coastal system, São Paulo Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, [s. l.], v. 57, p. 161–174, 2009. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjoce/a/69wRzNnn4KswnvwJyK74tr/?lang=en>. Acesso em: 21 ago. 2024.

CUNHA-LIGNON, M. *et al.* Mangrove forests and sedimentary processes on the South Coast of São Paulo State (Brazil). **Journal of Coastal Research**, [s. l.], n. SPEC. ISSUE 56, p. 405–409, 2009.

CUNHA-LIGNON, M. *et al.* Estudos de Caso nos Manguezais do Estado de São Paulo (Brasil): Aplicação de Ferramentas com Diferentes Escalas Espaço-Temporais. **Revista de Gestão Costeira Integrada**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 79–91, 2009. Disponível em: <http://www.aprh.pt/rgci/rgci125.html>. Acesso em: 9 ago. 2024.

CUNHA-LIGNON, M. *et al.* Monitoring structural mangrove forests over time (2001-2010). In: The 2010 International Meeting of the Association for Tropical Biology and Conservation: Tropical Biodiversity ? surviving the food, energy and climate crisis, 2010, Bali. **Program and Abstracts of The 2010 International Meeting of the Association for**

Tropical Biology and Conservation: Tropical Biodiversity ? surviving the food, energy and climate crisis. Bali, 2010. p. 255.

CUNHA-LIGNON, M. *et al.* Characterisation of mangrove forest types in view of conservation and management: A review of mangals at the Cananéia region, São Paulo State, Brazil. **Journal of Coastal Research**, [s. l.], n.64, p. 349–353, 2011.

CUNHA-LIGNON, M. *et al.* Mangrove Forest Dynamics: long-term monitoring using permanent plots in the southeastern Brazilian coast. In: 6th Mangrove, Macroenthos and Management Conference, 2023, Cartagena de las Indias. **Abstract Book [...]**. Red Col. Estuarios y Manglares. p. 219.

CUNHA-LIGNON, M.; KAMPEL, M. Análise multitemporal de imagens Landsat para monitoramento de áreas de manguezal: subsídio à gestão costeira do litoral sul do Estado de São Paulo. In: XV Simpósio de Sensoriamento Remoto, 2011, Curitiba. **Anais [...]**, 2011. p. 5032-5038.

CUNHA-LIGNON, M.; LIMA, N.G.B. Health Status of the Mangrove Forest on the Southeastern Coast of the State of São Paulo (Brazil): From the Bottom (Soil Salinity and Vegetation Biomass) to Upwards (Canopy). **In Book of Abstracts—VLIZ Marine Science Day**; Vlaams Instituut voor de Zee—Flanders Marine Institute (VLIZ): Oostende, Belgium, 2021; v.85, pp. 40–41.

DAS, S.; VINCENT, J.R. Mangroves protected villages and reduced death toll during Indian super cyclone. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v.106, n.18, p. 7357-7360, 2009.

DE MAHIQUES, M. M. *et al.* Anthropogenic influences in a lagoonal environment: a multiproxy approach at the valo grande mouth, Cananéia-Iguape system (SE Brazil). **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 57, n. 4, p. 325–337, 2009. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592009000400007&lng=en&tlng=en>. Acesso em: 3 jul. 2024.

DIAS, A. *et al.* Archaeal communities in the sediments of three contrasting mangroves. **Journal of Soils and Sediments**, [s. l.], v. 11, p. 1466–1476, 2011

DIEGUES, A. C. **A construção da etnoconservação no Brasil: o desafio de novos conhecimentos e novas práticas para a conservação**. NUPAUB, 2010.

DUARTE, L. F. de A. *et al.* Fishery of the Uçá Crab *Ucides Cordatus* (Linnaeus, 1763) in a Mangrove Area in Cananéia, State of São Paulo, Brazil: Fishery Performance, Exploitation Patterns and Factors Affecting the Catches. **Brazilian Journal of Oceanography**, [s. l.], v. 62, p. 187–199, 2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjoc/a/r9tHrMKBPZzbv3Gp6435pZd/?lang=en>. Acesso em: 20 ago. 2024.

DUKE, N. *et al.* A World Without Mangroves? **Science**. New York, N.Y., [s. l.], v. 317, p. 41–2, 2007.

DURAN, R. S. Caranguejeiros e Carangueijos: A captura do Caranguejo-Uçá, *Ucides*

cordatus (Linnaeus, 1763) (Crustacea, Ucididae), no município de Cananéia (SP). 2011. 46 f. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação em Ecologia) - Universidade Estadual Paulista, Rio Claro, 2011.

DURIGON, P. E. R. **Distribuição e fluxos de CO₂ no sistema estuarino-lagunar de Cananéia**. 2005. Dissertação (Mestrado em Oceanografia Química e Geológica) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2005.

FELLER, I. C. *et al.* The state of the world's mangroves in the 21st century under climate change. **Hydrobiologia**, [s. l.], v. 803, n. 1, p. 1–12, 2017. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s10750-017-3331-z>. Acesso em: 23 maio 2024.

FERREIRA, A. J. P. **Aplicação de métodos de valoração ecossistêmica na Área de Proteção Ambiental Cananéia-Iguape-Peruíbe**. 2022. 37 f. Trabalho de conclusão de curso (Graduação em Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia do Mar) - Instituto do Mar, Universidade Federal de São Paulo, Santos, 2022. Disponível em: <https://hdl.handle.net/11600/63136>. Acesso em: 9 maio 2024.

FERREIRA, F. P. **Caracterização das substâncias húmicas extraídas do solo do manguezal de Pai Matos (Cananéia, SP, BR) e de marismas da Espanha (Galícia e Valência)**. 2008. Universidade de São Paulo, [s. l.], 2008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-15102008-084016/>. Acesso em: 19 set. 2024.

FERREIRA, J. A. N. **Conectividade insular: um estudo da presença de *Spartina alterniflora* nas Ilhas de Cananéia e Comprida**. 2010. Mestrado em Geografia Física - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2010. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-16112010-140755/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

FERREIRA, K. M. **Densidade e Estrutura Populacional do Caranguejo-Uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Crustacea: Brachyura: Ocypodidae), em Cananéia (SP): Parâmetros Abióticos e Níveis Antrópicos Explicativos**. 2020. 77 f. Mestrado - UNESP, São Vicente, 2020. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/ce10d839-918c-4d97-b64a-6df89cad9640/content>. Acesso em: 25 set. 2024.

