

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE PERNAMBUCO
PROGRAMA DE PÓS-GRADUAÇÃO EM ECOLOGIA

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RESILIÊNCIA DOS RECIFES
BRASILEIROS: ADAPTAÇÃO E APLICAÇÃO DE
METODOLOGIA EM UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO**

ISABELA GUIMARÃES LEITÃO DA SILVA

RECIFE/PE
Fev/2019

Isabela Guimarães Leitão da Silva

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RESILIÊNCIA DOS RECIFES
BRASILEIROS: ADAPTAÇÃO E APLICAÇÃO DE
METODOLOGIA EM UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal
Rural de Pernambuco como requisito para obtenção
do título de Mestre em Ecologia

Orientadora: Prof^ª Dr^ª Paula Braga Gomes
Coorientador: Dr. Pedro Henrique Cipresso Pereira

RECIFE/PE
Fev/2019

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação (CIP)
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE
Biblioteca Central, Recife-PE, Brasil

S586a Silva, Isabela Guimarães Leitão da
Avaliação do potencial de resiliência dos recifes brasileiros:
adaptação e aplicação de metodologia em uma unidade de
conservação/ Isabela Guimarães Leitão da Silva. – 2019.
62 f. : il.

Orientador: Paula Braga Gomes.

Coorientador: Pedro Henrique Cipresso Pereira.

Dissertação (Mestrado) – Universidade Federal Rural de
Pernambuco, Programa de Pós-Graduação em Ecologia, Recife,
BR-PE, 2019.

Inclui referências e anexo(s).

1. Ecologia dos recifes de coral 2. Proteção ambiental
3. Resiliência (Ecologia) – Indicadores 4. Recursos marinhos –
conservação 5. Ecossistemas - Manejo 6. Atlântico Sul, Oceano,
Região I. Gomes, Paula Braga, orient. II. Pereira, Pedro Henrique
Cipresso, coorient. III. Título

CDD 574.5

Isabela Guimarães Leitão da Silva

**AVALIAÇÃO DO POTENCIAL DE RESILIÊNCIA DOS RECIFES
BRASILEIROS: ADAPTAÇÃO E APLICAÇÃO DE
METODOLOGIA EM UMA UNIDADE DE CONSERVAÇÃO**

Dissertação de mestrado apresentada ao Programa de
Pós-Graduação em Ecologia da Universidade Federal
Rural de Pernambuco como requisito para obtenção
do título de Mestre em Ecologia

Banca Examinadora

Dra. Paula Braga Gomes - UFRPE (Orientadora)

Dr. Pedro Henrique Cipresso Pereira - UFPE (Coorientador)

Dr. Mauro de Melo Júnior – UFRPE (Membro interno)

Dra. Liana de Figueiredo Mendes - UFRN (Membro externo)

Dr. Carlos Daniel Perez – UFRPE (Suplente interno)
Dra. Karine Matos Magalhães – UFPE (Suplente externo)

Data de aprovação: 15/02/2019

DEDICATÓRIA

Ao meu avô Izaias: meu ídolo maior e exemplo, a razão de cada passo correto que dei/darei em minha trajetória de vida.

À minha avó Elza: um anjo atento e preocupado, quem cuida de mim através de suas incansáveis orações.

Aos meus pais, Ana Cláudia e Rôdner: meus pilares e apoiadores incondicionais.

Às minhas tias-avós, Neide e Nélia: minha rainhas! Um ninho de aconchego, carinho e risadas.

Ao meu irmão e amigo, Felipe.

Minha vida pela de vocês!

*“Dou respeito às coisas desimportantes
e aos seres desimportantes.
Prezo insetos mais que aviões.
Prezo a velocidade
das tartarugas mais que a dos mísseis.
Tenho em mim um atraso de nascença.
Eu fui aparelhado
para gostar de passarinhos.”*

Manoel de Barros

AGRADECIMENTOS

À Prof^a Paula Braga. Obrigada pela orientação, pela recepção na Universidade, pelo espaço no laboratório, pela paciência, tempo e por toda bagagem impagável de conhecimento que me foi oferecida. Sou mais uma que passa pela sua orientação e leva admiração e respeito. Gratidão!

