

UNIVERSIDADE FEDERAL DE ALAGOAS
INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE
Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos
Trópicos

FLÁVIO FERREIRA DA SILVA JÚNIOR

RESPOSTAS DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES RECIFAIS AO
ZONEAMENTO DE USO EM UMA ÁREA MARINHA PROTEGIDA NO
ATLÂNTICO SUL OCIDENTAL

MACEIÓ - ALAGOAS
Abril/2022

FLÁVIO FERREIRA DA SILVA JÚNIOR

**RESPOSTAS DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES RECIFAIS AO
ZONEAMENTO DE USO EM UMA ÁREA MARINHA PROTEGIDA NO
ATLÂNTICO SUL OCIDENTAL**

Dissertação/Tese apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS, área de concentração em Conservação da Biodiversidade Tropical.

Orientador: Prof. Dr. Cláudio L. S. Sampaio
Co-Orientadora: Prof^a Dr^a Taciana K. Pinto

MACEIÓ - ALAGOAS
Abril/2022

Catálogo na Fonte
Universidade Federal de Alagoas
Biblioteca Central
Divisão de Tratamento Técnico

Bibliotecário: Marcelino de Carvalho Freitas Neto – CRB-4 - 1767

S586r Silva Júnior, Flávio Ferreira da.
Respostas das assembleias de peixes recifais ao zoneamento de uso em uma área marinha protegida no atlântico sul ocidental recifes brasileiros, unidade de conservação, ictiofauna, geomorfologia recifal / Flávio Ferreira da Silva Júnior. – 2022.

46 f. : il.

Orientador: Cláudio L. S. Sampaio.

Coorientadora: Taciana K. Pinto.

Dissertação (mestrado em Ciências Biológicas) – Universidade Federal de Alagoas. Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde. Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos. Maceió, 2022.

Inclui bibliografias.

1. Recifes de corais - Brasil. 2. Áreas de conservação. 3. Ictiofauna.
4. Recifes de corais - Geomorfologia. I. Título.

CDU: 597(81)

Folha de aprovação

Flávio Ferreira da Silva Junior

Respostas das assembleias de peixes recifais ao zoneamento em uma Área
Marinha Protegida no Atlântico Sul Ocidental

Dissertação apresentada ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação nos Trópicos, Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal de Alagoas, como requisito para obtenção do título de Mestre em CIÊNCIAS BIOLÓGICAS na área da Biodiversidade.

Dissertação aprovada em 18 de abril de 2022.

Documento assinado digitalmente
 CLAUDIO LUIS SANTOS SAMPAIO
Data: 18/04/2022 16:23:00-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Dr.^(a) Presidente – Claudio Luís Santos Sampaio/UFAL

Documento assinado digitalmente
 TACIANA KRAMER DE OLIVEIRA PINTO
Data: 28/04/2022 19:59:52-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Dr.^(a) - Taciana kramer de Oliveira Pinto

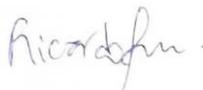
(Coorientadora)

Documento assinado digitalmente
 GUILHERME RAMOS DEMÉTRIO FERREIRA
Data: 18/04/2022 16:07:56-0300
Verifique em <https://verificador.itl.br>

Dr. (ª) – Guilherme Ramos Demétrio Ferreira



Dr. (ª) – Pedro Henrique Pereira



Dr. (ª) – Ricardo Jessouroun de Miranda

MACEIÓ - AL
Abril/2022

DEDICATÓRIA

À minha Avó, Mãe e Base, Dona Zuleide

AGRADECIMENTOS

Agradeço à minha família pelo apoio. Agradeço à minha companheira, Ilnah Rafaelly, por todo carinho, apoio e parceria em todos os momentos. Te amo.

Agradeço ao meu orientador, Cláudio Sampaio (Buia) e à minha co-orientadora Taciana Kramer (Taci) pelo apoio, conselhos e momentos. Trabalhar na área da conservação recifal é algo maravilhoso, mas com a parceria de vocês fica mais leve, divertido e produtivo.

À equipe LEBIC (Laboratório de Ecologia Bentônica + Laboratório de Ictiologia e Conservação) pelos momentos de descontração.

Aos meus amigos Claudjane, Valberth, Valéria, Márcio, Tiago, Túlio, Daniel, Felype, Jhannes e Gabriel. Muito obrigado por todo apoio e por todas as risadas dadas, vocês foram essenciais.

Como digo: “Vocês moram em meu coração e não pagam aluguel”.

RESUMO

Ambientes recifais destacam-se por sua diversidade, riqueza, importância ecológica e econômica. Apesar dessa importância, esses recifes sofrem constantemente com impactos antrópicos, como o turismo desordenado e a pesca sem manejo adequado, que tornam esses ambientes cada vez menos resilientes. A criação de Áreas Marinhas Protegidas e seus zoneamentos, além de regular esses impactos, é essencial para a proteção e manejo dos ecossistemas recifais. O objetivo deste trabalho foi avaliar a estrutura das assembleias de peixes recifais da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (APACC), em Maragogi, litoral norte alagoano, tendo como métricas: riqueza, abundância e biomassa, em diferentes zonas de uso (Zonas de Visitação-ZV, Uso Sustentável-ZUS e Preserva o da Vida Marinha-ZPVM) e em duas áreas geomorfológicas do recife (Back Reef Lagoon-BRL e Flat Reef- RF) a curto e médio prazo da reabertura após suspensão de atividades devido a pandemia do COVID19. Foram realizados 180 censos visuais subaquáticos, sendo registrados 5.946 indivíduos de 52 espécies, 33 g neros e 21 famílias. A ZV apresentou maior riqueza tanto a médio quanto a curto prazo após a reabertura das atividades. Esta, também apresentou a maior densidade de indivíduos nas duas áreas geomorfológicas, além de maior biomassa no BRL a curto prazo e no RF a médio prazo. Os maiores valores de equitabilidade e diversidade foram registrados no RF da ZV, enquanto os menores valores foram observados no BRL da ZPVM. As áreas geomorfológicas apresentaram diferenças significativas na densidade e biomassa apenas na ZV. A ZV obteve uma maior estimativa de valora o das espécies de interesse pesqueiro, quando comparado às demais zonas de uso. Os resultados obtidos destacam a importância do zoneamento para a conserva o dos peixes recifais, incluindo espécies importantes para a economia local, além de outras ameaçadas de extin o. Sugere-se que para manuten o e aumento dos resultados positivos, que programas de educa o e fiscaliza o sejam intensificadas nessas áreas.

Palavras-chave: Recifes Brasileiros, Unidade de Conserva o, Ictiofauna, Geomorfologia recifal

ABSTRACT

Reef environments stand out for their diversity, richness, ecological and economic importance. Despite this importance, these reefs constantly suffer from anthropic influences, such as disordered tourism and poorly managed fishing, which make these environments less and less resilient. The creation of Marine Protected Areas and their zoning, in addition to these regular impacts, is essential for the protection and management of reef ecosystems. The objective of this work was to evaluate the structure of reef fish assemblages in the Costa dos Corais Environmental Protection Area (APACC), in Maragogi, north coast of Alagoas, using the following metrics: richness, abundance and biomass, in different use zones (Visitation Zone - ZV, Sustainable Use - ZUS and Preservation of Marine Life ZPVM) and in two geomorphological areas of the reef (Back Reef Lagoon BRL and Flat Reef - RF) in the short and medium term of reopening after suspension of activities due to the COVID19 pandemic. 180 underwater visual censuses were carried out, recording 5,946 individuals of 52 species, 33 genera and 21 families. The ZV showed greater richness both in the medium and short term after the reopening of activities. This also showed the highest density of individuals in the two geomorphological areas, in addition to the highest biomass in the BRL in the short term and in the RF in the medium term. The highest values of evenness and diversity were recorded in the RF of the ZV, while the lowest values were observed in the BRL of the ZPVM. The geomorphological areas showed significant differences in density and biomass only in the ZV. The ZV obtained a greater estimate of the value of species of fishing interest, when compared to the other zones of use. The results obtained highlight the importance of zoning for the conservation of reef fish, including important species for the local economy, as well as other endangered species. It is suggested that in order to maintain and increase positive results, education and inspection programs should be intensified in these areas.

Keywords: Brazilian Reefs, Conservation Unit, Ichthyofauna, Reef Geomorphology

LISTA DE FIGURAS – RESPOSTAS DAS ASSEMBLEIAS DE PEIXES RECIFAIS AO ZONEAMENTO DE USO EM UMA ÁREA MARINHA PROTEGIDA NO ATLÂNTICO SUL OCIDENTAL

- Figura 1** – Área de estudo. Município do Maragogi, litoral alagoano, e suas respectivas zonas de uso: Zona de Visitação, Zona de Uso Sustentável e Zona de Preservação na Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (APACC) 16
- Figura 2** – Densidade (ind/40m²) das espécies mais representativas nas áreas geomorfológicas (Back reef lagoon e Reef flat) das zonas de uso (ZV=Zona de Visitação, ZUS=Zona de Uso Sustentável e ZPVM=Zona de Preservação da Vida Marinha), no curto e médio Prazo após a reabertura das atividades da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais. (Os boxplots indicam medianas (linha preta), quartis superior e inferior e média (círculo vermelho). Círculo pretos= Outliers)..... 19
- Figura 3** – Densidade (indivíduos/40m²) dos grupos tróficos nas áreas geomorfológicas (Back reef lagoon e Reef flat) das zonas de uso (ZV= Zona de Visitação, ZUS= Zona de Uso Sustentável e ZPVM= Zona de Preservação da Vida Marinha), nas coletas a curto e médio prazo após a reabertura da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais. (Os boxplots indicam medianas (linha preta), quartis superior e inferior e média (círculo vermelho). Círculo pretos= Outliers) 20
- Figura 4** – Biomassa (g/40m²) dos grupos tróficos nas áreas geomorfológicas (Back reef lagoon e Reef flat) das zonas de uso (ZV= Zona de Visitação, ZUS= Zona de Uso Sustentável e ZPVM= Zona de Preservação da Vida Marinha), nas coletas a curto e médio prazo após a reabertura da APACC. (Os boxplots indicam medianas (linha preta), quartis superior e inferior e média (círculo vermelho). Círculo pretos= Outliers).....21
- Figura 5** – Número mensal de visitantes nas zonas de visitação e de uso sustentável da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais no município de Maragogi-AL, entre janeiro de 2020 a dezembro de 2021, obtidos através da Secretaria Municipal de Meio ambiente e recursos hídricos (SEMARH)..... 24

