



# Como está a gestão de Unidades de Conservação Estaduais com Manguezais em São Paulo



Lais Coutinho Zayas Jimenez  
Fundação Florestal  
20/12/2023

## Resumo

A análise abrangente dos questionários aplicados aos gestores das unidades de conservação estaduais com manguezais resultou em algumas conclusões, das quais destacam-se:

- ✓ A totalidade (100%) das unidades estudadas apresenta sobreposição com áreas protegidas, incluindo 93% que abrangem manguezais.
- ✓ 33% das unidades estudadas possuem um Plano de Manejo estabelecido.
- ✓ Observa-se uma clara demanda por informações georreferenciadas e precisas sobre as extensões totais dos manguezais no estado.
- ✓ O tamanho da unidade e a proximidade com centros urbanos surgem como principais indicadores para uma atenção mais focada na possível degradação dos manguezais.
- ✓ Uma distinta mudança na qualidade dos ecossistemas é evidente ao comparar áreas dentro e fora das unidades de conservação.
- ✓ A escassez de recursos humanos e ferramentas é identificada como o principal obstáculo para a implementação de boas práticas nas áreas.
- ✓ Todas as unidades possuem moradias próximas aos manguezais (num raio de 2 km).
- ✓ O envolvimento das comunidades locais nas decisões é percebido positivamente pelos gestores das unidades.
- ✓ Dada a extensa atividade de extrativismo nos manguezais, é imperativo estudar a capacidade de suporte desses ecossistemas.
- ✓ Urgência em monitorar a qualidade dos manguezais e seus produtos para garantir a segurança alimentar das comunidades locais.
- ✓ A necessidade de estabelecer melhores práticas de retorno das pesquisas acadêmicas para a gestão das unidades e comunidades é destacada.
- ✓ A criação de um canal para articular as demandas de gestão e aplicação de pesquisas acadêmicas é fundamental.
- ✓ Melhorias na infraestrutura são apontadas pela maioria dos gestores como fator que aumentaria o interesse e visitação aos manguezais.
- ✓ As características socioeconômicas das comunidades justificam a priorização em futuras iniciativas de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA).
- ✓ Há um interesse generalizado em informações relacionadas ao carbono nos manguezais.
- ✓ O estabelecimento de novas unidades é considerado uma ferramenta crucial para a proteção desse ecossistema.
- ✓ A coordenação com outros órgãos de gestão pública é considerada necessária diante das precárias condições urbanas nas regiões dos manguezais.
- ✓ A falta de dados robustos e comparáveis dificulta a adequada avaliação ambiental, sendo imprescindível o monitoramento ambiental em todas as áreas do estado, alinhado com abordagens científicas recentes e demandas estaduais

## Sumário

Resumo .....	1
Introdução.....	3
Identificação e perguntas gerais .....	3
Percepção dos gestores sobre a presença humana nos manguezais dentro das áreas protegidas .....	6
Diagnóstico da interação da área protegida com a comunidade científica	10
Mapeamento do uso público dos manguezais em Unidades de Conservação .....	13
Mapeamento da Percepção dos Gestores sobre Iniciativas com Potencial de Geração de Receita.....	15
Mapeamento de Ameaças à Degradação e Contaminação nas Áreas Protegidas de Manguezais.....	16
Referencias.....	19



## Introdução

Com o objetivo de compreender o estado da arte da gestão pública dos manguezais contidos nas unidades de conservação estaduais, além de mapear a percepção dos gestores sobre o ecossistema manguezais, foi aplicado um questionário aos gestores das unidades de conservação do estado.

Os questionários foram conduzidos de forma remota e online, utilizando o Google Forms. Os questionários consistiram em perguntas objetivas e abertas distribuídas em 6 seções: 1) Perfil e descrição da presença de manguezais dentro dos limites da área protegida; 2) Diagnóstico da presença humana nos manguezais dentro da área protegida; 3) Diagnóstico da interação com a comunidade científica e mapeamento das demandas por informações científicas em cada área protegida; 4) Avaliação de atividades culturais, recreativas e de educação ambiental nos manguezais; 5) Ocorrência de Pagamento por Serviços Ambientais (PSA) na UC e coleta de dados sobre carbono nos manguezais; 6) Mapeamento de ameaças de degradação aos manguezais.

Os questionários foram administrados após a aprovação da Comissão Nacional de Ética em Pesquisa.

Os questionários foram enviados aos gestores de 15 unidades de conservação localizadas ao longo da costa de São Paulo. As respostas aos questionários foram compiladas e analisadas. As respostas não foram divulgadas individualmente, apenas as tendências observadas de maneira geral.

Todos os gestores das unidades de conservação estaduais com manguezais em São Paulo responderam ao questionário e as respostas são descritas abaixo.

## Identificação e perguntas gerais

Das 15 unidades de conservação estaduais que contém ao menos um hectare de manguezal, 9 são áreas de Uso Sustentável e 6 são áreas de Proteção Integral. Essas duas categorias têm objetivos diferentes e permissões de uso diferentes em linhas gerais, áreas sob proteção integral têm regulamentações mais rigorosas em comparação com aquelas sob uso sustentável (Sistema Nacional de Unidades de Conservação, Brasil 2000).

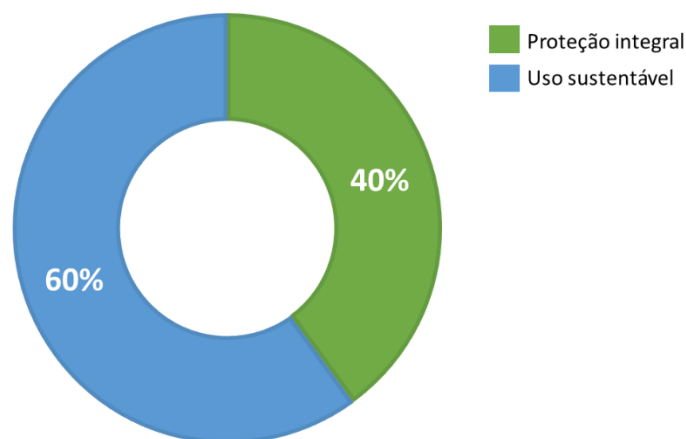


Figura 1: Porcentagem de unidades de conservação estaduais de SP, que contém manguezais, sob regime de Proteção Integral (40%) e Uso Sustentável (60%)

Todas as áreas apresentam sobreposições com outras terras protegidas, seja pertencendo à esfera federal, estadual ou municipal, e independentemente de essas outras terras protegidas serem unidades de conservação ou não. Em 93% dos casos, essa sobreposição envolve áreas de manguezais. A eficiente governança de áreas de manguezais exige uma cuidadosa coordenação institucional para lidar com sobreposições normativas e de gestão (Carlsson and Berkes 2005; Gerhardinger et al. 2011). Sobreposições com outras áreas protegidas exigem habilidades estratégicas dos gestores para promover a convergência de planos de gestão e a convivência harmônica desses espaços (Markantonatou et al. 2016).