FERREIRA, T. O. **Processos pedogenéticos e biogeoquímica de Fe e S em solos de manguezais**. 2005. Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-05042006-162745/>. Acesso em: 14 ago. 2024.

FERREIRA, T. O. *et al.* Effects of bioturbation by root and crab activity on iron and sulfur biogeochemistry in mangrove substrate. **Geoderma**, [s. l.], v. 142, n. 1, p. 36–46, 2007. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706107002212>. Acesso em: 19 set. 2024.

FERREIRA, T. O. *et al.* Are mangrove forest substrates sediments or soils? A case study in southeastern Brazil. **CATENA**, [s. l.], v. 70, n. 1, p. 79–91, 2007. Disponível em:

<https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0341816206001561>. Acesso em: 19 set. 2024.

FILLA, G. de F.; MOREIRA, T. P.; BUSSOLARO, D. Presença de resíduos plásticos no trato digestório de tainhas (*Mugil liza*) do estuário de Cananeia, sudeste do Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 64–77, 2024. Disponível em:

<https://revistaelectronica.icmbio.gov.br/BioBR/article/view/2460>. Acesso em: 9 ago. 2024.

FONTES, R. F. C. *et al.* Numerical modeling as supporting tool for aquaculture of oysters in a subtropical estuarine ecosystem. **Boletim do Instituto de Pesca**, [s. l.], v. 45, n. 4, 2019. Disponível em: <https://institutodepesca.org/index.php/bip/article/view/1476>. Acesso em: 19 ago. 2024.

FRIAS, R. C. O trabalho de campo na Geografia: características fundamentais e um convite à escuta. **Espaço e Cultura**, [s. l.], n. 45, p. 61–86, 2019. Disponível em: <https://www.e-publicacoes.uerj.br/index.php/espacoecultura/article/view/48535>. Acesso em: 28 out. 2024.

FRIESS, D. A. *et al.* Mangrove forests under climate change in a 2°C world. **WIREs Climate Change**, v. 13, n. 4, p. e792, 2022. Disponível em: <<https://doi.org/10.1002/wcc.792>>. Acesso em: 8 abr. 2024.

GALVANI, E.; LIMA, N. G. B. de. Caracterização microclimática dos manguezais da Barra do Ribeira-Iguape/SP e suas relações com os aspectos fisionômicos da vegetação. **GEOUSP Espaço e Tempo** (Online), [s. l.], v. 10, n. 1, p. 79–100, 2006. Disponível em: <https://revistas.usp.br/geousp/article/view/74009>. Acesso em: 5 set. 2024.

GALVANI, E.; LIMA, N. G. B. de. Estudos climáticos nas escalas inferiores do clima. manguezais da Barra do Rio Ribeira, Iguape, SP (climatic studies on inferior scales of climate: some results of mangroves in ‘Barra of Rio Ribeira, Iguape- SP). **Mercator**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 25 a 38–25 38, 2010. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/531>. Acesso em: 5 set. 2024.

GALVANI, E.; LIMA, N. G. B. de. Fotografias Hemisféricas em Estudos Microclimáticos: Referencial Teórico-Conceitual e Aplicações. **Ciência e Natura**, v. 36, p. 215–221, 2014. Disponível em: <https://periodicos.ufsm.br/cienciaenatura/article/view/13216>. Acesso em: 9 ago. 2024.

GALVANI, E.; LIMA, N. G. B. de. Interceptação da Precipitação no Manguezal no Litoral Sudeste do Brasil. **Espaço Aberto**, [s. l.], v. 6, n. 1, p. 111–130, 2016. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/EspacoAberto/article/view/3282>. Acesso em: 9 ago. 2024

GALVÃO, M. S. N. *et al.* Molecular identification and distribution of mangrove oysters (*crassostrea*) in an estuarine ecosystem in Southeast Brazil: implications for aquaculture and fisheries management. **Aquaculture Research**, [s. l.], v. 44, n. 10, p. 1589–1601, 2013. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/j.1365-2109.2012.03166.x>. Acesso em: 20 ago. 2024.

GARCIA, M. G. M.. Ecosystem Services Provided by Geodiversity: Preliminary Assessment and Perspectives for the Sustainable Use of Natural Resources in the Coastal Region of the

State of São Paulo, Southeastern Brazil. **Geoheritage**, [s. l.], v. 11, n. 4, p. 1257–1266, 2019. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12371-019-00383-0>. Acesso em: 22 maio 2024.

GEDAN, K.B. *et al.* The present and future role of coastal wetland vegetation in protecting shorelines: answering recent challenges to the paradigm. **Climatic Change**, n. 106, p. 7-29, 2011. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s10584-010-0003-7>. Acesso em: 6 maio. 2024.

GODOY, M. D. P. **Alteração nas áreas de mangue em estuários no Estado do Ceará devido a mudanças nos usos do solo e mudanças climáticas**. 2015. Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2015. Disponível em: <http://www.repositorio.ufc.br/handle/riufc/17669>. Acesso em: 03 jul 2024.

GONÇALVES, G. R. L. *et al.* Fatty acid profiles of three commercial shrimp from southeastern Brazil. **Regional Studies in Marine Science**, [s. l.], v. 48, p. 102032, 2021. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S2352485521004242>. Acesso em: 16 ago. 2024.

GONÇALVES, G. R. L. *et al.* Environmental factors modulated the fatty acid profile of the shrimp *Xiphopenaeus* spp. in Cananéia and Ubatuba southeast Brazilian coast. **Environmental Science and Pollution Research**, [s. l.], v. 30, n. 31, p. 76936–76949, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s11356-023-27846-w>. Acesso em: 16 ago. 2024.

HADDAWAY, N.; PULLIN, A. The Policy Role of Systematic Reviews: Past, Present and Future. **Springer Science Reviews**, [s. l.], v. 2, 2014. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s40362-014-0023-1>. Acesso em: 17 ago. 2024.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. The links between biodiversity, ecosystem services and human well-being. In: RAFFAELLI, D. G.; FRID, C. L. J (org.). **Ecosystem Ecology: a new synthesis**. Cambridge University Press, 1. ed. 2010.