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1** – Riqueza, Densidade (40m²), Biomassa (40m²), Equitabilidade de Pielou e Diversidade de Shannon nas distintas zonas de uso (ZV= Zona de Visitação, ZUS= Zona de uso sustentável e ZPVM= Zona de Preservação da Vida Marinha), áreas geomorfológicas (Back reef lagoon-BRL e Reef flat-RF) e Prazo de coleta após a reabertura das atividades na Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (Curto e Médio prazo)..... **19**
- Tabela 2** – Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) aplicada aos índices de densidade e biomassa. dF= Grau de liberdade; SS=Soma dos quadrados; MS= Média dos quadrados (p=<0,05). *= Resultados significativos**22**
- Tabela 3** – Resultados significativos (p=<0,05) do teste de comparação de médias a posteriori (Pair-Wise teste da PEMANOVA) para densidade e biomassa das espécies de peixe recifais, comparando áreas geomorfológicas**22**
- Tabela 4** – Resultados significativos (p=<0,05) do teste de comparação de médias a posteriori (Pair-Wise Test da PERMANOVA) para densidade e biomassa das espécies de peixe recifais, comparando momentos de coleta**23**
- Tabela 5** – Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) aplicada aos índices de densidade e biomassa dos grupos tróficos. dF= Grau de liberdade; SS=Soma dos quadrados; MS= Média dos quadrados (p=<0,05)*= Resultados significativos**23**
- Tabela 6** – Resultados significativos (p=<0,05) do teste de comparação de médias a posteriori (Pair-Wise teste da PEMANOVA) para biomassa e densidade dos grupos tróficos.....**24**
- Tabela 7** – Valor estimado (em dólares) encontrado nas zonas de uso (ZV= Zona de Visitação, ZPVM= Zona de preservação da vida marinha) nos diferentes momentos de coleta (curto e médio prazo após a reabertura da APACC), após cálculo entre biomassa dos peixes de interesse pesqueiro e valor pesquisado em peixarias locais **25**

LISTA DE ABREVIATURAS E SIMBOLOS

AMP – Área Marinha Protegida

APA – Área de Proteção Ambiental

APACC - Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais

BRL- Back Reef Lagoon

CAR- Carnívoros

CVS- Censo Visual Subaquático

HT- Herbívoros Territorialistas

HV- Herbívoros Vagantes

ONI- Onívoros

PIM- Predadores de Invertebrados Móveis

PIS- Predadores de Invertebrados Sésseis

PISC- Piscívoros

PLA- Plancívoro

RF- Reef Flat

SEMARH- Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos

ZC- Zona de conservação

ZEP- Zona Exclusiva de Pesca

ZP- Zona de Praia

ZPVM- Zona de Preservação da Vida Marinha

ZT- Zona de Transição

ZUS- Zona de Uso Sustentável

ZV- Zona de Visitação

SUMÁRIO

Introdução.....	13
Metodologia.....	15
Resultados.....	18
Discussão.....	25
Conclusão.....	28
Agradecimentos.....	29
Referências.....	30

Introdução

Embora cobrindo uma área inferior a 1% de todo o oceano, os ambientes recifais são os mais diversos e ricos ecossistemas (Sala *et al.*, 2021). Nele encontra-se cerca de 30% das espécies marinhas do mundo (Fisher *et al.*, 2015). Esses ambientes possuem importância ecológica e socioeconômica (Prates *et al.*, 2012; Glaser *et al.*, 2018), dispendo de elevada riqueza, densidade e biomassa de espécies, beneficiando diferentes organismos (Pombo-Ayora *et al.*, 2020). Os ambientes recifais são responsáveis pela manutenção de habitats, provisão de alimentos, proteção costeira e o desenvolvimento do turismo (Moberg & Folke, 1999; Weijerman *et al.*, 2018; Paula *et al.*, 2018).

Além de sofrerem com os efeitos do aquecimento global, o que contribui para a ocorrência dos massivos e repetitivos branqueamentos (Hughes *et al.*, 2018), os recifes de corais sofrem também com o crescimento populacional humano, especialmente nas zonas costeiras, com aumento das demandas de serviços ecológicos, como turismo (Benevides *et al.*, 2018; 2019) e alimento (Reis-Filho, 2019). Nas assembleias de peixes recifais, o turismo e a pesca desordenados possuem um efeito cumulativo, causando alterações na riqueza e densidade (Albuquerque *et al.*, 2014), afetando a biomassa (Moraes *et al.*, 2017; Pombo-Ayora *et al.*, 2020). Tais perturbações tornam os ambientes recifais mais sensíveis e susceptíveis a doenças (Lamb *et al.*, 2014), além de menos resilientes (Gladstone *et al.*, 2013; Gordon *et al.*, 2018; Andersen *et al.*, 2020), reduzindo sua cobertura recifal e complexidade (Hughes *et al.*, 2018).

A preocupação sobre esses impactos nos recifes do Atlântico Sul e suas consequências nos peixes é crescente, devido as espécies endêmicas, raras e ameaçadas (Chaves & Feitosa, 2018; Araújo *et al.*, 2020). A criação de Áreas Marinhas Protegidas (AMP's) é um mecanismo essencial para a conservação da biodiversidade (Schiavetti *et al.*, 2013), como estratégia de proteger e manejar, resguardando legalmente os ambientes recifais (McClure *et al.*, 2020).

As AMP's visam regular as atividades antrópicas em diferentes níveis, seja como zonas de múltiplos usos, onde é permitido atividades econômicas como turismo (Benevides *et al.*, 2018) e pesca (Pinheiro *et al.*, 2021) ou áreas de exclusão, onde

todos os tipos de exploração são restringidos (Borie *et al.*, 2021; Hofman *et al.*, 2020).

Elas têm potencial de promover resultados benéficos tanto para os humanos quanto para a natureza (Giraldi-Costa *et al.*, 2020). Entre esses benefícios estão a melhoria do bem-estar humano e a conservação da biodiversidade através da conciliação dos fatores econômicos e socioambientais (Chaigneau & Brown, 2016; Di Franco *et al.*, 2016).

Apenas a criação e o zoneamento de AMPs não garantem seu uso sustentável e, conseqüentemente, a conservação marinha (Rife *et al.*, 2013). O monitoramento da eficiência do zoneamento com foco na pesca e no turismo em ambientes recifais não é uma tarefa fácil no Atlântico Sul Ocidental, pois, além de dispor de poucas AMP's zoneadas (Motta *et al.*, 2021), há diversos fatores que dificultam seu monitoramento, como os conflitos com a comunidade, ausência de infraestrutura e recursos (Gerhardinger *et al.*, 2011; Araújo & Bernard, 2016; Glaser *et al.*, 2018).

A complexidade em quantificar os serviços ecossistêmicos (benefícios da natureza para os humanos) em termos monetários é uma questão desafiadora para economistas e ecologistas (Mehvar *et al.*, 2018). Muito se deve ao fato de haver poucos estudos com a finalidade de estimar os benefícios econômicos, principalmente em escala local (Rao *et al.*, 2015).

Com isso, o monitoramento e avaliação de AMPs zoneadas no Atlântico Sul Ocidental, além de melhorar na compreensão desse ecossistema, subsidia um melhor manejo, beneficiando economicamente as comunidades que utilizam diretamente essa área (Giglio *et al.*, 2015; Morais *et al.*, 2017). No entanto, há dificuldades na realização desses monitoramentos e avaliações, pois há poucas AMP's com zoneamento de usos implementado, de fácil acesso e ictiofauna, minimamente, conhecida.

A Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (APACC), uma das raras AMPs brasileiras em que há a implementação do zoneamento, com fácil acesso e ictiofauna bem conhecida. Essa região possui, além de zoneamento reconhecido pela comunidade, facilidades de acesso, devido a uma atividade turística consolidada (Benevides *et al.*, 2018), além de ictiofauna recifal conhecida, com 325 espécies registradas (Pereira *et al.*, 2022), sendo, também, considerada área prioritária para a conservação dos recifes de coral no Brasil (ICMBio, 2017).

Nesse estudo testamos as seguintes hipóteses na APACC:

- (I) A assembleia de peixes na Zona de Preservação da Vida Marinha (ZPVM), possui maior riqueza, diversidade, equitabilidade, densidade, biomassa quando comparada às zonas de visitação (ZV) e de uso sustentável (ZUS).
- (II) Quanto maior o período de reabertura das atividades turísticas menor a riqueza, diversidade, equitabilidade, densidade, biomassa das zonas de uso
- (III) O Back Reef Lagoon, na mesma zona de uso, apresenta maiores índices de densidade e biomassa de peixes.
- (IV) A ZPVM possui maior estimativa de valoração dos peixes recifais alvo de pescarias, quando comparado com outras zonas.

Metodologia

Área de estudo

A Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (APACC) (Fig. 1), é a maior área marinha protegida (AMP) costeira do Brasil (Steiner *et al.*, 2015), abrangendo mais de 400 mil ha de área e 120 km de praias e manguezais, situados nos estados de Alagoas e Pernambuco (Oliveira *et al.*, 2014).