À Thaysa Gomes. Obrigada pela disponibilidade, por dividir os esforços e pelo *help* nas ferramentas que eu não dominava. Juntas fomos mais longe!

A Pedro Pereira. Obrigada pela coorientação, revisão da parte escrita e suporte com as questões da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (APACC).

Aos colegas de turma. Obrigada Nídia, Iolanda, Alan Pedro, Mari, Thaisy, Alef, Jai e Allan. As disciplinas foram muito mais proveitosas com nossa ajuda mútua. Obrigada também às amigas que estenderam-se além da sala de aula e permanecerão juntas, profissionalmente e pessoalmente.

Aos colegas do LECEM. Obrigada a todos, dos que ingressaram aos que se formaram, pelas informações trocadas em cada reunião e/ou seminário. Trocar conhecimento com vocês foi uma experiência e tanto... principalmente se houvesse comidinhas!

Aos professores que contribuíram na parte escrita. Da disciplina de Seminários I à Defesa: obrigada Mônica Botter, Bárbara Pinheiro, Carlos Perez, Janaina Calado, Mauro de Melo e Liana Mendes.

À equipe de profissionais do PPGE. Da docência à secretaria, obrigada pela disponibilidade.

Ao Conselho gestor e Equipe de monitoramento da APACC. Obrigada por contribuírem com a realização dessa pesquisa.

Ao apoio financeiro da Coordenação de Aperfeiçoamento de Pessoal de Nível Superior e Programa de Apoio à Pós-Graduação. Obrigada à CAPES pelo fomento de bolsas e ao PROAP pelo incentivo financeiro.

SUMÁRIO

RESUMO	9
ABSTRACT	10
INTRODUÇÃO GERAL	11
Referências	13
CAPÍTULO 1	15
Transformando resiliência em ferramenta prática de gestão para conservação de recifes costeiros no Brasil	
Introdução	15
Metodologia	18
<i>Seleção dos indicadores de resiliência a serem usados</i>	18
<i>Escolha da área teste</i>	19
<i>Adequação da metodologia utilizada para avaliar os indicadores de resiliência</i>	20
<i>Comparação entre os grupos</i>	22
<i>Aspectos legais</i>	23
Resultados	23
<i>Indicadores selecionados, classificação e elaboração dos questionários</i>	23
<i>Pontuação e classificação da resiliência</i>	28
<i>Comparação entre os grupos</i>	31
Discussão	32
Conclusão	35
Informação suplementar	36
Referências	38
CAPÍTULO 2	42
Acessando a resiliência na Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (Nordeste do Brasil) para embasar decisões de manejo	

Introdução	42
Metodologia	44
<i>Área de estudo</i>	44
<i>Abordagem metodológica</i>	46
<i>Avaliação da resiliência</i>	47
<i>Indicadores manejáveis</i>	49
<i>Aspectos legais</i>	49
Resultados	50
<i>Indicadores manejáveis</i>	54
Discussão	54
Conclusão: sugestões para o manejo	59
Referências	59
CONCLUSÃO GERAL	62