HAINES-YOUNG, R.; POTSCHIN, M. Common International Classification of Ecosystem Services (CICES). Guidance on the Application of the Revised Structure. **Nottingham**, UK: Fabis Consulting Ltd./European Environment Agency, v. 5, n. 1, 2018.

HAQUE, C. E.; DEB, A. K.; MEDEIROS, D. Integrating conservation with livelihood improvement for sustainable development: The experiment of an oyster producers' cooperative in Southeast Brazil. **Society and Natural Resources**, [s. l.], v. 22, n. 6, p. 554–570, 2009

HATTORI, G. Y. **Densidade populacional do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (LINNAEUS, 1763) (CRUSTACEA, BRACHYURA, OCYPODIDAE), na região de Iguape (SP)**. 2020. Dissertação de mestrado - UNESP, São Vicente, 2020.

HENRIQUES, M. B.; MACHADO, I. C.; FAGUNDES, L. Comparative economic analysis of full culture and fattening systems of mangrove oysters *crassostrea* spp. at cananéia estuary, São Paulo state, Brazil. **Boletim do Instituto de Pesca**, [s. l.], v. 36, n. 4, p. 307–316, 2010.

IBAMA. Instrução normativa, **IBAMA N° 125, de 18 de outubro de 2006**. Dispõe sobre o estabelecimento de procedimentos para implantação de recifes artificiais no âmbito da gestão dos recursos pesqueiros.

IBGE. **Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística, 2022**. Disponível em: <https://www.ibge.gov.br/cidades-e-estados/sp/cananea.html>. Acesso em: 7 jan. 2025.

INMET - **INSTITUTO NACIONAL DE METEOROLOGIA**. Apresenta dados de previsão do tempo e estudos climáticos do Brasil. Disponível em: <https://clima.inmet.gov.br/prec>. Acesso em: 10 jan. 2024.

IPCC - INTERGOVERNMENTAL PANEL ON CLIMATE CHANGE. **Climate Change 2022 – Impacts, Adaptation and Vulnerability: Working Group II Contribution to the Sixth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change**. 1. ed. [S. l.]: Cambridge University Press, 2023. Disponível em: <https://www.cambridge.org/core/product/identifier/9781009325844/type/book>. Acesso em: 6 jan. 2025.

KRISTENSEN, E. *et al.* Anaerobic carbon oxidation in sediment of two Brazilian mangrove forests: the influence of tree roots and crab burrows. **Ocean and Coastal Research**, [s. l.], v. 71, p. e23003, 2022. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/ocr/a/SgK5qXRZjwHGvXfdbHjDZhs/?lang=en>. Acesso em: 16 ago. 2024.

LEME, M. H. A. *et al.* Population dynamics of the mangrove tree crab *Aratus pisonii* (Brachyura: Sesarmidae) in the estuarine complex of Cananéia-Iguape, São Paulo, Brazil. **Pan-American Journal of Aquatic Sciences**, [s. l.], v. 9, n. 4, p. 259–266, 2014

LIMA, D. V. **Análise da diversidade, abundância e estrutura funcional da comunidade microbiana de três manguezais do Estado de São Paulo, Brasil**. 2012. Tese (Doutorado em microbiologia) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2012. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/42/42132/tde-19042013-105207/>. Acesso em: 19 set. 2024

LIMA, N. G. B. **Análise microclimática dos manguezais da Barra do Ribeira-Iguape/SP. 2009**. Dissertação (Mestrado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. doi:10.11606/D.8.2009.tde-07122009-100104. Acesso em: 6 fev. 2024.

LIMA, N. G. B. **Interação dos atributos climáticos nos manguezais do litoral sul de São Paulo e sua relação com os controles climáticos**. 2014. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8135/tde-08052015-125807/>. Acesso em: 14 ago. 2023.

LIMA, N. *et al.* Impacts of Extreme Weather Event in Southeast Brazilian Mangrove Forest. **Atmosphere**, [s. l.], v. 14, n. 8, p. 1195, 2023. Disponível em: <<https://doi.org/10.3390/atmos14081195>>. Acesso em: 5 maio. 2024.

LIMA, N. G. B.; GALVANI, E. Análise da temperatura do solo e do ar no manguezal do

litoral sul do Estado de São Paulo. **Revista Geonorte**, v. 2, n. 5, p. 1256-1266, 2012.

LIMA, N. G. B.; GALVANI, E. Interação dos atributos climáticos nos manguezais do litoral sul de São Paulo e sua relação com os controles climáticos. **Confins. Revue franco-brésilienne de géographie / Revista franco-brasileira de geografia**, [s. l.], n. 36, 2018. Disponível em: <https://journals.openedition.org/confins/14724>. Acesso em: 20 jul. 2024.

LIMA, N. G. B. *et al.* Microclimatic analysis of mangroves in two distinct categories of Protected Areas and conserved status. **Sociedade & Natureza**, [s. l.], v. 33, p. e57483, 2021. Disponível em: < <https://doi.org/10.14393/SN-v33-2021-57483> >. Acesso em: 14 out. 2024.

MARTINEZ-HARMS, M. J.; BALVANERA, P. (2012). Methods for mapping ecosystem service supply: a review. **International Journal of Biodiversity Science, Ecosystem Services & Management**, 8(1–2), 17–25. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/21513732.2012.663792>. Acesso em: 25 ago. 2024

MARTINHO, V. *et al.* Enzymatic potential and biosurfactant production by endophytic fungi from mangrove forest in Southeastern Brazil. **AMB Express**, [s. l.], v. 9, n. 1, p. 130, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1186/s13568-019-0850-1>. Acesso em: 19 ago. 2024.

MARENGO, J. *et al.* Gestão de risco e vulnerabilidade à subida do nível do mar no Brasil, com ênfase ao legado do Projeto Metrópole de Santos. **Derbyana**, 43, e768, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.14295/derb.v43.768>. Acesso em: 27 ago. 2024.

MEA - MILLENNIUM ECOSYSTEM ASSESSMENT . **Ecosystem and Human Well-Being: A framework for assessment**. Washington, D.C.: Island Press, 2003.

MENDES, L. W. **Análise molecular das estruturas e diversidade de comunidades microbianas em solo de manguezal preservado da Ilha do Cardoso-SP**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2009. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64133/tde-27042010-112316/>. Acesso em: 19 set. 2024.