É classificada como área de proteção ambiental (APA), conciliando os objetivos de conservação e os usos direto (pesca) e indireto (turismo e pesquisa) de maneira sustentável (Steiner *et al.*, 2015). De acordo com o seu plano de manejo publicado em 2013, a APACC está zoneada de acordo com seus usos, a saber: Zona de uso sustentável (ZUS), Zona de praia (ZP), Zona de conservação (ZC), Zona exclusiva de pesca (ZEP), Zona de visitação (ZV), Zona de preservação da vida marinha (ZPVM) e Zona de transição (ZT).

Adicionalmente, adaptando a classificação de áreas geomorfológicas de recifes de coral utilizada por Blanchon (2011), cada recife foi subdividido em áreas de acordo com sua característica geomorfológica: *Reef flat* – RF e *Back reef Lagoon* – BRL.

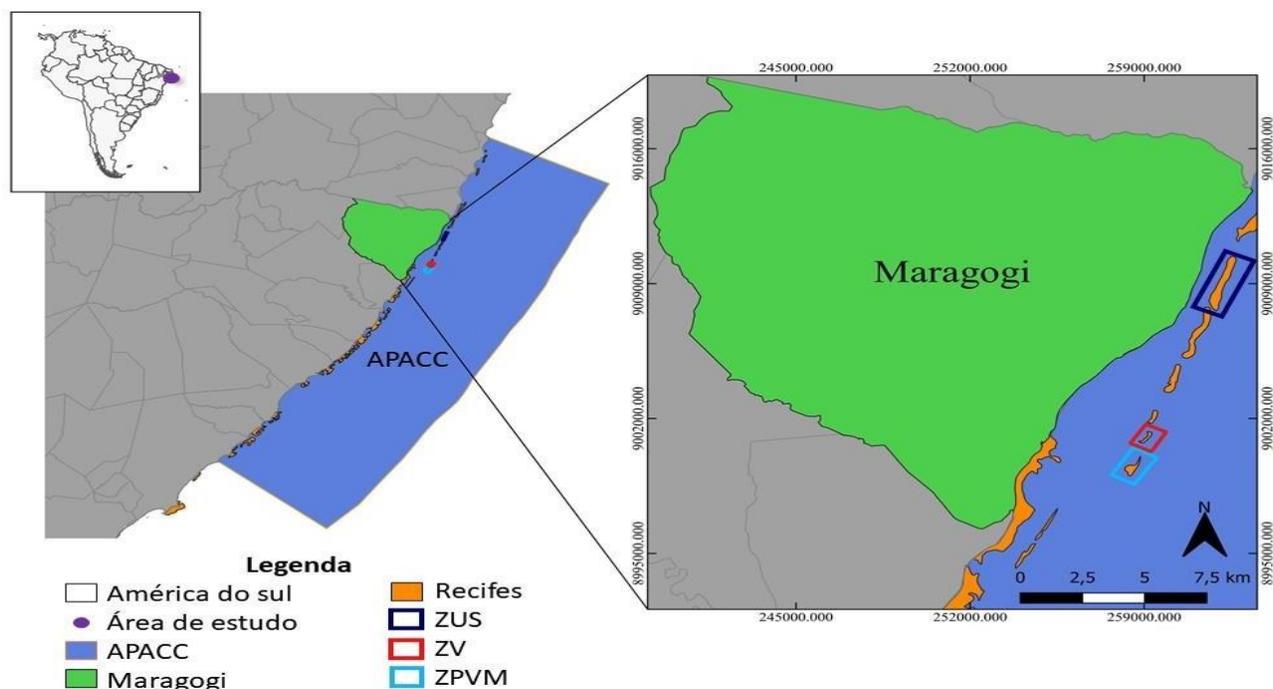


Figura 1: Área de estudo. Município do Maragogi, litoral alagoano, e suas respectivas zonas de uso: Zona de Visitação, Zona de Uso Sustentável e Zona de Preservação na Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (APACC) (Confecção do Mapa: Máyra B. B. Amorim).

Os números mensais de turistas foram obtidos através da Secretaria de Meio ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) do município de Maragogi (Dados não publicados).

Coleta de dados

Foram realizados dois momentos de coleta: Um em setembro de 2020 (curto prazo, 2 meses após a reabertura ao turismo) e outro em fevereiro de 2021 (médio prazo, 6 meses após a reabertura ao turismo), após suspensão durante um período de 4 meses devido à pandemia de Sar-Cov-2 (Covid-19).

Em cada momento foram coletados dados em 3 recifes inseridos na APACC do município de Maragogi (Fig. 1): 1 ZV, onde apenas o turismo é permitido, 1 ZPVM, onde somente é permitido pesquisa científica autorizada e 1 ZUS, no qual é liberado o uso múltiplo, como o turismo e a pesca, desde que de acordo com as normas gerais da unidade (ICMBio, 2012). Nesses recifes, duas áreas geomorfológicas distintas (*RF* e *BRL*) foram amostradas.

Os recifes foram delimitados em 3 sítios e em cada um foram realizados 10 CVS de 20m x 2 m (totalizando 40 m²), sendo 5 no RF e 5 no BF, totalizando 180 CVS. Os indivíduos foram distribuídos nas seguintes classes de tamanho: <5 cm, < 10 cm, < 15 cm, < 20 cm, <25 cm, < 30 cm e > 30 cm (Leão *et al.*, 2015). Todos os peixes observados nos censos visuais subaquáticos (CVS) foram identificados, quantificados e seus comprimentos totais registrados. Para a identificação das espécies foram utilizados: Robertson & Van Tassell (2015); Sampaio & Nottigham (2008); Garcia Jr. *et al.*, (2015). Os indivíduos foram classificados nos grupos tróficos sugeridos por Floeter *et al.* (2006): Herbívoros territorialistas (HT), Herbívoros vagantes (HV), Planctívoros (PLA), Predadores de Invertebrados Móveis (PIM), Predadores de Invertebrados Sésseis (PIS), Onívoros (ONI), Carnívoros (CAR) e Piscívoros (PISC).

A biomassa foi estimada através da relação peso-comprimento. Para sua obtenção, foi utilizada a equação $\text{Peso} = a \cdot \text{Tamanho}^b$, onde as duas constantes de crescimento alométrico, *a* e *b*, foram obtidas em Froese & Pauly (2021). Caso não houvesse esses dados, eram utilizadas as constantes de espécies congêneres. Com o valor do peso estimado em gramas, foi então multiplicado pelo número de indivíduos com a média de todos os comprimentos registrados.

A fim de estimar a valoração econômica das assembleias dos peixes das zonas de uso, foram obtidos os preços das espécies em peixarias da região, calculando o valor em dólares (US\$1,00 = R\$4,72 – Cotação do dia 06/04/2022) pela biomassa registrada.

Análise de dados

A fim de investigar diferenças nas assembleias de peixes nos dois momentos, curto e médio prazo pós retorno de atividades suspensas por 4 meses devido a pandemia, entre recifes com diferentes usos e entre diferentes áreas geomorfológicas dos recifes, foram utilizadas análises uni e multivariadas.

Foram calculados os índices de diversidade de Shannon, de Equitatividade de Pielou, riqueza e a densidade das espécies em cada CVS através da rotina DIVERSE do pacote estatístico PRIMER v6+PERMANOVA. Diferenças significativas entre as

assembleias, para estes índices, foram testadas através de análises de variância multivariada por permutação (PERMANOVA), utilizada de maneira univariada e tendo como fatores preditivos áreas geomorfológicas, zonas de uso e momentos de coleta.

As análises (PERMANOVA) para cada índice foram aplicadas à matriz de similaridade, construída a partir de distâncias euclidianas e índice de similaridade de Bray-Curtis, para a densidade.

Para avaliar a estrutura multivariada das assembleias foram aplicadas análises de escalonamento multidimensional não métrico (nMDS) e análises de variância multivariada por permutação (PERMANOVAs) aos dados de densidade e biomassa das espécies e dos grupos tróficos, tendo como fatores preditivos áreas geomorfológicas, zonas de uso e momentos de coleta. Estas análises foram aplicadas aos dados sem transformação e a partir de matrizes de similaridade de Bray-Curtis, sendo utilizado o pacote estatístico PRIMER v6+PERMANOVA. Em todas as análises foram utilizados 999 permutações e nível de significância de 5%.

Resultados

Foram registrados 5.946 indivíduos de 52 espécies, 33 gêneros e 21 famílias nas 3 zonas estudadas na APACC (Material Suplementar 1). A zona de uso com maiores valores na riqueza, tanto a curto, quanto a médio prazo, foi a ZV (Tab. 1). Esta, também, apresentou a maior densidade total de indivíduos nas duas áreas geomorfológicas (RF e BRL), seguido pela ZPVM no BRL a curto prazo após a reabertura. (Tab. 1).

Além disso, a ZV também apresentou maior biomassa no BRL no curto prazo e no RF a médio prazo. Vale ressaltar que o BRL da ZPVM apresentou número elevados tanto no curto quanto a médio prazo. O RF da ZV apresentou os maiores valores de equitabilidade e diversidade, enquanto os menores foram observados no BRL da ZPVM (Tab. 1). Apenas riqueza e diversidade da ZPVM no médio prazo foram significativamente diferentes.