Nesse cenário, é relevante considerar que apenas 33% dos gestores indicaram possuir o Plano de Manejo em suas unidades. Esse resultado expressa a falta de uma ferramenta para a gestão adequada das áreas, por meio de instrumentos de zoneamento. Também há falta de informações sobre o tamanho dessas áreas, um desafio significativo para os gestores (40% dos gestores não puderam fornecer o tamanho de suas áreas de manguezais). Algumas das unidades estudadas estão inseridas em Mosaicos de unidades de conservação, que é um mecanismo para enfrentar desafios de gestão coletivamente, por aspectos comuns das unidades de conservação (por região ou formações), previsto pela legislação vigente (Brasil, 2000). A eventual criação de uma rede contendo todas as áreas protegidas com manguezais separadas por região, como Mosaicos de Manguezais, surge como uma promissora otimização da gestão territorial, fornecendo uma base estruturada para abordar desafios comuns e promover sinergia entre lideranças e otimizar atividades (Carlsson and Berkes 2005; Gerhardinger et al. 2011;

Markantonatou et al. 2016). No entanto, experiências de mosaicos desenvolvidas em uma lógica “top-down”, sem considerar as demandas locais, raramente têm sucesso.

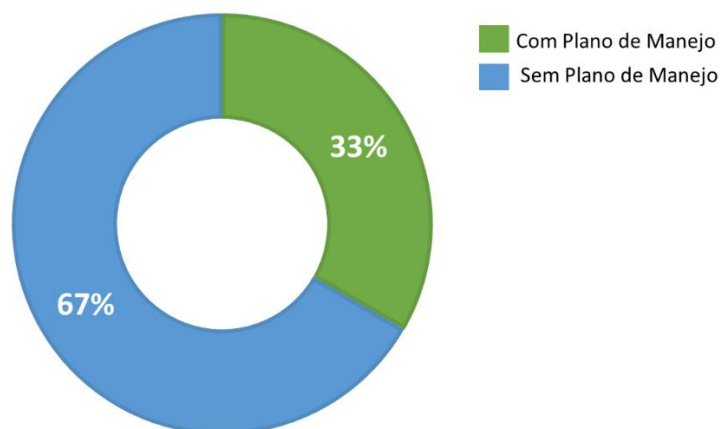


Figura 2 : Porcentagem das unidades estaduais com manguezais que possuem plano de manejo.

Os comentários e preocupações dos gestores destacam dois aspectos proeminentes. O primeiro refere-se às ocupações nas áreas próximas à zona protegida que podem representar vetores de pressão nas unidades, seja pelo uso inadequado dos manguezais (não previsto nas regulamentações territoriais) ou devido a questões ambientais inerentes a desenvolvimentos residenciais e/ou comerciais. O segundo aspecto foi a demanda por ferramentas adicionais e recursos humanos para uma proteção e conservação adequadas na gestão pública dessas áreas.

Quando questionados sobre sua opinião em relação às regulamentações territoriais dos manguezais, 89% dos respondentes das áreas de Uso Sustentável expressaram satisfação com o regime de proteção dos manguezais da área, embora aqueles com dimensões muito grandes tenham enfatizado a necessidade de criar regulamentações mais localizadas para diferentes áreas de manguezais, sendo uma ferramenta viável nesse caso a definição de Áreas de Interesse. Os gestores de unidades nas quais há uma definição pelos beneficiários destacaram a importância do processo participativo na gestão por meio de conselhos consultivos, reforçando a relevância da presença de múltiplos atores nas tomadas de decisão. Além disso, aqueles com sobreposições com unidades federais apontaram a necessidade de alinhar seus planos de gestão com os estabelecidos em nível federal.

De maneira geral, é possível observar que o tamanho da unidade (variedade de usos, etc.) e a proximidade com comunidades que utilizam manguezais e/ou centros urbanos são os principais fatores que levam os gestores a enfatizar a necessidade de maior atenção às

regulamentações dos manguezais dentro das unidades. Isso é válido para ambos os tipos de áreas protegidas: Proteção Integral ou Uso Sustentável.

Ao abordar os manguezais além dos limites das áreas protegidas, cinco gestores apontaram reconhecer sinais de degradação nos manguezais circundantes. Esses mesmos cinco gestores haviam expressado anteriormente preocupações em relação aos manguezais dentro da unidade. Essa preocupação reforça a hipótese de que a qualidade de um manguezal não depende apenas de suas condições locais, mas também da saúde geral de seu entorno. Isso ocorre porque o ecossistema de manguezais é complexo, com interconexões com ecossistemas adjacentes e os manguezais em sua vizinhança são influenciados por uma diversidade de fatores (físicos e biológicos) que desempenham um papel fundamental na estruturação da qualidade ambiental, resiliência e na prestação de serviços ecossistêmicos (Sheaves, 2009).

### Percepção dos gestores sobre a presença humana nos manguezais dentro das áreas protegidas

100% dos respondentes reconheceram a presença de residências permanentes nas proximidades dos manguezais dentro das áreas protegidas, em um raio de aproximadamente 2 km dos limites do manguezal. Mais da metade (53%) dos respondentes afirmaram que há pelo menos 100 famílias residindo na região, com 33,33% estimando a população entre 100 e 200 famílias, e 20% indicando que mais de 200 famílias habitam a área. Envolver essas comunidades no desenvolvimento e implementação de planos de gestão de manguezais aumenta significativamente a probabilidade de sucesso (Mohammed 2007; Datta et al. 2012; Zaldívar-Jiménez et al. 2017). Notavelmente, apenas 33,33% dos respondentes afirmaram que o número de famílias habitando a região é menor que 40.

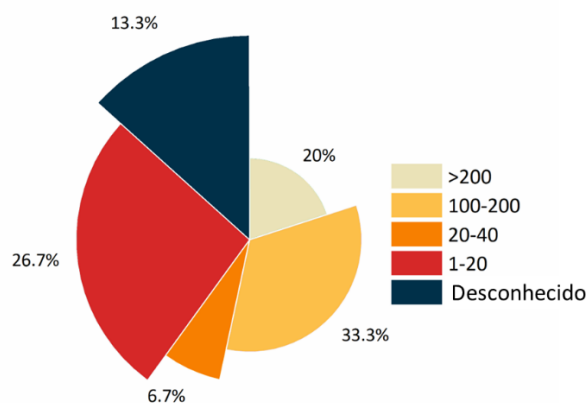


Figura 3: Número de famílias que reside nas proximidades do manguezal das unidades de conservação com manguezal.

Em relação à descrição das comunidades, 73,33% dos gestores identificaram dentre eles 'caiçaras'; da mesma forma, 73,33% dos respondentes afirmaram a presença de pescadores artesanais na região, enquanto 20% mencionaram a existência de comunidades 'quilombolas' e 13,33% relataram populações indígenas.

A presença extensiva de povos e comunidades tradicionais é relevante tanto em termos de reconhecimento de seu patrimônio histórico-cultural e garantia de seus direitos, quanto na maior probabilidade de sucesso em iniciativas de Manejo de Manguezais de base comunitária (MMBC) devido à alta capacidade de articulação comunitária e sua conexão íntima com o território (Brasil 2007). O manejo de manguezais realizado em colaboração com comunidades locais constitui o CBMM, que ganhou destaque em círculos acadêmicos e iniciativas práticas nos últimos anos (Datta et al. 2012). Essas iniciativas incentivam o compartilhamento da governança do território de manguezais entre o governo e as comunidades (Kongkeaw et al. 2019). O CBMM envolve a participação comunitária na tomada de decisões, desde o desenvolvimento até a implementação do projeto, e pode incluir o compartilhamento de retornos financeiros (Damastuti and de Groot 2017). Embora o termo não tenha surgido durante as entrevistas, a realidade que mais se assemelha ao CBMM em São Paulo hoje são os conselhos das unidades nos quais há ampla participação social e, em alguns casos, decisões para o território são tomadas em sessões plenárias, como destacado pelos gestores.