MENDONÇA, J. T.; MACHADO, I. C. Mangrove oyster (*Crassostrea* spp.) (Sacco, 1897) extractivism in Cananéia estuary (São Paulo, Brazil) from 1999 to 2006: Capture and management evaluation. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 70, n. 1, p. 65–73, 2010.

MENEZES, C. O Substrato influencia a distribuição espacial de tocas de caranguejos Chama Maré *Uca* sp. (*Decapoda, Ocypodidae*)? **Ecologia da Mata Atlântica**. 2007. Disponível em: http://ecologia.ib.usp.br/curso/2007/pdf/individuais/i_cristiano_menezes.pdf. Acesso em: 10 dez. 2024.

MOITINHO, M. A. **Avaliação da sucessão ecológica de comunidades microbianas em matéria orgânica vegetal em decomposição em manguezais do Estado de São Paulo**. Dissertação (Mestrado em Ciências) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-04052016-142436/>. Acesso em: 17 set. 2024

MONTEIRO, C. A. F. **A dinâmica climática e as chuvas no Estado de São Paulo: estudo geográfico sob forma de Atlas**. São Paulo: Instituto de Geografia, Universidade de São Paulo, p. 130, 1973.

MOITINHO, M.A., *et al.* Intraspecific variation on epiphytic bacterial community from *Laguncularia racemosa* phylloplane. **Brazilian Journal of Microbiology**, v. 50, p. 1041-1050, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42770-019-00138-7>. Acesso em: 20 ago. 2024.

MOITINHO, M. A. **Diversity and interactions of bacteria from *Laguncularia racemosa* phylloplane**. Tese (Doutorado em Ciência) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2020. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-14052020-154002/>. Acesso em: 22 ago. 2024.

MOITINHO, M. A. *et al.* Fungal succession on the decomposition of three plant species from a Brazilian mangrove. **Scientific Reports**, [s. l.], v. 12, n. 1, p. 14547, 2022. Disponível em: <https://www.nature.com/articles/s41598-022-18667-x>. Acesso em: 9 set. 2024.

MORAES, D. T. de *et al.* Ocorrência e recrutamento larval de Teredinidae (Mollusca, Bivalvia) na região do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape, São Paulo, Brasil. **Iheringia. Série Zoológica**, [s. l.], v. 105, p. 28–34, 2015. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/isz/a/3nQF8QRCRgS5JRxmB5Kgy7F/?lang=pt>. Acesso em: 19 ago. 2024.

MORALEZ-SILVA, E. *et al.* Unravelling feeding territoriality in the Little Blue Heron, *Egretta caerulea*, in Cananéia, Brazil. **Brazilian Journal of Biology**, [s. l.], v. 70, n. 2, p. 235–242, 2010

MUEHE, D. O litoral brasileiro e sua compartimentação. In: CUNHA, S. B.; GUERRA, A. J. T. (org.). **Geomorfologia do Brasil**. Rio de Janeiro: Bertrand Brasil. cap. 7, p. 273 - 350.

MUNICIO, A. L. **Energia sustentável pelo desenvolvimento humano: Planejamento Integrado de Recursos Energéticos da comunidade caiçara da Nova Enseada da Baleia, Ilha do Cardoso, SP**. 2018. Trabalho de conclusão de curso de pós graduação - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2018. Disponível em: <https://upcommons.upc.edu/handle/2117/167746>. Acesso em: 9 set. 2024.

NAGAOKA, S. M. *et al.* Diet of juvenile green turtles (*Chelonia mydas*) associating with artisanal fishing traps in a subtropical estuary in Brazil. **Marine Biology**, [s. l.], v. 159, n. 3, p. 573–581, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00227-011-1836-y>. Acesso em: 20 ago. 2024

NEVES, E. B. **REDD+ Azul: valoração de projetos de carbono no litoral sul de São Paulo**. 2023. Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2023. Disponível em: <https://bdta.abcd.usp.br/directbitstream/2560a315-5c89-48e3-8c20-0c8599181d20/TCCEduardoBuenoNeves.pdf>. Acesso em: 26 set. 2024.

NEVES, C. E. *et al.* A importância dos geossistemas na pesquisa geográfica: uma análise a partir da correlação com o ecossistema. **Sociedade & Natureza**, [s. l.], v. 26, p. 271–285,

2014. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/sn/a/qSDQ66gKwzJR3WHBBNPYXrw/>. Acesso em: 16 dez. 2024.

NICHOLLS, R. J. *et al.* Increasing flood risk and wetland losses due to global sea-level rise: regional and global analyses. **Global Environmental Change**, [s. l.], v. 9, p. S69–S87, 1999. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0959378099000199>. Acesso em: 30 jul. 2024.

NOGUEIRA JÚNIOR, M. *et al.* Diversity of gelatinous zooplankton (Cnidaria, Ctenophora, Chaetognatha and Tunicata) from a subtropical estuarine system, southeast Brazil. **Marine Biodiversity**, [s. l.], v. 49, n. 3, p. 1283–1298, 2019. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s12526-018-0912-7>. Acesso em: 19 ago. 2024

NOVAES, M. C. L.-C. e. **Análise sócio-ecológica da pesca do caranguejo-uçá, *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763), no Município de Cananéia, Litoral Sul do Estado de São Paulo: percepções, práticas e contribuições para o manejo.** Dissertação - UNESP, 2019.

NUNES, F. R. S. **Elementos genéticos móveis no microbioma dos sedimentos de manguezais.** 2016. Mestrado em Microbiologia Agrícola - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2016. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-27092016-165800/>. Acesso em: 14 ago. 2024.

OLIVEIRA, M. L. J. **Comportamento geoquímico do mercúrio (Hg) em solos de manguezais do estado de São Paulo.** Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-08052006-171255/>. Acesso em: 5 set. 2024.

OLIVEIRA, M. L. J. *et al.* Mercúrio total em solos de manguezais da Baixada Santista e Ilha do Cardoso, estado de São Paulo. **Química Nova**, [s. l.], v. 30, p. 519–524, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/qn/a/Whj4FKghNyHvxpq8cSDrSZN/>. Acesso em: 5 set. 2024.