Tabela 1: Riqueza, Densidade (40m²), Biomassa (40m²), Equitabilidade de Pielou e Diversidade de Shannon nas distintas zonas de uso (ZV= Zona de Visitação, ZUS= Zona de uso sustentável e ZPVM= Zona de Preservação da Vida Marinha), áreas geomorfológicas (Back reef lagoon-BRL e Reef flat-RF) e Prazo de coleta após a reabertura das atividades na área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (Curto e Médio prazo)

Zona de Uso	�rea geomorfológica	Momento de coleta	Riqueza	Densidade (indivíduo/40m ²)	Biomassa (g/40m ²)	Equitabilidade J'	Diversidade H'
ZV	RF	Curto prazo	12	32,27	698,84	0,91	1,89
ZV	BRL		10	62,13	1092,95	0,87	1,69
ZUS	RF		8	27,67	549,31	0,85	1,29
ZUS	BRL		11	31,60	285,28	0,78	1,26
ZPVM	RF		9	26,33	942,76	0,77	1,31
ZPVM	BRL		10	35,40	1261,42	0,78	1,42
ZV	RF	Médio prazo	11	35,87	2275,37	0,83	1,57
ZV	BRL		10	32,07	445,47	0,86	1,69
ZUS	RF		11	28,87	740,33	0,79	1,25
ZUS	BRL		10	37,07	452,02	0,74	1,14
ZPVM	RF		11	24,27	328,27	0,78	1,51
ZPVM	BRL		7	22,87	2199,00	0,68	1,03

As espécies com as maiores densidades em todas as zonas de uso, áreas geomorfológicas e momentos de coleta foram: *Stegastes fuscus* e *Abudefduf saxatilis* (Fig. 2).

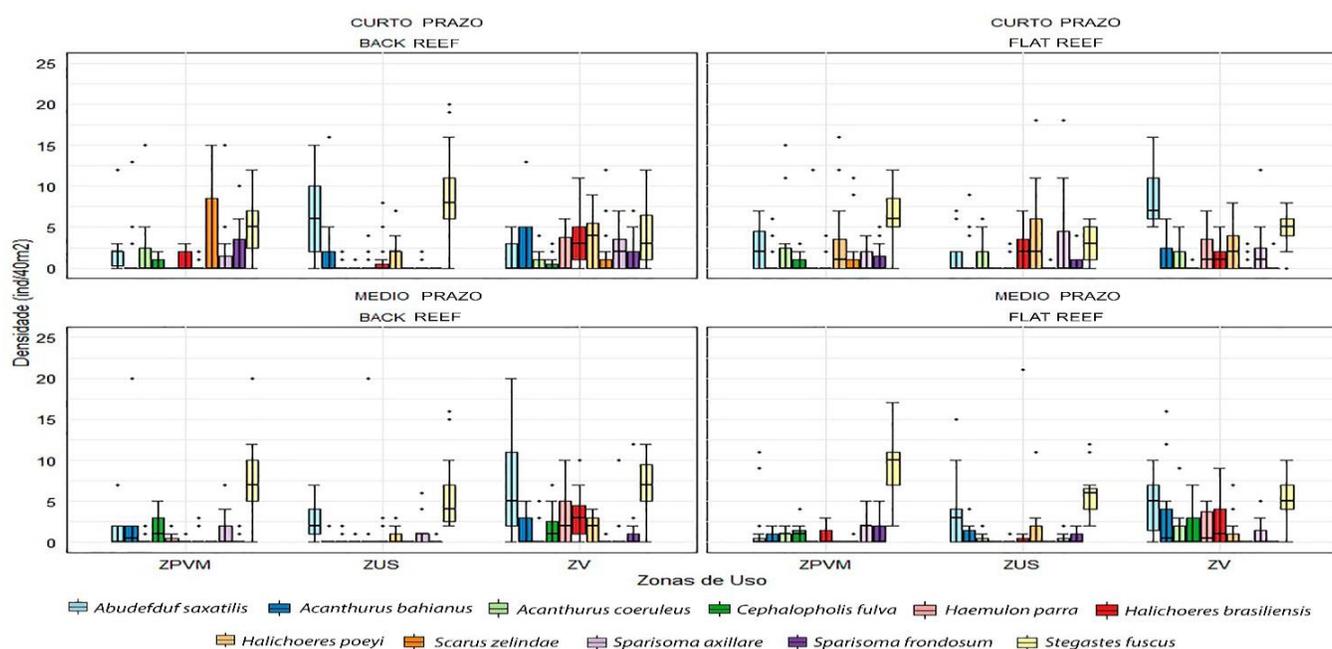


Figura 2: Densidade (ind/40m²) das espécies mais representativas nas áreas geomorfológicas (Back reef lagoon e Reef flat) das zonas de uso (ZV=Zona de Visitação, ZUS=Zona de Uso Sustentável e ZPVM=Zona de Preservação da Vida Marinha), no curto e médio Prazo após a reabertura das atividades da área de Proteção Ambiental Costa dos Corais. (Os boxplots indicam medianas (linha preta), quartis superior e inferior e média (círculo vermelho). Círculo pretos= Outliers).

Destacamos que foram registradas espécies que se encontram ameaçadas de extinção, segundo a portaria MMA 445 (MMA, 2014), como *Micropasthodon chrysurus* (Cuvier, 1830), *Elacatinus fígaro* Sazima, Moura & Rosa, 1996, *Scarus trispinosus* (Valeciennes, 1840), *Sparisoma axillare* (Steindachner, 1878), *Sparisoma frondosum* (Agassiz, 1831) e *Scarus zelindae* Moura, Figueiredo & Sazima, 2001. Os grupos tróficos mais representativos foram os HT e os HV com as maiores densidades (Fig. 3) e biomassas (Fig. 4) na ZPVM, enquanto os PIM têm maior contribuição na ZV e ZUS (Fig. 3 e 4).

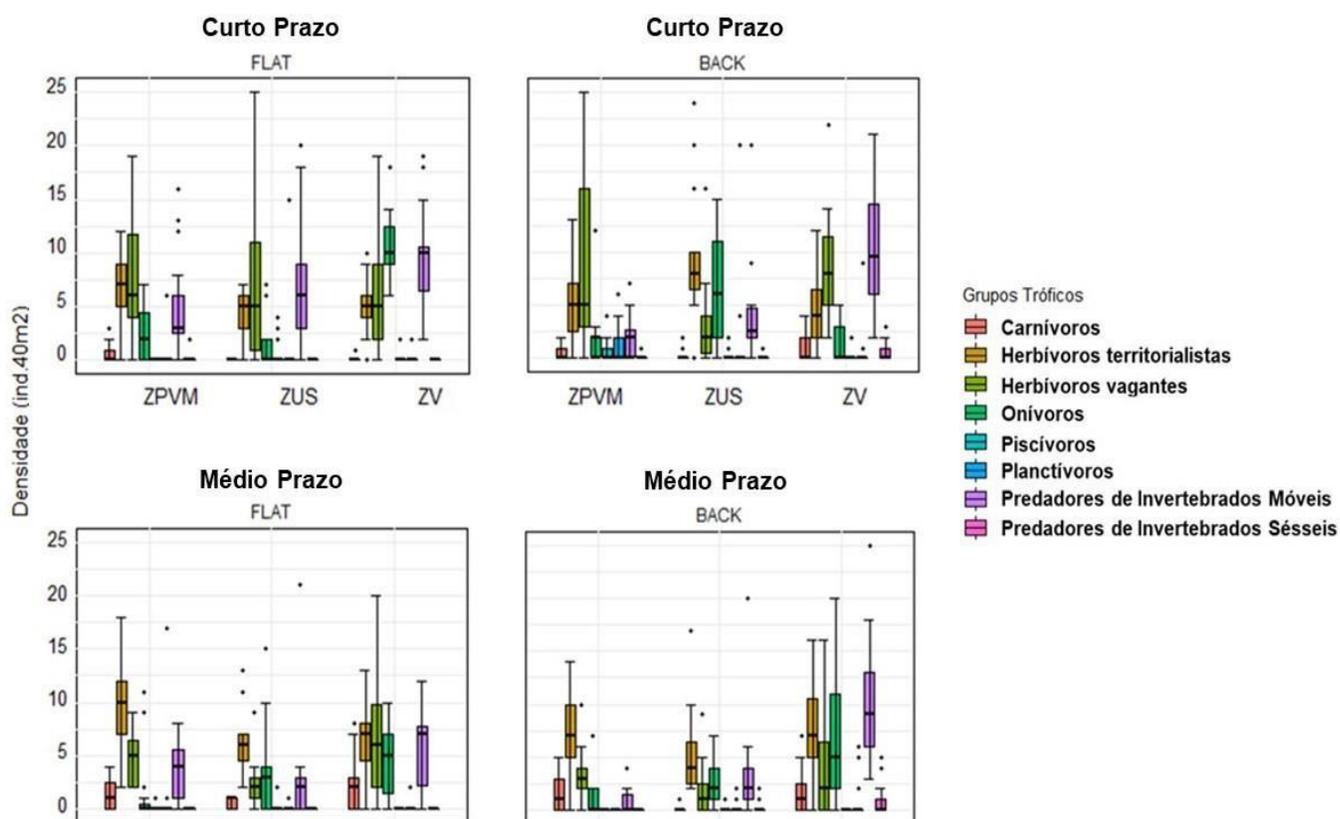


Figura 3: Densidade (indivíduos/40m²) dos grupos tróficos nas áreas geomorfológicas (Back reef lagoon e Reef flat) das zonas de uso (ZV= Zona de Visitação, ZUS= Zona de Uso Sustentável e ZPVM= Zona de Preserva o da Vida Marinha), nas coletas a curto e médio prazo após a reabertura da área de Prote o Ambiental Costa dos Corais. (Os boxplots indicam medianas (linha preta), quartis superior e inferior e média (círculo vermelho). Círculo pretos= Outliers)