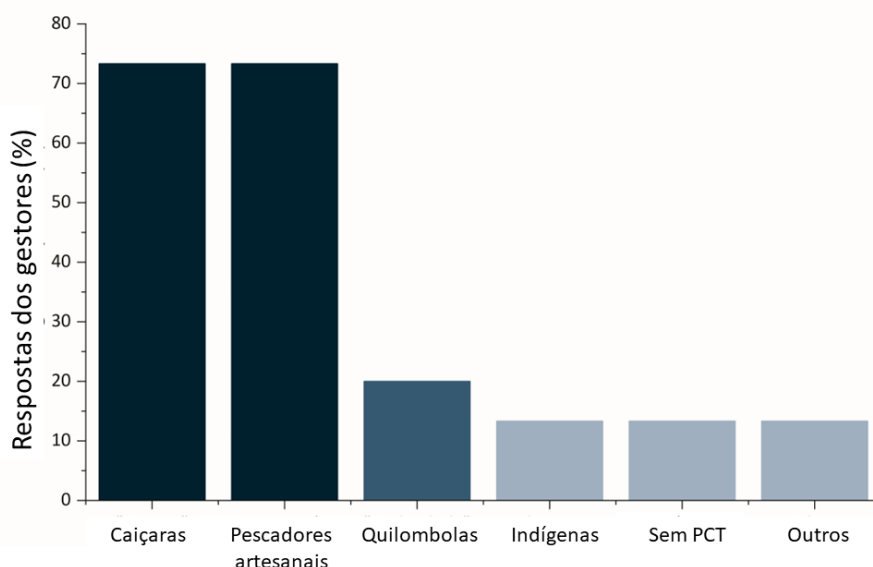


Figura 4: Categorização dos Povos e Comunidades tradicionais presentes nas unidades.

Em 86,67% dos casos, os manguezais dentro das áreas são utilizados tanto para atividades comerciais quanto para subsistência. Quase metade dos respondentes indicou que



essas atividades extrativas ocorrem continuamente, operando todas as semanas ao longo do ano. A proeminência dessas atividades extrativistas como condição fundamental para a manutenção socioeconômica das comunidades circundantes destaca a importância dos manguezais, especialmente em Unidades de Conservação habitadas por povos tradicionais, como fonte de subsistência (Machado et al. 2015; Kibria et al. 2018; Aye et al. 2019). Diante desse resultado, observa-se que, dentre os quatro grupos existentes de serviços ecossistêmicos, em São Paulo, destacam-se aqueles relacionados à provisão de bens e serviços.

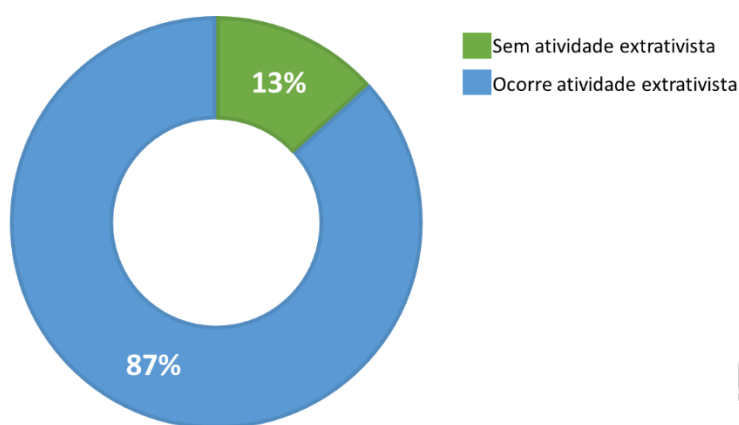
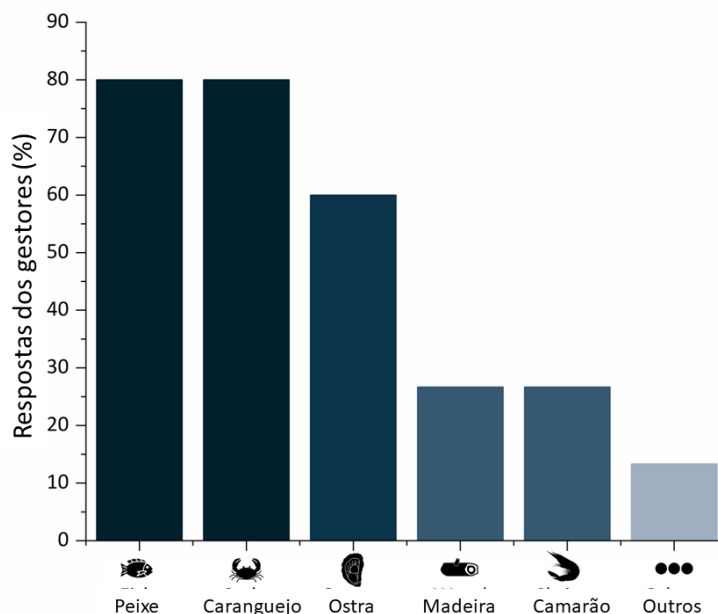


Figura 5: Uso das unidades para atividade extrativistas.

Globalmente, mais de 20% da população está abaixo da linha da pobreza (Banco Mundial, 2022), sendo crucial reconhecer que os povos e comunidades tradicionais frequentemente constituem o segmento da população que enfrenta diversas vulnerabilidades (sociais, econômicas e nutricionais) (Moyer 2023). Incorporar os usos dos manguezais pelas comunidades locais ao estabelecer regulamentações é essencial não apenas para o envolvimento comunitário, mas também para alinhar a saúde do ecossistema, juntamente com a garantia da manutenção da capacidade do manguezal de fornecer os serviços ecossistêmicos de provisão, que são particularmente significativos em nível local (Kibria et al. 2018).

Ao serem questionados sobre os produtos alvo das atividades extrativistas, 80% dos respondentes incluíram peixes em suas respostas, 80% mencionaram caranguejos, 60% indicaram ostras dentre os alvos de exploração, 26,67% mencionaram camarões, 26,67% mencionaram madeira e 13,33% incluíram outros itens como alvos de exploração local.



**Figura 6:** Principais produtos-alvo de exploração nos manguezais contidos nas unidades de conservação segundo os gestores das unidades

Dois temas se tornam evidentes ao considerarmos a importância dos serviços de provisão para as comunidades locais. O primeiro é a capacidade de suporte do ecossistema em relação à provisão sustentável dos produtos-alvo das atividades extrativistas; essa avaliação não foi encontrada nos Planos de Manejo estudados, embora possa se tornar um problema no futuro se não for cuidadosamente avaliada. O segundo diz respeito à qualidade desses produtos (Machado et al. 2015; Côrtes et al. 2019). A segunda questão diz respeito à qualidade desses produtos e se há monitoramento para garantir a segurança nutricional daqueles que os consomem, como enfatizado na seção anterior (Duarte et al. 2016b; Banci et al. 2017; de Almeida Duarte et al. 2017; Capparelli et al. 2019; Vedolin et al. 2020). Isso é pertinente não apenas para os residentes nas comunidades ao redor dos manguezais, mas também porque, como indicado neste questionário, a maioria não apenas consome esses produtos, mas também se envolve em atividades comerciais com eles.