OLIVEIRA, C. M. N. **Diálogos socioambientais na RESEX Taquari e RDS Itapanhapima - Cananeia/SP.** 2017. 252 f. Doutorado em Humanidades, Direitos e Outras Legitimidades - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2017. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/8/8161/tde-25102017-165032/>. Acesso em: 9 ago. 2024.

OTERO, X. L. *et al.* Spatial variation in pore water geochemistry in a mangrove system (Pai Matos island, Cananeia-Brazil). **Applied Geochemistry**, [s. l.], v. 21, n. 12, p. 2171–2186, 2006. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0883292706002290>. Acesso em: 21 ago. 2024

OTERO, X. L. *et al.* Geochemistry of iron and manganese in soils and sediments of a mangrove system, Island of Pai Matos (Cananeia — SP, Brazil). **Geoderma**, [s. l.], v. 148, n. 3, p. 318–335, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0016706108003030>. Acesso em: 21 ago. 2024.

PELLEGRINI, I. *et al.* Soluções Baseadas na Natureza para a adaptação ao aumento do nível do mar: uma revisão sistemática. **Paranoá**, [s. l.], v. 16, n. 34, p. 1–18, 2023. DOI: 10.18830/issn.1679-0944.n34.2023.25. Disponível em: <https://periodicos.unb.br/index.php/paranoa/article/view/47348>. Acesso em: 23 abr. 2025.

PEREIRA, F. *et al.* Mapping of mangrove forest on the southern coast of São Paulo, Brazil, using synthetic aperture radar data from ALOS/PALSAR. **Remote Sensing Letters**, [s. l.], v. 3, p. 567–576, 2012. Disponível em: <https://doi.org/10.1080/01431161.2011.641511>. Acesso em: 10 jun. 2024.

PEREIRA, F. R. S. *et al.* Mangrove vegetation structure in Southeast Brazil from phased array L-band synthetic aperture radar data. **Journal of Applied Remote Sensing**, [s. l.], v. 10, n. 3, p. 036021, 2016. Disponível em: <https://www.spiedigitallibrary.org/journals/journal-of-applied-remote-sensing/volume-10/issue-3/036021/Mangrove-vegetation-structure-in-Southeast-Brazil-from-phased-array-L/10.1117/1.JRS.10.036021.full>. Acesso em: 19 ago. 2024.

PESSENDA, L. C. R. *et al.* Late Quaternary vegetation and coastal environmental changes at Ilha do Cardoso mangrove, southeastern Brazil. **Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology**, [s. l.], v. 363–364, p. 57–68, 2012. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0031018212004890>. Acesso em: 19 set. 2024

PIERRY, J. C. *et al.* Guiana dolphins use mangrove margins as a natural barrier to chase fish prey. **Ethology**, [s. l.], v. 130, n. 1, p. e13411, 2024. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1111/eth.13411>. Acesso em: 16 ago. 2024.

POTSCHIN, M. B.; HAINES-YOUNG, R. H. Ecosystem services: Exploring a geographical perspective. **Progress in Physical Geography: Earth and Environment**, 35(5), 575-594, 2010. Disponível em: <https://doi.org/10.1177/0309133311423172>. Acesso em: 26 out. 2024.

PUPIN, B. **Atributos microbiológicos em ecossistemas costeiros da Ilha do Cardoso, SP**. 2013. 137 f. Tese (doutorado) - Universidade Estadual Paulista Júlio de Mesquita Filho, Faculdade de Ciências Agrárias e Veterinárias, 2013.

RABELO, M. S. **A cegueira do óbvio: a importância dos serviços ecossistêmicos na mensuração do bem-estar**. 2014. 136 f. Doutorado - Universidade Federal do Ceará, Fortaleza, 2014.

RABELO, Thiara Oliveira *et al.* A Contribuição da Geodiversidade na prestação dos Serviços Ecossistêmicos do manguezal. **Revista de Geociências do Nordeste**, [s. l.], v. 4, p. 281–297, 2018. Disponível em: <https://periodicos.ufrn.br/revistadoregne/article/view/16110>. Acesso em: 10 jan. 2025.

RAZERA, R. *et al.* Contribuição do Parque Estadual da Ilha do Cardoso – Cananéia/SP no alcance de metas dos objetivos de desenvolvimento sustentável. **Biodiversidade Brasileira**, [s. l.], v. 14, n. 1, p. 133–151, 2024. Disponível em: <https://revistaelectronica.icmbio.gov.br/BioBR/article/view/2287>. Acesso em: 9 ago. 2024.

RIGONATO, J. **Diversidade de cianobactérias em manguezais do Estado de São Paulo**.

Doutorado em Microbiologia Agrícola - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010.
Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11138/tde-17092010-183527/>.
Acesso em: 14 ago. 2024.

ROMERO, A. F.; ABESSA, D. M. S. Map of cleaning procedures and response actions to oil spills. In: PROCEEDINGS OF THE 37TH AMOP TECHNICAL SEMINAR ON ENVIRONMENTAL CONTAMINATION AND RESPONSE, 2014. **Anais [...]**, 2014. p. 450–454.

ROSELLI, L. Y. **Diversidade e Variação Mensal/Sazonal das Aves da Baía de Trapandé, Cananéia, SP**. Dissertação de mestrado - UNESP, [s. l.], 2019. Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/180846>. Acesso em: 1 out. 1924.

ROSS, J. L. S. A Morfogênese da bacia do Ribeira do Iguape e os sistemas ambientais. **GEOUSP Espaço e Tempo** (Online), São Paulo, Brasil, v. 6, n. 2, p. 21–46, 2002. DOI: 10.11606/issn.2179-0892.geousp.2002.123770. Disponível em: <https://revistas.usp.br/geousp/article/view/123770>.. Acesso em: 13 jan. 2025.

ROVAI, A.S. *et al.* Ecosystem-level carbon stocks and sequestration rates in mangroves in the Cananéia-Iguape lagoon estuarine system, southeastern Brazil. **Forest Ecology and Management**, [s. l.], v. 479, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1016/j.foreco.2020.118553>. Acesso em: 9 ago. 2024.

SALDANHA, D. S. **Avaliação dos serviços ecossistêmicos prestados pelas áreas costeiras da zona estuarina do rio Piranhas-Açu (RN-NE - Brasil)**. 2020. Dissertação (Mestrado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2020. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/30260>. Acesso em: 8 abr. 2024.