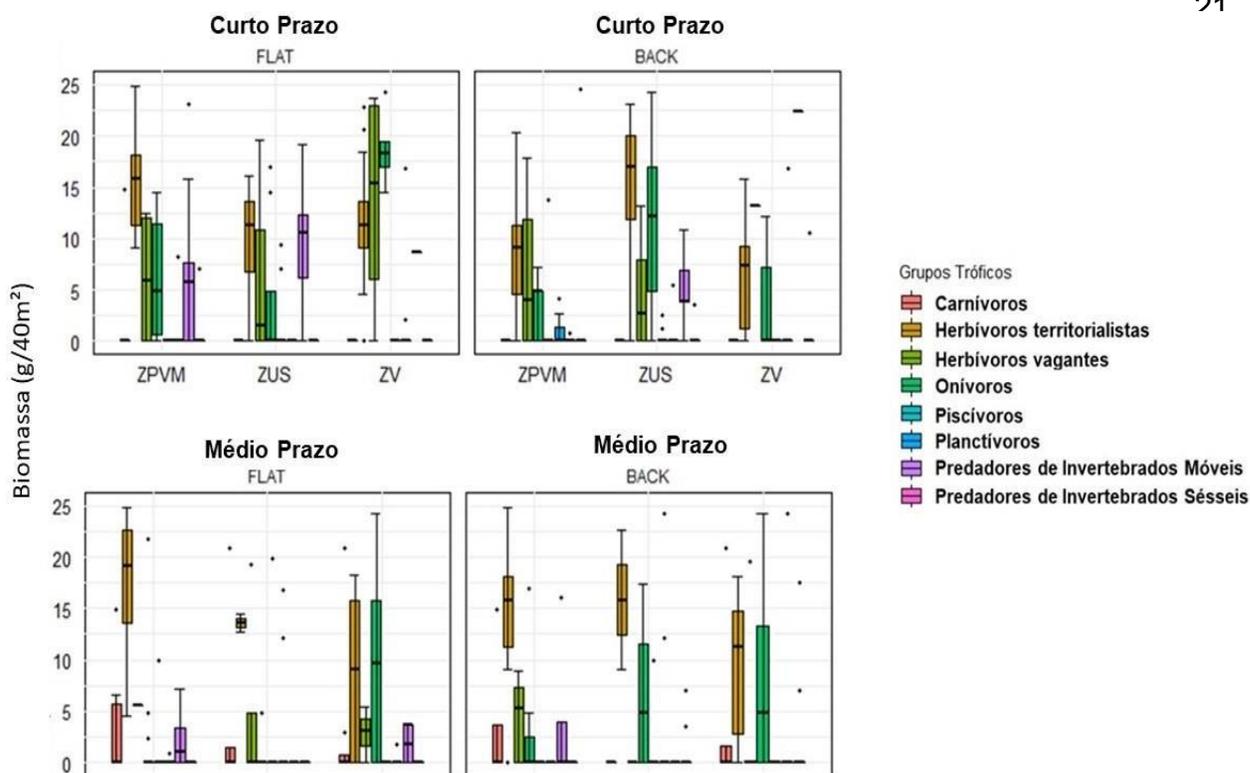


Figura 4: Biomassa ($\text{g}/40\text{m}^2$) dos grupos tróficos nas áreas geomorfológicas (Back reef lagoon e Reef flat) das zonas de uso (ZV= Zona de Visitação, ZUS= Zona de Uso Sustentável e ZPVM= Zona de Preservação da Vida Marinha), nas coletas a curto e médio prazo após a reabertura da APACC. (Os boxplots indicam medianas (linha preta), quartis superior e inferior e média (círculo vermelho). Círculo pretos= Outliers).

Foram encontradas diferenças significativas na densidade e biomassa das espécies para o momento de coleta, áreas geomorfológicas e interação entre momentos de coleta X áreas geomorfológicas. Foram encontradas, também, diferenças significativas para a biomassa entre zonas de uso (Tabela 2).

Tabela 2: Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) aplicada aos índices de densidade e biomassa. *df*= Grau de liberdade; *SS*=Soma dos quadrados; *MS*= Média dos quadrados ($p < 0,05$). *= Resultados significativos

		df	SS	MS	Pseudo-F	P(<i>perm</i>)
Densidade	Momento de coleta	1	13587	13587	2,3746	0,047*
	Zonas de Uso	2	34102	17051	2,2766	0,096
	Área geomorfológica (Zona de Uso)	3	21541	7180,4	3,1729	0,001*
	Momento de coleta x Zonas de Uso	2	14731	7365,3	1,3263	0,285
	Momento de coleta x Área (Zona de Uso)	2	10252	5125,8	2,265	0,001*
Biomassa	Momento de coleta	1	13201	13201	1,9188	0,035*
	Zonas de Uso	2	31675	15838	2,0235	0,051*
	Área geomorfológica (Zona de Uso)	3	22611	7537,1	2,1368	0,001*
	Momento de coleta x Zonas de Uso	2	19566	9782,9	1,4542	0,132
	Momento de coleta x Área (Zona de Uso)	2	12499	6249,5	1,7718	0,002*

Comparando áreas geomorfológicas de uma mesma zona através do teste de comparação de médias *a posteriori* da PERMANOVA, Pair-wise verificou-se que essas diferenças estão apenas entre áreas geomorfológicas da ZUS e da ZV no curto prazo tanto para a densidade quanto para a biomassa das assembleias. (Tabela 3).

Tabela 3: Resultados significativos ($p < 0,05$) do teste de comparação de médias *a posteriori* (Pair-Wise teste da PERMANOVA) para densidade e biomassa das espécies de peixe recifais, comparando áreas geomorfológicas.

			Fatores	t	p (<i>perm</i>)
Densidade	Curto prazo	ZV	BRL x RF	1,9884	0,001
		ZUS	BRL x RF	2,4836	0,001
Biomassa	Curto prazo	ZV	BRL x RF	1,5879	0,003
		ZUS	BRL x RF	1,6483	0,001

Ao comparar áreas geomorfológicas de uma mesma zona entre momentos distintos de coleta, foram encontradas diferenças significativas para a densidade na ZPVM, tanto para o BRL, quanto para o RF entre curto e médio prazo (Tabela 4). Já para as outras zonas foram encontradas diferenças significativas entre momentos de coleta apenas para o RF na ZUS e BRL na ZV. Para a biomassa só foram observadas diferenças significativas entre curto e médio prazo para o RF da ZUS e o BRL da ZV (Tabela 4).

Tabela 4: Resultados significativos ($p < 0,05$) do teste de comparação de médias a posteriori (Pair-Wise Test da PERMANOVA) para densidade e biomassa das espécies de peixe recifais, comparando momentos de coleta.

			Fatores	t	p (perm)
Densidade	RF	ZUS	Curto prazo x Médio prazo	1,7433	0,002
	RF	ZPVM	Curto prazo x Médio prazo	1,9192	0,001
	BR	ZPVM	Curto prazo x Médio prazo	1,862	0,001
	BR	ZV	Curto prazo x Médio prazo	2,0883	0,001
Biomassa	RF	ZUS	Curto prazo x Médio prazo	2,0464	0,001
	BR	ZV	Curto prazo x Médio prazo	1,6701	0,001

As densidades dos grupos tróficos apresentaram diferenças significativas para as áreas geomorfológicas e para a interação dos fatores momento de coleta e áreas geomorfológicas. Para a biomassa foram encontradas diferenças significativas entre zonas de uso, áreas geomorfológicas e para a interação dos fatores momento de coleta e áreas geomorfológicas (Tabela 5). O teste de comparação de médias *a posteriori* (Tabela 6), indicou diferenças significativas apenas no curto prazo para densidade e biomassa entre BRL e RF na ZV e para a densidade entre BRL e RF na ZUS.

Tabela 5: Análise de Variância Multivariada Permutacional (PERMANOVA) aplicada aos índices de densidade e biomassa dos grupos tróficos. df = Grau de liberdade; SS =Soma dos quadrados; MS = Média dos quadrados ($p < 0,05$)*= Resultados significativos

		df	SS	MS	Pseudo-F	P (perm)
Densidade	Momento de coleta	1	10089	10089	2,4512	0,23
	Zonas de Uso	2	29163	14582	3,2387	0,079
	Área geomorfológica (Zona de Uso)	3	12931	4310,4	2,8214	0,001*
	Momento de coleta x Zonas de Uso	2	8088,7	4044,4	1,0232	0,469
	Momento de coleta x Área (Zona de Uso)	2	7358,7	3679,4	2,4084	0,008*
Biomassa	Momento de coleta	1	11154	11154	2,0875	0,102
	Zonas de Uso	2	32330	16165	2,7814	0,022*
	Área geomorfológica (Zona de Uso)	3	16739	5579,6	2,1415	0,002*
	Momento de coleta x Zonas de Uso	2	13772	6885,9	1,3268	0,285
	Momento de coleta x Área (Zona de Uso)	2	9663,1	4831,5	1,8544	0,02*

Tabela 6: Resultados significativos ($p < 0,05$) do teste de comparação de médias a posteriori (Pair-Wise teste da PEMANOVA) para biomassa e densidade dos grupos tróficos.

		Fatores	t	p (perm)	
Densidade	Curto prazo	ZUS	BRL x RF	1,9916	0,003
	Curto prazo	ZV	BRL x RF	2,6599	0,001
Biomassa	Curto prazo	ZV	BRL x RF	1,6487	0,003

A ZV e ZUS recebem turistas diariamente, tendo apenas a influência das marés como fator limitante à visitação. O número de turistas foi superior na ZV, atingindo valores cerca de 3x maiores do que na ZUS em janeiro e fevereiro de 2021 (Fig. 5).