Mensagens-chave emergindo desta etapa destacam que os manguezais em São Paulo servem como ecossistema de subsistência para inúmeras famílias, das quais uma proporção significativa pertence a grupos socialmente vulneráveis. A oportunidade de desenvolver iniciativas práticas que buscam envolver cada vez mais a população local, dando-lhes um papel de liderança na gestão territorial e fornecendo ferramentas para seu desenvolvimento sustentável (como CBMM, monitoramento ambiental, estudos de capacidade de suporte), bem como encorajando sua presença na tomada de decisões dentro das unidades, apareceu evidente.

### **Diagnóstico da interação da área protegida com a comunidade científica**

Esta seção do questionário visou mapear as relações entre a gestão pública e a comunidade científica, reconhecendo que as áreas protegidas têm o potencial de servir como local para diversos tipos de atividades de pesquisa. Por outro lado, os gestores também necessitam do avanço do conhecimento científico para alinhar suas ações de gestão ou lidar com incertezas específicas. A investigação da afinidade ou falta dela entre essas duas abordagens diferentes é discutida recorrentemente, mesmo na produção acadêmica (Dale et al. 2019).

Oitenta por cento dos participantes indicaram que atualmente há alguma forma de pesquisa científica em andamento nas áreas protegidas. A maioria identificou as universidades públicas (93,33%) e privadas (46,67%) como as principais entidades responsáveis por conduzir pesquisas nessas áreas. Adicionalmente, 40% dos respondentes mencionaram institutos de pesquisa, enquanto 20% reconheceram organizações não governamentais como contribuintes para essas iniciativas de pesquisa. As universidades públicas, com seu compromisso em ensino, pesquisa e extensão, têm como objetivo contribuir para a sociedade, compartilhando os avanços científicos alcançados. Portanto, é comum observar o envolvimento dessas instituições em pesquisas desenvolvidas em áreas protegidas públicas, no entanto, surge a questão sobre como ocorre o ciclo de feedback da pesquisa científica para a gestão e as comunidades locais.

A opinião dos gestores sobre o desenvolvimento científico na unidade de conservação foi principalmente positiva; no entanto, declarações descrevendo insatisfação com o feedback da pesquisa para as unidades também foram comuns, como: "A pesquisa é extremamente importante; no entanto, os resultados quase nunca retornam para a Unidade de Conservação." O progresso científico pode ser relevante no âmbito acadêmico, mas tem aplicabilidade limitada nos aspectos cotidianos da gestão pública, ou o gestor pode ter dificuldade em perceber essa aplicabilidade. Em geral, há uma lacuna para que esses estudos forneçam respostas para a unidade de conservação e seus potenciais beneficiários. Isso demonstra um claro descompasso entre as atividades de pesquisa e gestão: apesar de 80% dos gestores reconhecerem que algum tipo de pesquisa está em andamento em suas áreas protegidas, apenas 20% indicaram parcerias contínuas de pesquisa com instituições acadêmicas como ferramentas de apoio à gestão na área protegida.

Certamente, a pesquisa pode assumir a forma de estudos aplicados para fins de gestão ou ser exclusivamente projetada para avançar o conhecimento científico em um contexto puramente acadêmico, conhecido como pesquisa básica. Não há obrigatoriedade quanto à natureza da pesquisa a ser conduzida em uma área protegida. Essa liberdade na exploração

científica é positiva; no entanto, a linguagem acadêmica às vezes pode ser uma barreira para outros interessados nos resultados da pesquisa (Dale et al. 2019). A relevância da comunicação científica atuando como uma ponte entre os pesquisadores e os interessados civis, como opinião pública e políticas, tem sido amplamente explorada, embora nossos resultados mostrem que, em alguns temas, como pesquisa ambiental, ainda não é comum para não especialistas acessar (e aplicar) o conhecimento científico (Bickford et al. 2012; Scheufele 2014; Dale et al. 2019).

Atualmente, para que a pesquisa científica seja realizada em unidades de conservação estaduais, ela deve ser submetida a uma plataforma que aprova ou nega sua realização em consulta aos conselhos das unidades. Em contrapartida, os pesquisadores são obrigados a fornecer algum tipo de feedback para a área protegida. Esta é uma ferramenta de gestão pública que tenta abordar o assunto, mas sua eficácia nem sempre é garantida, como demonstrado pelos resultados. Um dos comentários adicionais mencionados no final do questionário foi que muitos pesquisadores não submetem seus projetos na plataforma, dificultando para os gestores acessar esse material e solicitar feedback. Outra abordagem para aliviar a insatisfação poderia envolver a síntese dos resultados da pesquisa como recomendações práticas ou ações que os gestores poderiam adotar para estudos aplicados. Uma ação de comunicação científica que demonstrou-se bastante eficaz foi a promoção de oficinas locais envolvendo comunidades na região, apresentando os principais resultados da pesquisa realizada além de abrir o debate para dúvidas dos envolvidos.

66,67% dos respondentes afirmou estar em curso alguma pesquisa envolvendo os manguezais das unidades de conservação de sua gestão. Esse alto percentual segue a tendência crescente na exploração desse tema nas últimas décadas, especialmente após o reconhecimento da importância desse ecossistema em relação à sequestro de carbono (Siikamäki et al.; Inoue 2019; Zeng et al. 2021; Macreadie et al. 2021; Bimrah et al. 2022).

A natureza das pesquisas envolvendo manguezais varia desde a temática das interações da comunidade com os ecossistemas até estudos que avaliam os efeitos dos manguezais na ictiofauna local, explorações botânicas dos manguezais, estudos avaliando razões para variações na vegetação e monitoramento contínuo dos manguezais. Esses estudos poderiam ser utilizados pela gestão pública.

Segundo as respostas dos gestores, a receptividade das comunidades locais pode variar com base no tema da pesquisa, no tipo de abordagem (com alguns estudos envolvendo entrevistas e visitas de campo), e na comunidade específica em questão. Também existe o temor comum de que as conclusões da pesquisa possam ter implicações negativas para as comunidades ou seus meios de subsistência. Para lidar com isso, algumas comunidades exigem



a adesão a um plano de consulta à comunidade que os pesquisadores devem conduzir antes de iniciar seus estudos.

Para os gestores, as prioridades para futuras pesquisas envolvendo manguezais variam em termos de escala de abordagem e tema. Alguns temas sugeridos estão mais relacionados ao funcionamento amplo do ecossistema, enquanto outros dizem respeito à aspectos locais, provavelmente mais relacionados à gestão diária desses ambientes. Abaixo, listamos os principais temas sugeridos, dividindo-os por escala. É possível observar que uma parte significativa dos tópicos abordados está alinhada com pesquisas recentes sobre manguezais, destacando a falta de integração, conexão e comunicação entre tomadores de decisão e produção científica. Esse descolamento é prejudicial tanto para a administração pública, que deve tomar decisões consistentes com a ciência, quanto para a academia, que pode gerar informações cada vez mais desconectadas das realidades locais.