SAITO, R. T. *et al.* A model of recent sedimentation in the Cananeia–Iguape estuary, Brazil. In: POVINEC, P. P.; SANCHEZ-CABEZA, J. A. (org.). **Radioactivity in the Environment**. [S. l.]: Elsevier, 2006. (Radionuclides in the Environment). v. 8, p. 419–430. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S1569486005080344>. Acesso em: 21 ago. 2024.

SAMPAIO, J. A. G. *et al.* Changes in Abiotic Factors Drive Non-native Plants Colonization in Subtropical Mangroves. **Wetlands**, [s. l.], v. 41, n. 7, p. 97, 2021. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13157-021-01497-4>. Acesso em: 19 ago. 2024.

SANDERS, C. J. *et al.* Mangrove forest sedimentation and its reference to sea level rise, Cananéia, Brazil. **Environmental Earth Sciences**, 2009. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.1007/s12665-009-0269-0>. Acesso em: 21 ago. 2024.

SANDRETTI-SILVA, G. *et al.* The Relationship Between the Establishment of Aquatic Macrophytes and the Death of Mangroves in a South American Estuary: New Assessments of a Serious Environmental Problem. **Wetlands**, [s. l.], v. 43, n. 6, p. 69, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s13157-023-01714-2>. Acesso em: 16 ago. 2024.

SANT'ANNA, B. S. *et al.* Reproduction and management of the mangrove crab *Ucides cordatus* (Crustacea, Brachyura, Ucridae) at Iguape, São Paulo, Brazil. **Anais da Academia Brasileira de Ciências**, [s. l.], v. 86, n. 3, p. 1411–1421, 2014. Disponível em:

http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0001-37652014000301411&lng=en&tlng=en. Acesso em: 23 set. 2024.

SANTOS, A. L. G. **Manguezais da Baixada Santista - SP: alterações e permanências** (1962-2009). Dissertação (Mestrado em Ciência Ambiental) - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2009. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/90/90131/tde-04122010-162559/>. Acesso em: 3 jul. 2024.

SANTOS, A. L. G. **Cartografia dos níveis hierárquicos dos manguezais**: uma visão sistêmica. 2014. Tese (Doutorado em Geografia Física) - Faculdade de Filosofia, Letras e Ciências Humanas, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2014. Disponível em: <https://doi.org/10.11606/T.8.2014.tde-06052015-153321>. Acesso em: 5 abr. 2024.

SANTOS, T. B. **Sensoriamento Remoto aplicado à análise climática: clima e vegetação dos manguezais do Sistema Costeiro Cananéia-Iguape**. 2022. 62 f. Trabalho de conclusão de curso - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2022.

SANTOS, N. M. **Serviços ecossistêmicos em manguezal: identificação e mapeamento dos serviços de provisão no manguezal do rio Tijupá, Ilha do Maranhão - MA, Brasil**. 2018. 125 f. Dissertação de Mestrado - Brasil, Natal - RN, 2018. Disponível em: <https://repositorio.ufrn.br/handle/123456789/25407>. Acesso em: 18 maio 2024.

SANTOS, N. M. **Serviços ecossistêmicos e geodiversidade em áreas de manguezal: um olhar a partir de modelos estatísticos no município de Raposa, Ilha do Maranhão/MA - Brasil**. 2022. 163 f. Tese (Doutorado em Geografia) - Universidade Federal do Rio Grande do Norte, Natal, 2022.

SANTOS, N. M. *et al.* Identificação dos Serviços Ecossistêmicos prestados pelo manguezal da Ilha do Maranhão - MA, Brasil. **Revista de Geociências do Nordeste**, [s. l.], v. 4, p. 250–268, 2018.

SANTOS, N. M. *et al.* Identificação e mapeamento dos serviços ecossistêmicos de provisão no manguezal do Rio Tijupá, Ilha do Maranhão (Região Nordeste do Brasil). **Caminhos de Geografia**, [s. l.], v. 22, n. 79, p. 276–294, 2021. Disponível em: <http://www.seer.ufu.br/index.php/caminhosdegeografia/article/view/54259>. Acesso em: 29 out. 2024.

SÃO PAULO (Estado). Secretaria de Meio Ambiental, Infraestrutura e Logística. **Relatório de qualidade ambiental 2023**. 1.ed. – São Paulo. Disponível em: <https://semil.sp.gov.br/relatorios/>. Acesso em: 1 dez. 2024.

SÃO PAULO. Fundação Florestal. **Plano de Manejo do Parque Estadual da Ilha do Cardoso**. São Paulo, Secretaria de Meio Ambiental, Infraestrutura e Logística, 2001. Disponível em: <https://fflorestal.sp.gov.br/planos-de-manejo/planos-de-manejo-planos-concluidos/plano-de-manejo-pe-ilha-do-cardoso>. Acesso em: 10 maio 2024.

SÃO PAULO. Rede de Ação Ostra Exótica *Saccostrea cucullata*. **Diagnóstico da bioinvasão da ostra exótica *Saccostrea cucullata* no Litoral Centro-Sul de São Paulo e Norte do Paraná: situação atual e perspectivas de atuação em rede**. São Paulo, Brasil, 2024.

SARAIVA, G. L. **Microdistribuição e compartilhamento de hábitat dos caranguejos *Panopeus americanus de saussure*, 1957 e *Panopeus occidentalis de saussure*, 1857, (DECAPODA: PANOPEIDAE) na zona intermareal estuarina de Cananéia, São Paulo**. 35 f. Trabalho de conclusão de curso - UNESP, Bauru, 2022. Disponível em: <https://repositorio.unesp.br/server/api/core/bitstreams/094a5ac2-e36e-4955-bd05-b29e2292a114/content>. Acesso em: 28 ago. 2024.