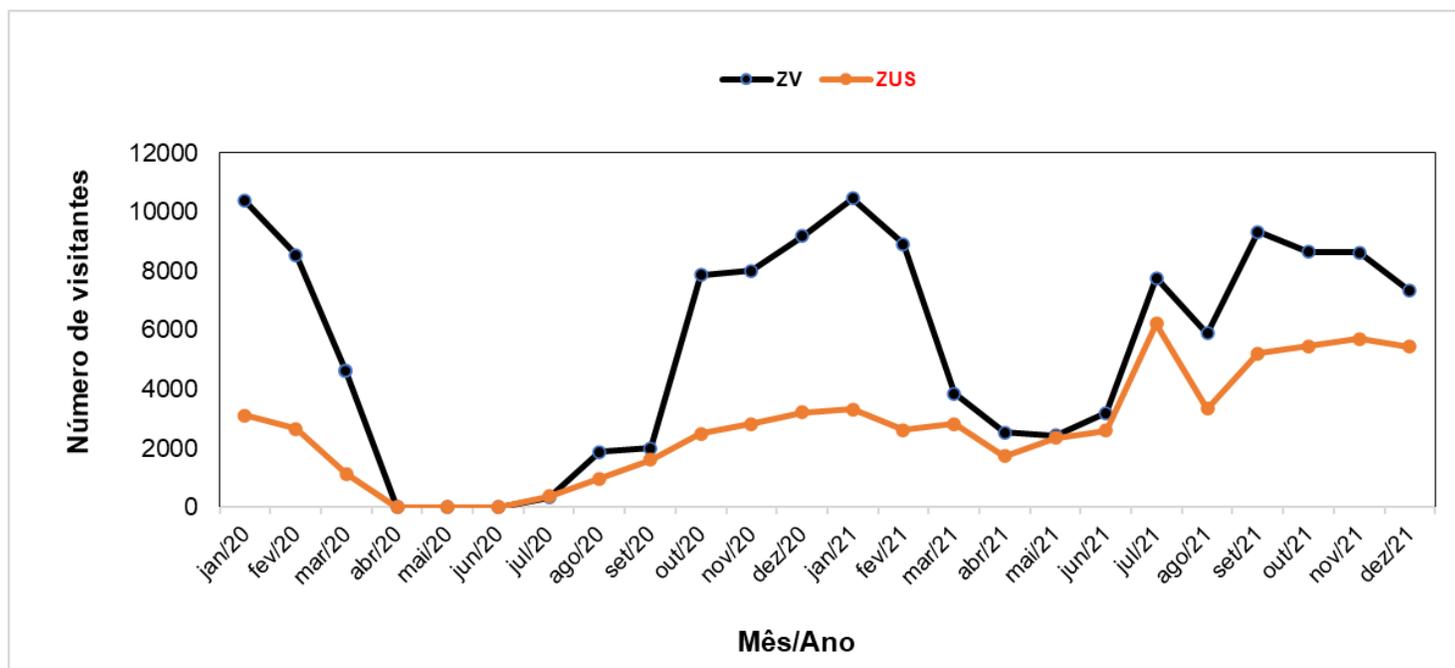


Figura 5: Número mensal de visitantes nas zonas de visitação e de uso sustentável da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais no município de Maragogi-AL, entre janeiro de 2020 a dezembro de 2021, obtidos através da Secretaria Municipal de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH).

Para a valoração da biomassa de peixes alvo de pescarias, foi estimado um maior valor econômico no momento de médio prazo após a reabertura da APACC. A ZV possui maiores valores projetados em dólares, quando comparado à ZPVM nos dois momentos de coleta (Tabela 7).

Tabela 7: Valor estimado (em dólares) encontrado nas zonas de uso (ZV= Zona de Visitação, ZPVM= Zona de preservação da vida marinha) nos diferentes momentos de coleta (curto e médio prazo após a reabertura da APACC), após cálculo entre biomassa dos peixes de interesse pesqueiro e valor pesquisado em peixarias locais.

Zona de Uso	Prazo	Valor (US\$/0,12 ha)	Área da zona de uso (ha)	Valor projetado	Valor US\$/ha
ZV	Curto	\$ 66,68	123,6 ha	\$ 68.680,40	\$ 555,67
ZPVM		\$ 42,54	71,9 ha	\$ 25.485,71	\$ 354,46
ZV	Médio	\$ 95,42	123,6 ha	\$ 100.668,10	\$ 814,47
ZPVM		\$ 57,81	71,9 ha	\$ 34.633,97	\$ 481,70

Discussão

Este trabalho investigou a influência do zoneamento de recifes de coral inseridos em uma AMP, sobre a estrutura das assembleias de peixes recifais em diferentes áreas geomorfológicas destes recifes em dois momentos: 2 e 6 meses após o retorno de atividades de turismo, que estiveram suspensas por 4 meses devido a Pandemia do Covid-19.

Comparando as assembleias entre zonas, percebe-se que a ZV apresentou os maiores valores de riqueza, densidade, biomassa, diversidade e equitabilidade, rejeitando a primeira hipótese proposta. Dentre os peixes destacam-se *Stegastes fuscus* e *Abudefduf saxatilis*. A primeira é uma das espécies mais abundantes da ictiofauna recifal brasileira (Pinheiro *et al.*, 2018), desempenhando importante papel para os processos trofodinâmicos (Ferreira *et al.* 2004). Seu comportamento territorialista contribui para a biodiversidade e a manutenção de refúgios à criptofauna (Benevides *et al.*, 2019). Já *A. saxatilis* está associada à atividade turística nos recifes brasileiros (Albuquerque *et al.* 2014). São peixes onívoros e sua elevada densidade é considerada um indicador de atividade turística (Albuquerque *et al.* 2014), sobretudo onde há prática de alimentação artificial (Paula *et al.*, 2018). Essa prática pode causar alterações comportamentais e desequilíbrio na biomassa das assembleias de peixes recifais (Feitosa *et al.*, 2012), aumentando a agressividade desses indivíduos (Paula *et al.*, 2018), e afastando outras espécies que desempenham serviços ecológicos fundamentais, como o controle de algas, prejudicando assim a complexidade bentônica

(Bonaldo *et al.*, 2011). As discussões sobre os prejuízos da alimentação artificial devem estar inseridas em programas de educação ambiental e de capacitação dos guias turísticos, especialmente em AMPs.

Apesar da ausência de diferenças significativas entre zonas, destaca-se a densidade de *Scarus zelindae* na ZV, além de outras espécies ameaçadas de extinção em outras zonas de uso, como *Sparisoma axillare* e *S. frondosum*, que reforçam a importância do zoneamento. O zoneamento é positivo tanto para peixes ameaçados de extinção, quanto para aqueles de importância econômica e ecológica (Zilbeberg *et al.*, 2016). Esses resultados são similares ao registrado por Benevides *et al* (2018), que indicaram que o nível de proteção das zonas de uso da APACC tem um efeito positivo em espécies alvo da pesca.

A intensidade das atividades humanas parece ter influenciado as assembleias de peixes, uma vez que densidades significativamente maiores foram registradas na ZV, em ambas as áreas geomorfológicas no curto prazo, corroborando com a segunda hipótese.

Os resultados da densidade e biomassa dos grupos tróficos, corroboram aqueles encontrados por Morais *et al.* (2017), que também trabalharam na mesma ZV do presente estudo e registraram ordem de importância similar, onde herbívoros, predadores e onívoros predominam. Morais *et al.* (2017), sugerem que para a recuperação ambiental, além do tempo, é necessária fiscalização no cumprimento do zoneamento.

As áreas geomorfológicas apresentaram diferenças apenas na ZUS e ZV no curto prazo, logo, a terceira hipótese não foi totalmente confirmada. As diferenças significativas nas assembleias de peixes e seus grupos tróficos nas áreas geomorfológicas da ZV e ZUS podem estar associadas ao tipo de uso em cada zona. O RF possui baixa complexidade estrutural e reduzida profundidade, o que pode ser um dos motivos de ser uma tradicional área de visitação. Já o BRL, por possuir fundo arenoso adjacente é utilizado como ponto de ancoragem das embarcações turísticas.

A ação da ancoragem no fundo arenosos pode atrair espécies pelo sombreamento das embarcações ou restos de alimentos eventualmente lançados ao mar. Essas distinções entre usos, disponibilidade de proteção (sombra) e alimento

podem estar associadas as diferenças observadas. Esse fato reflete, também, na estrutura trófica, uma vez que os PIM, ONI e CAR possuem maiores densidades e biomassa na ZV e ZUS.

A ZV e ZUS recebem milhares de turistas mensalmente (Fig. 5) e, apesar dos benefícios econômicos, essas ações antrópicas, quando não planejadas, podem causar impactos aos recifes e peixes (Barradas *et al.*, 2012; Albuquerque *et al.*, 2014; Paula *et al.*, 2018). Um exemplo é a suspensão dos sedimentos não consolidados das piscinas de maré devido ao pisoteio dos turistas, que além de elevar a turbidez (Medeiros *et al.*, 2007), desaloja presas, beneficiando espécies oportunistas como ONI ou PIM, como *Abudefduf saxatilis* e *Halichoeres brasiliensis* (Paula *et al.*, 2018).

A ZPVM, que por sua vez não possui interferência antrópica, apresentou densidade e biomassa mais elevadas de HV. A redução da pressão pesqueira pode ser o fator determinante para os elevados números nesse local, visto que boa parte desses indivíduos herbívoros são alvos da atividade pesqueira.

A diferença no número de turistas entre os momentos de curto e o médio prazo após a reabertura da APACC é um fator a ser observado, devido aos impactos associados as assembleias de peixes. Para minimizar tais impactos, Albuquerque *et al.*, (2014) sugerem algumas medidas, já adotadas no plano de manejo, mas não efetivamente implementadas, como proibir alimentação artificial e limitar o número diário de visitantes além de um programa de educação ambiental, associado a monitoramento e fiscalização sistemáticos nesses ambientes.