Tabela : Demandas por conhecimento científico

Ampla escala	Escala local
-Impacto de construções civis ao redor de manguezais na saúde do ecossistema de mangue (por exemplo, abertura de canais de drenagem ou efeitos de dragagem).	-Impacto da degradação do manguezal nas comunidades extrativistas locais.
-Impacto da contaminação da água nos estoques de peixes estuarinos.	-Avaliação da extração de camarões, caranguejos e ostras para a sobrevivência das comunidades locais.
-Técnicas para restaurar manguezais impactados.	-Estudos exploratórios sobre a presença de espécies exóticas e invasoras locais e seus efeitos nos recursos naturais dos manguezais.
-O impacto das mudanças Estudos sobre a dinâmica de vida de ostras.	-Mapeamento de fontes poluentes nos manguezais locais.
-Efeitos da pesca nos estoques de peixes.	-Explorações históricas da migração do caranguejo uçá em certas praias urbanizadas.
-Estudos sobre os impactos causados por embarcações nos manguezais.	-Medição de carbono azul em escala local.

-Valoração de serviços ecossistêmicos.	-Diagnóstico e, principalmente, monitoramento dos manguezais em nível local (dentro da área protegida).
-Identificação das funções de diferentes fragmentos de cada manguezal de acordo com o ciclo de vida do caranguejo de mangue.	-Análise da extensão do manguezal e sua área de influência (salinidade do rio em diferentes pontos, pH, distribuição de espécies, etc.), visando monitorar o tamanho do manguezal e, a longo prazo, considerando as mudanças climáticas, se estamos ganhando ou perdendo território de manguezal.
-Impacto de resíduos no manguezal.	-Diagnóstico, monitoramento e manejo de ostras exóticas.
-Monitoramento da biodiversidade do manguezal.	
-Impactos da alteração de salinidade na manutenção do manguezal.	
climáticas globais na dinâmica do manguezal.	
-Pesca Artesanal, Comunidades Caiçaras, Geração de Renda em Áreas Protegidas de Uso Sustentável.	
-Relação entre atividades urbanas e industriais com a contaminação da água e dos manguezais.	

### **Mapeamento do uso público dos manguezais em Unidades de Conservação**

Mais de 90% das respostas apontaram para o interesse turístico nos manguezais das Unidades de Conservação. Em relação à frequência dessas atividades, 20% afirmaram que sempre há pessoas interessadas em conhecer os manguezais, 46,67% indicaram que o interesse é comum, enquanto 26,67% mencionaram que as atividades nos manguezais ocorrem apenas ocasionalmente. Quanto ao público envolvido nessas atividades, 73,33% mencionaram a população local, 53,33% escolas, 53,33% pesquisadores e 46,67% banhistas/turistas. Em relação à natureza das atividades de uso público, 66,67% dos entrevistados mencionaram atividades educacionais, 60% atividades esportivas, 40% atividades de lazer, 33,33% atividades culturais,

13,33% mencionaram atividades de pesca, e 6,67% mencionaram o desenvolvimento de pesquisa científica.

Áreas protegidas com infraestrutura para visitas aos manguezais destacam a natureza pedagógica, educacional e de pesquisa das atividades realizadas. Nesse contexto, 71,43% dos entrevistados afirmaram que melhorias na infraestrutura, permitindo um acesso mais fácil às florestas de manguezais, aumentariam o interesse no ecossistema. Além disso, 93,33% acreditam que materiais de educação ambiental sobre manguezais poderiam aumentar o interesse no ecossistema.

Ao serem questionados sobre parcerias para iniciativas de uso público nas áreas protegidas, 33,33% dos entrevistados mencionaram algum tipo de colaboração, citando principalmente comunidades locais, bem como municípios e iniciativas privadas. Apesar do reconhecimento positivo do papel das comunidades em atividades de uso público, representando uma das principais atividades econômicas para essas comunidades, muitos gestores (40%) destacaram a necessidade de explorar a participação comunitária de maneira mais sistemática, considerando a quantidade de atrações a serem exploradas de maneira ecologicamente correta e economicamente viável.

Quanto à relevância simbólica/espiritual dos manguezais para as comunidades locais, 40% dos gestores afirmaram reconhecê-la, enquanto outros entrevistados variaram individualmente em sua percepção. Isso indica a necessidade de abordar essa questão em entrevistas diretas com os residentes. O uso público nos manguezais revela um cenário com grande potencial de expansão e organização. Atualmente, as atividades estão predominantemente focadas em fins educacionais, e o envolvimento da comunidade também merece atenção. Nesse contexto, existe um potencial latente para expandir as experiências turísticas e educacionais nessas áreas, aumentando o envolvimento das comunidades locais. Há também o potencial de aumentar o uso público para atividades além das de cunho pedagógico, envolvendo o turismo, onde as comunidades podem desempenhar um papel tanto como público quanto como promotoras/líderes dessas atividades. Isso poderia ser alcançado por meio da expansão de passeios de barco guiados para contemplação e estudos, conduzidos em algumas áreas protegidas por operadores devidamente registrados.

Discussões em andamento com comunidades locais e municípios parecem ser um caminho na busca por alternativas para o Turismo de Base Comunitária (TBC), considerando opções como passeios guiados e trilhas que exploram os manguezais, comunidades, suas culturas e relacionamentos com o meio ambiente. A possibilidade de construir passarelas

também é vista como um elemento chave para promover práticas sustentáveis na Educação Ambiental (EA) e aprimorar a gestão do uso público nos manguezais de áreas protegidas.

### **Mapeamento da Percepção dos Gestores sobre Iniciativas com Potencial de Geração de Receita**

Atualmente, a Fundação Florestal, responsável pela gestão das áreas protegidas do estado de São Paulo, opera algumas iniciativas de pagamento por serviços ambientais (PSAs). Essas iniciativas abordam temas como a valorização da cultura indígena, reflorestamento, produção de sementes de palmeira juçara e remoção de resíduos marinhos. No entanto, entre as áreas protegidas com manguezais, apenas 13,33% estão envolvidas em ações de PSA, sendo uma em uma unidade de proteção integral e outra em uma unidade de uso sustentável.

Nesse sentido, os gestores foram convidados a responder como percebem a aceitação das comunidades locais para esse tipo de atividade. Mais da metade (57,14%) dos respondentes acreditam que as comunidades são "receptivas". 14,28% afirmaram não saber o grau de aceitação local para esse tipo de iniciativa. Nenhum dos gestores que responderam afirmou que as comunidades são contrárias a esse tipo de iniciativa.

Os gestores foram convidados a sugerir possíveis projetos de PSAs nos manguezais, e o tema dos resíduos foi recorrente. Pelo menos metade dos respondentes sugeriu projetos envolvendo a remoção de lixo das praias e manguezais. Além desse tema, que tem um aspecto de solucionar um problema, foram feitas sugestões para valorizar boas práticas que ocorrem nesses territórios, como projetos beneficiando pesca artesanal sustentável, como a cerca flutuante, e atividades como o cultivo de mexilhões.