SARUBO, S. C. **Áreas de transição no Sistema Estuarino Lagunar de Cananéia-Iguape: mapeamento, caracterização e perspectivas frente ao aumento do nível médio relativo do mar**. 2013. Mestrado - Universidade de São Paulo, São Paulo, 2013. Disponível em: https://www.researchgate.net/publication/305929503_Areas_de_transicao_no_Sistema_Estuarino_Lagunar_de_Cananea-Iguape_mapeamento_caracterizacao_e_perspectivas_frente_ao_aumento_do_nivel_medio_relativo_do_mar. Acesso em: 20 set. 2024.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezais brasileiros**. 1991. Tese (Livre Docência). Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, São Paulo, 2 v., 1991.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. **Manguezal ecossistema entre a terra e o mar**. São Paulo: Caribbean Ecological Research, 1995.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *et al.* Cananéia lagoon estuarine system, São paulo, brazil. **Estuaries**, v. 13, n. 2 , p. 193-203, 1990. Disponível em: <https://link.springer.com/article/10.2307/1351589>. Acesso em: 03 jun. 2024.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y.; *et al.* **Mangroves as indicators of sea level change in the muddy coasts of the world. Muddy coasts of the world**. Tradução. Amsterdam: Instituto Oceanográfico, Universidade de São Paulo, 2002.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. *et al.* Climate changes in mangrove forests and salt marshes. **Brazilian Journal of Oceanography**, [s. l.], v. 64, p. 37–52, 2016. Disponível em: <<https://doi.org/10.1590/S1679-875920160919064sp2>>. Acesso em: 22 jan. 2025.

SCHAEFFER-NOVELLI, Y. A diversidade do ecossistema manguezal. *In*: Ministério do Meio Ambiente. **Atlas dos manguezais do Brasil**. Brasília, 2018. p. 21-35.

SEBASTIANES, F. L. D. S. **Diversidade genética e potencial biotecnológico de fungos endofíticos de manguezais do estado de São Paulo**. 2010. Tese (Doutorado em Genética e Melhoramento de Plantas) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2010. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11137/tde-17092010-173340/>. Acesso em: 14 ago. 2024.

SEBASTIANES, F. L. S. *et al.* Species diversity of culturable endophytic fungi from Brazilian mangrove forests. **Current Genetics**, [s. l.], v. 59, n. 3, p. 153–166, 2013. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00294-013-0396-8>. Acesso em: 20 ago. 2024.

SEMENSATTO, D. L. *et al.* Metais e Não-Metais em Sedimentos de um Manguezal

Não-Poluído, Ilha do Cardoso, Cananéia (SP). *Pesquisas em Geociências*, v. 34, n. 2, p. 25-31, 2007 Disponível em: <http://hdl.handle.net/11449/248878>. Acesso em: 25 jan. 2025.

SEMENSATTO-JR., D. L. *et al.* Foraminiferal ecological zonation along a Brazilian mangrove transect: Diversity, morphotypes and the influence of subaerial exposure time. **Revue de Micropaléontologie**, [s. l.], v. 52, n. 1, p. 67–74, 2009. Disponível em: <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0035159808000305>. Acesso em: 21 ago. 2024.

SERPA, A.. O trabalho de campo em geografia: uma abordagem teórico-metodológica. **Boletim Paulista de Geografia**, [s. l.], v. 0, n. 84, p. 7–24, 2017. Disponível em: <https://publicacoes.agb.org.br/boletim-paulista/article/view/725>. Acesso em: 5 dez. 2024.

SILVA, L. S. B. *et al.* Processo de recuperação em florestas de mangue após formação de clareiras por eventos climáticos no sudeste do Brasil. *In: IV CONGRESSO BRASILEIRO DE BIODIVERSIDADE VIRTUAL*, 2024. **Anais do IV Congresso Brasileiro de Biodiversidade Virtual**. [S. l.]: Revista Multidisciplinar de Educação e Meio Ambiente, 2024. Disponível em: <https://ime.events/conbiv2024/pdf/32752>. Acesso em: 5 jul. 2024.

SILVA, M. L. S. **Biogeoquímica de elementos traço em solos de sistemas estuarinos: manguezais do Estado de São Paulo (Brasil) e Marismas da Galícia (Espanha)**. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2005.
doi:10.11606/T.11.2020.tde-20200111-155156. Acesso em: 6 set. 2024

SIMÕES, E. C. **Diagnóstico ambiental em manguezais dos complexos estuarinos da Baixada Santista e de Cananéia - São Paulo, no tocante a metais e compostos organoclorados**. 2007. Dissertação - Universidade de São Paulo, São Carlos, 2007.
Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/75/75132/tde-14042008-093253/>. Acesso em: 19 set. 2024.

SIMÕES, C. S. *et al.* Serviços Ecosistêmicos do Baixo Estuário da Lagoa dos Patos e suas Vulnerabilidades frente a Eventos Atmosféricos Extremos. *In: 14º mostra da produção universitária* - encontro de pós-graduação, Universidade Federal do Rio Grande. 2015.

SOARES JÚNIOR, F. L. *et al.* Endo-and exoglucanase activities in bacteria from mangrove sediment. **Brazilian Journal of Microbiology**, [s. l.], v. 44, p. 969–976, 2013. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bjm/a/SzvN4Rt5SNVrnSpgRQt637g/?lang=en>. Acesso em: 19 set. 2024.

SOLANO, J. H. **Efeitos das mudanças climáticas na decomposição de matéria orgânica e sucessão ecológica em manguezais**. 2017. Dissertação (Mestrado em Microbiologia Agrícola) - Escola Superior de Agricultura Luiz de Queiroz, Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2017. Disponível em: doi:10.11606/D.11.2018.tde-22032018-142448. Acesso em: 29 ago. 2024.

SOUSA, L. P. *et al.* Ecosystem services provided by a complex coastal region: challenges of classification and mapping. **Scientific Reports**, v. 6, n. 1, p. 22782, 2016. Disponível em: <<https://www.nature.com/articles/srep22782>>. Acesso em: 3 jul. 2024.

SOUZA, V. S. *et al.* Soil Mineralogy of Mangrove Forests from the State of São Paulo, Southeastern Brazil. **Soil Science Society of America Journal**, [s. l.], v. 72, n. 3, p. 848–857, 2008. Disponível em: <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.2136/sssaj2007.0197>. Acesso em: 21 ago. 2024.

SOUZA, T. A.; OLIVEIRA, R. C. Alterações ambientais no complexo estuarino-lagunar de Cananéia-Iguape: a influência do canal artificial do “Valo grande”. **Boletim de Geografia**, [s. l.], v. 34, n. 3, p. 30–44, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.4025/bolgeogr.v34i3.23474>. Acesso em: 15 abr. 2024.