Recentemente, Rao *et al.* (2015) estimaram valores de US\$ 2,530/ha para os serviços ecossistêmicos costeiros da região do Caribe. Nossas avaliações, no médio prazo da ZV, são consideráveis (US\$ 814,47/ha), visto que foi utilizada apenas a biomassa dos peixes recifais de interesse pesqueiro, com valores locais, evidenciando a importância do zoneamento para a economia local. No entanto, rejeita nossa quarta hipótese, que sugeria maiores valores na ZPVM.

O fato da ZV possuir maior biomassa de peixes comerciais, a médio prazo após a reabertura, pode estar relacionado a ausência das atividades turísticas, que geram trabalho e renda para pescadores locais. É possível que no período sem visitação e fiscalização, pescadores tenham garantido a segurança alimentar de suas famílias,

capturando peixes na ZVPM.

A valoração das zonas mostra importantes resultados para a atividade pesqueira local, pois, apesar da pesca ser proibida na ZV e ZPVM, os peixes ali presentes podem contribuir com outras, como a ZUS onde é permitida a atividade pesqueira e o turismo. Isso é devido ao efeito de transbordamento (*spillover*), onde há uma exportação de ovos, larvas ou adultos para áreas adjacentes as AMP's (Francini-Filho & Moura, 2008; Di Lorenzo et al, 2016).

Concluimos que os resultados indicam que as zonas submetidas a usos humanos, ZV e ZUS, apresentaram diferenças na densidade e biomassa de peixes entre o BRL e RF, com maiores valores no curto prazo após a abertura ao turismo.

Esses resultados apontam a relevância e a necessidade da implementação do zoneamento em AMP's, onde a densidade e biomassa de peixes comerciais traduzem a eficácia na gestão. Sugerimos que, para obtenção de melhores resultados, haja uma maior participação, capacitação e sensibilização das comunidades que compõem a APACC, com especial atenção aos pescadores e guias de turismo.

Conclusão

O presente trabalho descreve sobre a influência do zoneamento e manejo em recifes coralinos de uma Área Marinha Protegida, além de abordar a estrutura das assembleias de peixes recifais em diferentes áreas geomorfológicas destes recifes em diferentes momentos (2 e 6 meses) após a reabertura das atividades turísticas na maior unidade de conservação marinha do Brasil, que estiveram suspensas durante quatro meses devido a pandemia de Sar-Cov-2.

Os resultados dessa pesquisa sugerem que existem diferenças na estrutura das assembleias ícticas recifais dos zoneamentos de uso antrópico, quando avaliado índices como densidade e biomassa de espécies e de grupos tróficos. As áreas geomorfológicas apresentaram diferenças apenas nos zoneamentos com interferência humana.

A zona restrita apenas à visitação, aqui chamada de zona de visitação, apresentou uma maior projeção de valores das espécies visadas pela economia pesqueira.

Tais resultados apontam para a importância do zoneamento em áreas marinhas protegidas, mostrando que são zonas de abrigo, alimentação e berçário de espécies importantes tanto ecológica quanto econômica. Logo, a continuidade do monitoramento, a fiscalização dessas áreas, assim com a sensibilização da comunidade local é fundamental para que haja bons resultados.

Agradecimentos

Agradecemos ao Programa de Pós-Graduação em Diversidade Biológica e Conservação dos Trópicos (DIBICT). Também agradecemos aos funcionários da Secretaria de Meio Ambiente e Recursos Hídricos (SEMARH) de Maragogi, por disponibilizar prontamente os dados referente ao número de turistas nas zonas de uso.

Este trabalho é parte do Programa Ecológico de Longa Duração (PELD) Área de Proteção Costa dos Corais, apoiado pelo Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq) – (#441657/2016-8), Fundação de Amparo à Pesquisa do Estado de Alagoas (FAPEAL) (#60030.1564/2016) e Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior (CAPES) (#23038.000452/2017-16).

Referências

- ANDERSEN, J.H.; AL-HAMDANI, Z.; HARVEY, E.T.; KALLENBACH, E.; MURRAY, C. & STOCK, A. (2020). Relative impacts of multiple human stressors in estuaries and coastal waters in the North Sea–Baltic Sea transition zone. **Science of the Total Environment**, 704: 135316.
- ARAÚJO, J. L., & BERNARD, E. (2016). Management effectiveness of a large marine protected area in Northeastern Brazil. **Ocean & Coastal Management**, 130, 43–49. doi:10.1016/j.ocecoaman.2016.05.009.
- ARAÚJO, M. E., DE MATTOS, F. M. G., DE MELO, F. P. L., DE CARVALHO TEIXEIRA CHAVES, L., FEITOSA, C. V., LIPPI, D. L., FEITOSA, J. L. L. (2020). Diversity patterns of reef fish along the Brazilian tropical coast. **Marine Environmental Research**, 105038. doi:10.1016/j.marenvres.2020.1050
- BELLWOOD, D.R.; STREIT, R.P.; BRANDL, S.J. & TEBBETT, S.B. (2019) The meaning of the term ‘function’ in ecology: A coral reef perspective. **Functional Ecology**, 33: 948–961.
- BENEVIDES, L J.; PINTO, T K.; NUNES, J. A. C. C.; SAMPAIO, C. L. S. (2018) Fish escape behavior as a monitoring tool in the largest brazilian multiple-use marine protected area. **Ocean & Coastal Management**, v. 152, p. 154 162.
- BENEVIDES, L. J.; CARDOZO-FERREIRA, G.C.; FERREIRA, C. E. L. ; PEREIRA, P. H. C. ; PINTO, T. K. ; SAMPAIO, C. L. S. (2019) Fear-induced behavioural modifications in damselfishes can be diver-triggered. **Journal of experimental marine biology and ecology**, v. 514-515, p. 34-40.
- BLANCHON, P. (2011) Geomorphic Zonation. **Encyclopedia of Modern Coral Reefs**, p. 468– 487.
- BORIE A., REZENDE S., PADOVANI B., MAIDA M., RADFORD C., TRAVASSOS P. (2021) Soundscape of protected and unprotected tropical Atlantic coastal coral reefs. **Sci. Mar.** 85(1): 5-14. <https://doi.org/10.3989/scimar.05052.001>.
- CHAIGNEAU, T., BROWN, K., (2016) Challenging the win-win discourse on conservation and development: analyzing support for marine protected areas. **Ecol. Soc.** 21 1–10, <https://doi.org/10.5751/ES-08204-210136>.
- CHAVES, L. T. C. ; FEITOSA, J. L. (2018) Impactos diretos e indiretos das atividades humanas sobre ambientes recifais e a ictiofauna associada. In: ARAUJO ME; FEITOSA CV; MATTOS S. (Org.). **Ecologia de peixes recifais em Pernambuco**. 1ed.Recife - PE: Editora UFPE, v. , p. 83-142.

DI FRANCO, A., THIRIET, P., DI CARLO, G. *et al.* (2016). Five key attributes can increase marine protected areas performance for small-scale fisheries management. **Sci Rep** 6, 38135. <https://doi.org/10.1038/srep38135>.

DI LORENZO, M., CLAUDET, J. GUIDETTI, P. (2016). Spillover from marine protected areas to adjacent fisheries has an ecological and a fishery component, **J. Nat. Conserv.** 32 62–66.

FISHER, R., O'LEARY, RA, LOW-CHOY, S., MENGERSEN, K., KNOWLTON, N., BRAINARD, R E, CALEY, M J, (2015). Riqueza de espécies em recifes de coral e a busca de convergência globalestimativas. **Curr. Biol.** 25, 500–505. <https://doi.org/10.1016/j.cub.2014.12.022>.

FLOETER, S. R., HALPERN, B. S., & FERREIRA, C. E. L. (2006). Effects of fishing and protection on Brazilian reef fishes. **Biological Conservation**, 128(3), 391–402. doi:10.1016/j.biocon.2005.10.005.

FRANCINI-FILHO, R. B. & DE MOURA, R. L. (2008) Dynamics of fish assemblages on coral reefs subjected to different management regimes in the Abrolhos Bank, eastern Brazil. **Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems** 18: 1166-1179.

FROESE, R.; PAULY, D. (ed.). (2020) **Fishbase**. World wide web electronic publication. Disponível em: <http://www.fishbase.org/home.htm>. Acesso em: Novembro de 2021.

GARCIA JUNIOR, J.; MENDES, L. F.; SAMPAIO, C. L. S.; NOBREGA, M. F.; LINS, J. E. (2015). Biodiversidade marinha da baía potiguar/RN: peixes da plataforma continental. Rio de Janeiro: Museu Nacional.

GERHARDINGER, L. C., GODOY, E. A. S., JONES, P. J. S., SALES, G., & FERREIRA, B. P. (2010). Marine Protected Dramas: The Flaws of the Brazilian National System of Marine Protected Areas. **Environmental Management**, 47(4), 630–643. doi:10.1007/s00267-010-9554-7.

GIRALDI-COSTA, A. C., MEDEIROS, R. P., & TIEPOLO, L. M. (2020). Step zero of marine protected areas of Brazil. **Marine Policy**, 120, 104119 doi:10.1016/j.marpol.2020.10411 9.

GLADSTONE, W., CURLEY, B. & SHOKRI, M. R. (2013). Environmental impacts of tourism in the Gulf and the Red Sea. **Marine Pollution Bulletin on Science Direct**, 72(2), p. 375-388. <https://doi.org/10.1016/j.marpol.bul.2012.09.01>.

GLASER, M., GORRIS, P., FERREIRA, B. P., & BRECKWOLDT, A. (2018). Analysing Ecosystem User Perceptions of the Governance Interactions Surrounding on Brazilian Near Shore Coral Reef. **Sustainability**, 10(5), 1464. doi:10.3390/su10051464.