Quanto aos manguezais, o tema do serviço ecossistêmico que se destaca na comunidade acadêmica é o sequestro e armazenamento de carbono azul (Kelleway et al. 2017; Kauffman et al. 2018; Jimenez et al. 2021). Isso parece ser um caminho interessante para a sustentabilidade financeira dessas áreas protegidas. 93,33% dos gestores manifestaram interesse em conhecer a estimativa do estoque de carbono nos manguezais das áreas protegidas. 100% dos respondentes afirmaram que o mercado de créditos de carbono poderia ser uma ferramenta interessante para a sustentabilidade financeira da região. No entanto, ao serem questionados sobre a aceitação das comunidades locais para esse tipo de iniciativa, apenas um entrevistado afirmou acreditar que são receptivas, enquanto 20% disseram não saber, e 73,33% afirmaram que o tema nunca foi debatido localmente. 100% dos gestores afirmaram que não há estimativa do estoque de carbono nos manguezais das áreas protegidas sob sua responsabilidade.



A maioria das unidades de conservação possui um conselho gestor (seja consultivo ou deliberativo). Junto com as comunidades e os gestores, os membros do conselho são capacitados em diversos temas, aprendendo sobre o papel do representante e a importância de discutir vários assuntos de maneira participativa, melhorando a gestão e a apropriação do território por seus usuários. Portanto, os conselhos são uma ferramenta eficaz e importante para proteger a cultura local e os recursos naturais tanto para a gestão quanto para o protagonismo local, sendo a melhor via para discutir possíveis PSAs nos manguezais. O tema do sequestro de carbono/estoque de carbono/mercado de carbono nos manguezais ainda não foi discutido nos conselhos gestores, apenas um gestor afirmou que o assunto já foi discutido no conselho.

A quantificação do estoque de carbono nos manguezais das áreas protegidas do estado de São Paulo é indiscutivelmente relevante. O único estudo anterior que abordou essa medição enfatizou a notável capacidade dos manguezais na região sudeste para armazenar carbono (Rovai et al. 2021). No presente, indica-se a necessidade evidente de, em conjunto com pesquisadores, a estimar (ou até mesmo mensurar em campo) os estoques de carbono para todas as 15 unidades de conservação estaduais com manguezais em São Paulo. Possuir esses dados não apenas enriquece a valoração desse ecossistema, mas também fornece subsídios para potenciais projetos de sustentabilidade econômica que beneficiam as comunidades locais e fortalecem argumentos a favor da criação de novas áreas protegidas com base em evidências concretas de sua importância ecológica. Além disso, parece ser um caminho para integrar a colaboração entre ciência, política e comunidades.

### **Mapeamento de Ameaças à Degradação e Contaminação nas Áreas Protegidas de Manguezais**

No geral, o estado de conservação (considerando todos os ecossistemas presentes na unidade de conservação) parece ser satisfatório: 73,33% dos gestores indicaram um estado de conservação como "4" (em uma escala de 1 a 5). Entre as unidades de proteção integral, as respostas se concentraram em índices mais altos (apenas 4 e 5), enquanto registros de índices mais baixos de conservação se concentraram em áreas de uso sustentável (2, 3 e 4).

Quando questionados se poderiam identificar possíveis fontes/agentes de degradação no território, 60% responderam positivamente, 20% responderam que, pelo menos, têm uma hipótese), e 20% responderam que não saberiam indicar. Esses dados proporcionam uma dimensão real de quanto os gestores, que estão no cotidiano desse território, o conhecem no campo prático/pragmático dos desafios enfrentados por cada localidade. Ter uma gestão local do território com um agente que acompanhe os desafios do cotidiano dos ecossistemas

protegidos nas unidades de conservação, que possua igual capacidade de caracterização local, definição de zonas e aplicação de outros instrumentos ainda é fundamental para a salvaguarda desse ecossistema, pois garante que a governança de um território muitas vezes não dependa apenas da legislação existente (Moschetto et al. 2021; Duarte et al. 2023). Os registros de degradação histórica e contínua na costa central de São Paulo, fora das unidades de conservação, destacam que a criação de áreas protegidas nos manguezais é o principal caminho para garantir sua conservação (Pinheiro et al. 2012; Machado et al. 2016; Banci et al. 2017; Moschetto et al. 2021; Fassina et al. 2022).

O tema dos efluentes domésticos das comunidades próximas à área ou mesmo das comunidades internas foi mencionado em 72,73% das respostas. Isso ocorre devido à falta de saneamento básico em regiões adjacentes à área, muito comum na região costeira. Em alguns casos, mencionou-se a falta de infraestrutura sanitária básica (banheiro) em residências, ou um sistema de esgoto realizado por uma fossa séptica, e se a infraestrutura de saneamento parece precária nessas regiões, isso também é verdadeiro em relação ao abastecimento de água. Apesar da proximidade com corpos d'água, foi relatado que, em algumas regiões da costa de São Paulo, a água para uso doméstico é coletada manualmente, usando baldes e outros utensílios domésticos. Outros fatores de degradação relacionados à falta de infraestrutura básica de habitação nas áreas apareceram em grande parte das respostas, como a presença de resíduos domésticos devido à falta de coleta de lixo urbano na região. Em alguns casos, essa falta de condições básicas de infraestrutura urbana ocorre porque as ocupações na área ou em sua vizinhança são irregulares.

Além dos vetores de degradação originados de ocupações urbanas, a degradação nas áreas frequentemente ocorre devido à infraestrutura de projetos em grande escala, como aberturas de canais de drenagem, construção de rodovias, estradas e linhas de energia, bem como dragagem de cursos d'água, comum em áreas de expansão portuária, que suspendem material fino e particulado dos leitos dos rios e alteram a salinidade dos estuários (Manap e Voulvoulis 2016; Mirlean et al. 2020). Outros fatores de degradação ainda são resultado do uso inadequado de recursos e/ou atividades irregulares na área, como o aparecimento de manchas de óleo órfãs de pequenas embarcações (por exemplo, barcos recreativos), ou a presença de extratores de palmito e caçadores que fazem uso do acesso e da abundância de recursos nas áreas. Degradações relacionadas à agricultura (como supressão da vegetação nativa e contaminação de corpos d'água) também foram mencionadas como fontes potenciais de degradação nas áreas.

As hipóteses sobre as fontes de degradação/contaminação nos manguezais, apontadas pelos respondentes, foram semelhantes àquelas que eles fizeram para a área em geral na maioria dos questionários. 57,14% dos gestores apontam conhecer possíveis causas de degradação ou contaminação dos manguezais, enquanto 28,57% indicaram que imaginam as principais causas, mas não é possível afirmar uma relação de causa e efeito, 14,29% relataram não saber. Quando solicitados a descrevê-las, além dos vetores de degradação listados para toda a área mencionada acima, também foi destacada a realização de atividades extrativistas não planejadas (seja porque é uma área de proteção integral ou porque é realizada por indivíduos não registrados como beneficiários), além de pesca predatória e ilegal e remoção de madeira dos manguezais.