SOUZA, N. L. *et al.* A bibliometric review of ecosystem services and coastal zones: diagnoses and trends. **Revista Brasileira de Ciências Ambientais (RBCIAMB)**, [s. l.], v. 59, p. e1708–e1708, 2024. Disponível em: https://www.rbciamb.com.br/Publicacoes_RBCIAMB/article/view/1708. Acesso em: 13 maio 2024.

SOUZA, A. C. D. *et al.* A produção científica do serviço ecossistêmico de proteção costeira por manguezais. **Meio Ambiente (Brasil)**, v.5, n.2, p.18-29, 2023. Disponível em: <https://doi.org/10.5281/zenodo.10431702>. Acesso em: 27 abr. 2024.

SOUZA JÚNIOR, V. S. D. **Mineralogia de solos e ambientes de sedimentação em manguezais do Estado de São Paulo**. Tese (Doutorado em Solos e Nutrição de Plantas) - Universidade de São Paulo, Piracicaba, 2006. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/11/11140/tde-05042006-142238/>. Acesso em: 14 ago. 2024.

SOUZA-JÚNIOR, V. S. de *et al.* Evolução quaternária, distribuição de partículas nos solos e ambientes de sedimentação em manguezais do estado de São Paulo. **Revista Brasileira de Ciência do Solo**, [s. l.], v. 31, p. 753–769, 2007. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/rbcs/a/7b6ydgsMBRn58M3bLhNGGCM/?lang=pt>. Acesso em: 21 ago. 2024.

SOUZA-JÚNIOR, V. S.; GARCÍA-GONZALÉZ, M. T. Clay mineralogy of mangrove forest soils. In: BIOGEOCHEMISTRY AND PEDOGENETIC PROCESS IN SALT MARSH AND MANGROVE SYSTEMS. [S. l.: s. n.], 2010. p. 51–74

SOTCHAVA, V. B. **O Estudo de Geossistemas. Métodos em Questão**. São Paulo. n. 16, p. 1-52, 1977.

TANSLEY, A.G. The use and abuse of vegetational concepts and terms. **Ecology**, n.16, p. 284-307, 1935.

TEEB. The Economics of Ecosystems and Biodiversity: ecological and economic foundation. **Cambridge: Earthscan**, 2010.

TINOCO, I. D. A. **A pesca caíçara anterior ao surgimento da barra nova na Ilha do Cardoso, SP: subsídios à gestão pesqueira na região**. 2023. 79 f. Mestrado - Universidade Federal de São Carlos, Sorocaba, 2023.

TÔSTO, S. G. **Sustentabilidade e Valoração de Serviços Ecossistêmicos no Espaço Rural do Município de Araras**. Tese de Doutorado apresentada ao Instituto de Economia da UNICAMP para obtenção do título de Doutor em Desenvolvimento Econômico, Espaço e Meio Ambiente, sob a orientação do Prof. Dr. João Fernando Marques. Campinas, SP. 2010. 217 p.

TROPMAIR, H.; GALINA, M. H. Geossistemas (Geosystems). **Mercator**, [s. l.], v. 5, n. 10, p. 79 a 90–79 90, 2006. Disponível em: <http://www.mercator.ufc.br/mercator/article/view/69>. Acesso em: 10 dez. 2024.

VASCONCELLOS, R. *et al.* Draft Genome Sequence of *Pseudomonas* sp. Strain CMAA 1215, a Plant Growth-Promoting Bacterium Isolated from a Brazilian Mangrove. **Genome announcements**, [s. l.], v. 1, 2013.

VASCONCELLOS, R. L. F. *et al.* *Pseudomonas aestus* sp. nov., a plant growth-promoting bacterium isolated from mangrove sediments. **Archives of Microbiology**, [s. l.], v. 199, n. 8, p. 1223–1229, 2016. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s00203-017-1410-1>. Acesso em: 19 ago. 2024.

VASCONCELOS, T. M. *et al.* Extremos negativos do nível do mar durante o inverno e a influência no mexilhão *Perna perna* do costão do Marujá - Cananéia/SP. **Geociências**, [s. l.], v. 40, n. 1, p. 245–258, 2021. Disponível em: <https://www.periodicos.rc.biblioteca.unesp.br/index.php/geociencias/article/view/15183>. Acesso em: 9 ago. 2024.

VASQUEZ-GARCÍA, A. *et al.* Norovirus GII and astrovirus in shellfish from a mangrove region in Cananéia, Brazil: molecular detection and characterization. **Brazilian Journal of Microbiology**, [s. l.], v. 53, n. 1, p. 317–326, 2022. Disponível em: <https://doi.org/10.1007/s42770-021-00631-y>. Acesso em: 16 ago. 2024.

VIDOTTO, E. **Reconstrução paleoambiental (vegetação e clima) no Parque Estadual da Ilha do Cardoso - SP durante o Quaternário tardio**. Universidade de São Paulo, [s. l.], 2008. Disponível em: <http://www.teses.usp.br/teses/disponiveis/64/64134/tde-15092008-135834/>. Acesso em: 19 set. 2024.

VIEIRA, L. R. *et al.* GIS Models for Vulnerability of Coastal Erosion Assessment in a Tropical Protected Area. **International journal of Geo-Information**, [s. l.], 10(9), 598, 2021. Disponível em: <https://www.mdpi.com/2220-9964/10/9/598>. Acesso em: 19 ago. 2024.

VIGÁRIO, D. C.; KRUL, R.; SPACH, H. L. Ecologia do *Eudocimus ruber* (pelecaniformes, thesakiornithidae) no litoral do Estado do Paraná. **Oecologia Australis**, [s. l.], v. 24, n. 4, p. 970–970, 2020. Disponível em: <https://revistas.ufrj.br/index.php/oa/article/view/964>. Acesso em: 19 ago. 2024.

VILELA, V. M. de F. N.; BRASSALOTI, R. A.; BERTOLUCI, J. Anurofauna da floresta de restinga do Parque Estadual da Ilha do Cardoso, Sudeste do Brasil: composição de espécies e uso de sítios reprodutivos. **Biota Neotropica**, [s. l.], v. 11, p. 83–93, 2011. Disponível em: <https://www.scielo.br/j/bn/a/rGst4BRVNmY3nXmR9MRfQ6y/?lang=pt>. Acesso em: 14 ago. 2024.