GOREAU, T. F., GOREAU, N. I., AND GOREAU, T. J., (1979). Corals and coral reefs. **Scientific American**, 241, 124–136.

GORDON, T. A. C., HARDING, H. R., WONG, K. E., MERCHANT, N. D., MEEKAN, M. G., MCCORMICK, M. I., SIMPSON, S. D. (2018). Habitat degradation negatively affects auditory settlement behavior of coral reef fishes. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, 115(20), 5193–5198. doi:10.1073/pnas.1719291115.

HOFMAN, K., HUGHES, K., & WALTERS, G. (2020). Effective conservation behaviours for protecting marine environments: the views of the experts. **Journal of Sustainable Tourism**, 1–19. doi:10.1080/09669582.2020.1741597.

HUGHES, T.P., ANDERSON, K.D., CONNOLLY, S.R., HERON, S.F., KERRY, J.T., LOUGH, J.M., BAIRD, A.H., BAUM, J.K., BERUMEN, M.L., BRIDGE, T.C., (2018). Spatial and temporal patterns of mass bleaching of corals in the Anthropocene. **Science** 359, 80–83.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2012) Plano de manejo da APA Costa dos Corais. p. 74.

ICMBio. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (2017) Management Plan of MPA Costa dos Corais. Portaria N° 308 [Internet]. Brasília;. Available from: <https://www.icmbio.gov.br/apacostadoscorais/plano-de-manejo>.

LAMB, J. B., TRUE, J. D., PIROMVARAGORN, S. & WILLIS, B. L. (2014). Scuba diving damage and intensity of tourist activities increases coral disease prevalence. **Biological Conservation**. 178, p. 88-96. <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2014.06.027>

LEÃO, Z.M.A.N.; MINERVINO-NETO, A. ; FERREIRA, B. P. ; FEITOSA, C. V. ; SAMPAIO, C. L. S.; COSTA-SASSI, C.; NEVES, E. G.; FREIRE, F. A. M.; SILVA, G. O. M.; STRENZEL, G. M. R.; SOVIERZOSKI, H. H.; OLIVEIRA, J. L.; MENDES, L.; SOARES, M. O.; ARAUJO, M.; OLIVEIRA, M. D. M.; MAIDA, M.; CORREIA, M. D. ; ROSA, R. S. ; SASSI, R. ; JONHSSON, R. ; FRANCINI FILHO, RONALDO; KIKUCHI, R. K. P.; LEITE, T. S. (2015) Monitoramento dos recifes e ecossistemas corais. In: A. TURRA & M.R. DENADAI. (Org.). **Protocolos de campo para o Monitoramento de Habitats Bentônicos Costeiros**. 1ed. São Paulo: USP, v. 01, p. 149-173.

MCCLURE, E.C.; SIEVERS, K.T; ABESAMIS R.A., HOEY A.S; ALCALA A.C., RUSS G.R, (2020). Higher fish biomass inside than outside marine protected áreas despite Typhoon impacts in a complex reefscape, **Biol. Conserv.** 241 1–9, <https://doi.org/10.1016/j.biocon.2019.108354>.

MEDEIROS, P., GREMPEL, R., SOUZA, A., ILARRI, M., & SAMPAIO, C. (2007). Effects of recreational activities on the fish assemblage structure in a northeastern Brazilian reef. **Pan- American Journal of Aquatic Sciences**, 2(3), 288– 300.

MEHVAR, S., FILATOVA, T., DASTGHEIB, A., DE RUYTER VAN STEVENINCK, E., & RANASINGHE, R. (2018). Quantifying Economic Value of Coastal Ecosystem Services: A Review. **Journal of Marine Science and Engineering**, 6(1), 5. doi:10.3390/jmse6010005.

MOBERG, F.; FOLKE, C. (1999) Ecological goods and services of coral reef ecosystems. **Ecological Economics**, v. 29, p. 215 – 233.

MORAIS, R. A., FERREIRA, C. E. L., & FLOETER, S. R. (2017). Spatial patterns of fish standing biomass across Brazilian reefs. **Journal of Fish Biology**, 91(6), 1642–1667. doi:10.1111/jfb.13482.

MOTTA F. S., MOURA R. L., NEVES L. M., SOUZA G. R., GIBRAN F. Z., FRANCINI C. L. (2021) Effects of marine protected areas under different management regimes in a hot spot of biodiversity and cumulative impacts from SW Atlantic. **Reg Stud Mar Sci.**; 47:101951. <https://doi.org/10.1016/j.rsma.2021.101951>.

OLIVEIRA, A. N. S.; AMORIM, C. M. F. (Org.); Lyra-Lemos, R. P. (Org.).(2014) Unidades de Conservação do Estado de Alagoas. 1. ed. Maceió: IMA-AL, v. 1000. 52p.

Paula, Y. C. de, Schiavetti, A., Sampaio, C. L. S., & Calderon, E. (2018). The effects of fish feeding by visitors on reef fish in a Marine Protected Area open to tourism. **Biota Neotropica**, 18(3). doi:10.1590/1676-0611-bn-2017-0339

Pinheiro HT, Nunes JACC, Coni EOC, Almeida ECG, Sampaio CLS, Ferreira CEL, Meirelles PM, Hostim-Silva M, Pereira PHC, Giglio VJ, Gasparini JL, Rocha LA, Ferreira CM. (2021). An inverted management strategy for the fishery of endangered marine species. **Frontiers in Marine Science** 8:604108.

PINHEIRO, H. T., ROCHA, L. A., MACIEIRA, R. M., CARVALHO-FILHO, A., ANDERSON, A. B., BENDER, M. G., DI DARIO, F., FERREIRA, C. E. L., FIGUEIREDO-FILHO, J., FRANCINI-FILHO, R., GASPARINI, J. L., JOYEUX, J.- C., LUIZ, O. J., MINCARONE, M. M., MOURA, R. L., NUNES, J. D. A. C. C., QUIMBAYO, J. P., ROSA, R. S., SAMPAIO, C. L. S., FLOETER, S. R. (2018). South- western Atlantic reef fishes: Zoogeographical patterns and ecological drivers reveal a secondary biodiversity centre in the Atlantic Ocean. **Diversity and Distributions**, 24(7), 951– 965. <https://doi.org/10.1111/ddi.12729>.

Prates, A.P.L.; Gonçalves, M.A.; Rosa, M.R. (2012) Panorama da Conservação dos Ecossistemas Costeiros e Marinhos no Brasil, 2nd ed.; Ministério do Meio Ambiente (MMA): Brasília, Brazil; ISBN 9788577381425.

POMBO-AYORA, L., COKER, D. J., CARVALHO, S., SHORT, G., & BERUMEN, M. L. (2020). Morphological and ecological trait diversity reveal sensitivity of herbivorous fish assemblages to coral reef benthic conditions. **Marine Environmental Research**, 105102. doi:10.1016/j.marenvres.2020.105102.

POMEROY, R. S.; WATSON, L. M.; PARKS, J. E.; CID, G. A. (2005) How is your MPA doing? A methodology for evaluating the management effectiveness of marine protected areas, **Ocean Coast Manag.** 48 485 502, <https://doi.org/10.1016/j.ocecoaman.2005.05.004>.

RAO, N.S.; GHERMANDI, A.; PORTELA, R.; WANG, X. (2015). Global values of coastal ecosystem services: A spatial economic analysis of shoreline protection values. **Ecosyst. Serv.**, 11, 95–105.

REIS-FILHO, J. A. (2019). Historical perspective of artisanal encircling gillnet use at the Brazilian coast: Changes in fishing behaviour is mirrored by dwindling stocks. **Fisheries Management and Ecology**. doi:10.1111/fme.12393.

RIFE, A.N.; ERISMAN, B.; SANCHEZ, A.; OCTAVIO, A. O. (2013). When good intentions are not enough. Insights on networks of “paper park” marine protected areas. **Conserv. Lett.**, 6, 200–212.

ROBERTSON D. R., VAN TASSELL J. (2015) Shorefishes of the Greater Caribbean: online information system. Version 1.0 Smithsonian Tropical Research Institute, Balboa, Panamá. <https://biogeodb.stri.si.edu/caribbean/en/pages>

SALA, E., MAYORGA, J., BRADLEY, D., CABRAL, R. B., ATWOOD, T. B., AUBER, A., LUBCHENCO, J. (2021). Protecting the global ocean for biodiversity, food and climate. **Nature**. <https://doi.org/10.1038/s41586-021-03371-z>

SAMPAIO, C. L. S.; NOTTHINGAM M. C. (2008) Guia para identificação de peixes ornamentais brasileiros, espécies marinhas. Ibama e MMA, Brasília - DF, v.1, p 1- 205.

SCHIAVETTI, A.; MANZ, J.; SANTOS, C.Z.; MAGRO, T. C.; PAGANI, M.I. (2013) Marine Protected Areas in Brazil: an ecological approach regarding the large marine ecosystems. **Ocean & Coastal Management**, 76: 96-104.

STEINER, A. Q.; AMARAL, F. M. D. ; AMARAL, J. R. B. C. A. ; SASSI, R. ; BARRADAS, J. I. (2015) Zonação de recifes emersos da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, Nordeste do Brasil. *Iheringia*. **Série Zoologia** (Online), v. 105, p. 184-192.

WEIJERMAN, M., GOVE, J. M., WILLIAMS, I. D., WALSH, W. J., MINTON, D., & POLOVINA, J. J. (2018). Evaluating management strategies to optimise coral reef ecosystem services. **Journal of Applied Ecology**, 55(4), 1823–1833. doi:10.1111/1365-2664.13105.