Os gestores, em sua totalidade, afirmaram que os manguezais estão em condições iguais ou melhores do que outros ecossistemas nas áreas. No entanto, ao serem questionados sobre dados (quantitativos ou qualitativos) sobre a qualidade dos manguezais nas áreas, mais da metade afirmou não ter dados sobre a qualidade do ecossistema dos manguezais na área, e 7,69% afirmaram não saber se há ou não tais dados. Apenas 38,46% dos respondentes tinham alguma informação sobre a qualidade de seus manguezais. No entanto, os dados obtidos muitas vezes são pontuais e abordam um certo aspecto entre os muitos que podem ser avaliados para indicar a qualidade de um ecossistema. A exemplo dos dados gerados por uma exigência imposta em um processo de licenciamento, que trouxe algumas informações, mas apenas para um município, ou ainda, dados publicados no campo acadêmico, como a colonização de novas florestas de mangue ao longo do tempo e a sensibilidade dos manguezais a variações na salinidade e processos deposicionais ao longo da costa, respondendo a essas mudanças no ambiente parecem pontuais e insuficientes para avaliação integrada da saúde do ecossistema e menos ainda para a comparação entre as diferentes áreas de manguezal do estado.

A disparidade de dados gerados em termos regionais e temáticos e sua limitada aplicabilidade à gestão pública destaca a necessidade de monitoramento contínuo e integrado dos manguezais para todas as áreas, promovido pela instituição pública responsável pela gestão dessas áreas. Os protocolos de monitoramento devem se basear em abordagens científicas e considerar as demandas locais.

Como principais desafios na gestão, a falta de pessoal efetivo, baixa capacidade operacional e falta de infraestrutura adequada para fiscalização, sinalização, prevenção, controle, monitoramento e desenvolvimento adequado de atividades nos manguezais (equipe e equipamentos) foram os temas mais amplamente mencionados, além de preocupações quanto ao desafio de conciliar ações tradicionalmente existentes na área com perspectivas futuras para

cadeias produtivas, bem como a obtenção de dados consolidados sobre o estado de conservação dos manguezais como um todo.

Entre as sugestões de possíveis estratégias para melhorar o estado de conservação dos manguezais locais, algumas focaram na relação com o contexto urbanizado ao redor do ecossistema, como uma melhor investigação da relação entre as comunidades locais e os manguezais, melhoria da infraestrutura habitacional da região (especialmente em relação ao saneamento e coleta de resíduos), e manejo adequado da fauna doméstica presente. Muitas sugestões visaram aumentar a fiscalização local e as restrições como ferramentas institucionais para lidar com o uso indevido desse ecossistema, como um maior controle sobre a velocidade de barcos, maior fiscalização de atividades pesqueiras irregulares e predatórias, e o fechamento de canais de drenagem que estão alterando a hidrodinâmica dos manguezais. Finalmente, em mais de uma resposta, houve uma demanda por um diagnóstico adequado dos manguezais, como o mapeamento de vetores de pressão e fontes poluentes, para desenvolver um plano de ação para sua conservação e/ou recuperação, bem como a elaboração de um plano de gestão local em conjunto com as comunidades locais.

## Referências

- Aye WN, Wen Y, Marin K, Thapa S, Tun AW (2019) Contribution of Mangrove Forest to the Livelihood of Local Communities in Ayeyarwaddy Region, Myanmar. *Forests* 10:414. doi: 10.3390/f10050414
- Banci KR da S, Mori GM, Oliveira MA de, Paganelli FL, Pereira MR, Pinheiro MAA (2017) Can environmental pollution by metals change genetic diversity? *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) as a study case in Southeastern Brazilian mangroves. *Mar Pollut Bull* 116:440–447. doi: 10.1016/j.marpolbul.2017.01.039
- Bickford D, Posa MRC, Qie L, Campos-Arceiz A, Kudavidanage EP (2012) Science communication for biodiversity conservation. *Biol Conserv* 151:74–76. doi: 10.1016/j.biocon.2011.12.016
- Bimrah K, Dasgupta R, Hashimoto S, Saizen I, Dhyan S (2022) Ecosystem Services of Mangroves: A Systematic Review and Synthesis of Contemporary Scientific Literature. *Sustain* 14:1–16. doi: 10.3390/su141912051
- Brasil, Lei N°9.985, de 18 de julho de 2000. Institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF, 2000.
- São Paulo, Decreto N° 65.274, de 26 de outubro de 2020. Altera a redação do Decreto n° 51.453, de 29 de dezembro de 2006, que cria o Sistema Estadual de Florestas - SIEFLOR e dá providências correlatas. São Paulo, SP: Assembleia Legislativa do Estado de São Paulo, 2020.
- Brasil, Decreto N° 6.040, de 7 de fevereiro de 2007. Institui a Política Nacional de Desenvolvimento Sustentável dos Povos e Comunidades Tradicionais. Brasília, DF, 2007.
- Capparelli MV, Gusso-Choueri PK, Abessa DM de S, McNamara JC (2019) Seasonal environmental parameters influence biochemical responses of the fiddler crab *Minuca rapax* to contamination in situ. *Comp Biochem Physiol Part - C Toxicol Pharmacol* 216:93–100. doi: 10.1016/j.cbpc.2018.11.012
- Carlsson L, Berkes F (2005) Co-management: Concepts and methodological implications. *J Environ Manage* 75:65–76. doi: 10.1016/j.jenvman.2004.11.008
- Côrtes LH de O, Zappes CA, Di Benedetto APM (2019) Sustainability of mangrove crab ( ) gathering in the southeast Brazil: A MESMIS-based assessment. *Ocean Coast Manag* 179:104862. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2019.104862
- Dale P, Sporne I, Knight J, Sheaves M, Eslami-Andergoli L, Dwyer P (2019) A conceptual model to improve links between science, policy and practice in coastal management. *Mar Policy* 103:42–49. doi: 10.1016/j.marpol.2019.02.029



- Damastuti E, de Groot R (2017) Effectiveness of community-based mangrove management for sustainable resource use and livelihood support: A case study of four villages in Central Java, Indonesia. *J Environ Manage* 203:510–521. doi: 10.1016/j.jenvman.2017.07.025
- Datta D, Chattopadhyay RN, Guha P (2012) Community based mangrove management: A review on status and sustainability. *J Environ Manage* 107:84–95. doi: 10.1016/j.jenvman.2012.04.013
- de Almeida Duarte LF, de Souza CA, Pereira CDS, Pinheiro MAA (2017) Metal toxicity assessment by sentinel species of mangroves: In situ case study integrating chemical and biomarkers analyses. *Ecotoxicol Environ Saf* 145:367–376. doi: 10.1016/j.ecoenv.2017.07.051
- Duarte LF de A, Souza CA de, Nobre CR, Pereira CDS, Pinheiro MAA (2016a) Multi-level biological responses in *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ucididae) as indicators of conservation status in mangrove areas from the western atlantic. *Ecotoxicol Environ Saf* 133:176–187. doi: 10.1016/j.ecoenv.2016.07.018
- Duarte LF de A, Souza CA de, Nobre CR, Pereira CDS, Pinheiro MAA (2016b) Multi-level biological responses in *Ucides cordatus* (Linnaeus, 1763) (Brachyura, Ucididae) as indicators of conservation status in mangrove areas from the western atlantic. *Ecotoxicol Environ Saf* 133:176–187. doi: 10.1016/j.ecoenv.2016.07.018
- Fassina C, Jarvis D, Tavares S, Coggan A (2022) Valuation of ecosystem services through offsets: Why are coastal ecosystems more valuable in Australia than in Brazil? *Ecosyst Serv* 56:101449. doi: 10.1016/j.ecoser.2022.101449
- Gerhardinger LC, Godoy EAS, Jones PJS, Sales G, Ferreira BP (2011) Marine Protected Dramas: The Flaws of the Brazilian National System of Marine Protected Areas. *Environ Manage* 47:630–643. doi: 10.1007/s00267-010-9554-7
- Inoue T (2019) Carbon Sequestration in Mangroves. In: *Blue Carbon in Shallow Coastal Ecosystems*. Springer Singapore, Singapore, pp 73–99
- Jimenez Z, Queiroz HM, Otero L, Nuto G (2021) Soil Organic Matter Responses to Mangrove Restoration : A Replanting Experience in Northeast Brazil. 1–11.
- Kauffman JB, Bernardino AF, Ferreira TO, Giovannoni LR, de O. Gomes LE, Romero DJ, Jimenez LCZ, Ruiz F (2018) Carbon stocks of mangroves and salt marshes of the Amazon region, Brazil. *Biol Lett* 14:20180208. doi: 10.1098/rsbl.2018.0208
- Kelleway JJ, Cavanaugh K, Rogers K, Feller IC, Ens E, Doughty C, Saintilan N (2017) Review of the ecosystem service implications of mangrove encroachment into salt marshes. *Glob Chang Biol* 23:3967–3983. doi: 10.1111/gcb.13727
- Kibria ASMG, Costanza R, Groves C, Behie AM (2018) The interactions between livelihood capitals and access of local communities to the forest provisioning services of the Sundarbans Mangrove Forest, Bangladesh. *Ecosyst Serv* 32:41–49. doi: 10.1016/j.ecoser.2018.05.003
- Kongkeaw C, Kittitornkool J, Vandergeest P, Kittiwatanawong K (2019) Explaining success in community based mangrove management: Four coastal communities along the Andaman Sea, Thailand. *Ocean Coast Manag* 178:104822. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2019.104822
- Machado I, Fagundes L, Henriques M (2015) Multidimensional assessment of sustainability extractivism of mangrove oyster *Crassostrea* spp. in the estuary of Cananéia, São Paulo, Brazil. *Brazilian J Biol* 75:670–678. doi: 10.1590/1519-6984.20713
- Machado W, Sanders CJ, Santos IR, Sanders LM, Silva-Filho E V., Luiz-Silva W (2016) Mercury dilution by autochthonous organic matter in a fertilized mangrove wetland. *Environ Pollut* 213:30–35. doi: 10.1016/j.envpol.2016.02.002
- Macreadie PI, Costa MDP, Atwood TB, Friess DA, Kelleway JJ, Kennedy H, Lovelock CE, Serrano O, Duarte CM (2021) Blue carbon as a natural climate solution. *Nat Rev Earth Environ*. doi: 10.1038/s43017-021-00224-1
- Manap N, Voulvoulis N (2016) Data analysis for environmental impact of dredging. *J Clean Prod* 137:394–404. doi: 10.1016/j.jclepro.2016.07.109
- Markantonatou V, Noguera-Méndez P, Semitiel-García M, Hogg K, Sano M (2016) Social networks and information flow: Building the ground for collaborative marine conservation planning in Portofino Marine Protected Area (MPA). *Ocean Coast Manag* 120:29–38. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2015.11.023
- Mirlean N, Calliari L, Johannesson K (2020) Dredging in an estuary causes contamination by fluid mud on a tourist ocean beach. Evidence via REE ratios. *Mar Pollut Bull* 159:111495. doi: 10.1016/j.marpolbul.2020.111495

- Mohammed SM (2007) Saving the Commons: Community Involvement in the Management of Mangrove and Fisheries Resources of Chwaka Bay, Zanzibar. *West Indian Ocean J Mar Sci*. doi: 10.4314/wiojms.v3i2.28463
- Moschetto FA, Ribeiro RB, De Freitas DM (2021) Urban expansion, regeneration and socioenvironmental vulnerability in a mangrove ecosystem at the southeast coastal of São Paulo, Brazil. *Ocean Coast Manag* 200:105418. doi: 10.1016/j.ocecoaman.2020.105418
- Moyer JD (2023) Blessed are the peacemakers: The future burden of intrastate conflict on poverty. *World Dev* 165:106188. doi: 10.1016/j.worlddev.2023.106188
- Pinheiro MAA, Silva PPG e, Duarte LF de A, Almeida AA, Zanotto FP (2012) Accumulation of six metals in the mangrove crab *Ucides cordatus* (Crustacea: Ucididae) and its food source, the red mangrove *Rhizophora mangle* (Angiosperma: Rhizophoraceae). *Ecotoxicol Environ Saf* 81:114–121. doi: 10.1016/j.ecoenv.2012.05.004
- Rovai AS, Coelho-Jr C, de Almeida R, Cunha-Lignon M, Menghini RP, Twilley RR, Cintrón-Molero G, Schaeffer-Novelli Y (2021) Ecosystem-level carbon stocks and sequestration rates in mangroves in the Cananéia-Iguape lagoon estuarine system, southeastern Brazil. *For Ecol Manage* 479:118553. doi: 10.1016/j.foreco.2020.118553
- Scheufele DA (2014) Science communication as political communication. *Proc Natl Acad Sci* 111:13585–13592. doi: 10.1073/pnas.1317516111
- Sheaves M (2009) Consequences of ecological connectivity: The coastal ecosystem mosaic. *Mar Ecol Prog Ser* 391:107–115. doi: 10.3354/meps08121
- Siikamäki J, Sanchirico JN, Jardine S, Mclaughlin D, Morris D Environment: Science and Policy for Sustainable Development Blue Carbon: Coastal Ecosystems, Their Carbon Storage, and Potential for Reducing Emissions. doi: 10.1080/00139157.2013.843981
- Vedolin MC, Trevizani TH, Angeli JLF, Petti MAV, Figueira RCL (2020) Assessment of metal concentration in *Goniopsis cruentata* (Latreille, 1803) (Decapoda, Grapsidae) from two Brazilian mangroves under different anthropogenic influences. *Reg Stud Mar Sci* 36:101305. doi: 10.1016/j.rsma.2020.101305
- Zaldívar-Jiménez A, Ladrón-de-Guevara-Porras P, Pérez-Ceballos R, Díaz-Mondragón S, Rosado-Solórzano R (2017) US-Mexico joint Gulf of Mexico large marine ecosystem based assessment and management: Experience in community involvement and mangrove wetland restoration in Términos lagoon, Mexico. *Environ Dev* 22:206–213. doi: 10.1016/j.envdev.2017.02.007
- Zeng Y, Friess DA, Sarira TV, Siman K, Koh LP (2021) Global potential and limits of mangrove blue carbon for climate change mitigation. *Curr Biol* 31:1737-1743.e3. doi: 10.1016/j.cub.2021.01.070
- (2022) Toward Productive, Inclusive, and Sustainable Farms and Agribusiness Firms. World Bank