RESUMO

Ecossistemas recifais vêm sendo constantemente ameaçados por atividades antropogênicas e a resiliência surge como uma propriedade que mantém funções e serviços ecossistêmicos, mesmo sob perturbações. Entretanto, devido às condições ambientais relativamente constantes e os ciclos sazonais favoráveis, acredita-se que os ecossistemas recifais estão entre os menos resilientes do planeta. Desse modo, surge a necessidade de identificar áreas recifais potencialmente resilientes a fim de conservá-las, assim como identificar áreas fragilizadas, a fim de manejá-las. Aqui, trazemos uma adaptação da análise do potencial de resiliência de Maynard e colaboradores (2010), que foi testada na Austrália. Adaptamos a metodologia para a realidade dos recifes do Brasil adicionando e excluindo indicadores da literatura e aplicamos pela primeira vez em uma área marinha protegida brasileira: a Área de Proteção Ambiental da Costa dos Corais (APACC). Foram resultantes 20 indicadores do potencial de resiliência para o Brasil, dos quais houveram 6 indicadores criticamente importantes, 6 muito importantes e 8 importantes. Quinze deles foram adequados para APACC e abordados junto ao Conselho gestor e um Grupo reduzido de pesquisadores atuantes na área. O resultado final do ranking de potencial de resiliência foi bem similar entre os dois grupos, mostrando precisão e acurácia entretanto, quando aplicada junto ao Conselho gestor, a metodologia foi mais precisa, gerando menos discordâncias entre os avaliadores. Através dessa aplicação, vimos que o atual zoneamento da APACC tem sido acertado quanto a escolha de Zonas de Preservação da Vida Marinha. Também identificamos uma Zona de Visitação que se destaca pelo alto potencial de resiliência. Além disso, apontamos formações recifais que merecem mais atenção por parte da gestão da APA, principalmente por possuírem indicadores manejáveis com pontuações tão baixas. A conectividade foi o indicador que mais contribuiu para aumentar a pontuação das áreas, mas a pesca, poluição e a cobertura coralínea surgiram como ameaças trabalhando para reduzir a resiliência.

Palavras-chave: Atlântico Sul; Recifes de Corais; Indicadores de Resiliência; Áreas Marinhas Protegidas; Manejo Ambiental

ABSTRACT

Reef ecosystems are constantly been threatened by anthropogenic activities and the resilience comes as an property that keeps ecosystem's services and functions working, even under disturbs. However, due to relatively constant environmental conditions and favorable seasonal cycles, it is believed that reef environments are among the less resilient ecosystems on planet. Thus, comes the necessity of identifying potentially resilient reef sites for conservation, and fragile sites for managements. Here we brought an adaptation of "resilience potential analysis" (Maynard *et al.*, 2010), tested on Australia. We adapted the methodology for Brazilian reef's characteristics adding and excluding indicators from the literature and applied for the first time on a Brazilian marine protected area: *Área de Proteção Ambiental da Costa dos Corais* (APACC). Twenty indicators of resilience potential for Brazil were obtained, of which 6 were critically important, 6 were very important and 8 were important. Fifteen of them were adequate for APACC and approached by the Management council and a small group of researchers working in the area. The result of resilience potential rank were similar among groups, showing accuracy and precision, however, when applied with the Management council, the methodology was more precise, generating less disagreement among the evaluators. Through this application, we have seen that the current APACC's zonation has been agreed on the choice of Marine Life Preservation Zones. We also identified a Visitation zone that stands out because of its high resilience potential. In addition, we pointed some reef formations that deserve more attention by APACC's management, mainly because they have manageable indicators with such low scores. Connectivity was the indicator that most contributed to increasing area scoring, but fishing, pollution, and coral cover emerged as threats working to reduce resilience.

Keywords: South Atlantic; Coral reefs; Resilience Indicators; Marine Protected Areas; Environmental Management

INTRODUÇÃO GERAL

Ecosistemas recifais podem ser formados pela deposição do esqueleto calcário de corais, moluscos e algas e abrigam uma grande diversidade de plantas e animais (Prates *et al.*, 2007). Por concentrarem tamanha biodiversidade, os recifes de coral são considerados os ecossistemas mais diversos dos mares (Adey, 2000), sendo $\frac{1}{4}$ das espécies marinhas residentes desses habitats, inclusive, 65% dos peixes marinhos (Prates *et al.*, 2007). Para o homem, a conservação dos recifes é extremamente importante pois relevantes serviços ecossistêmicos são prestados, ressaltando assim sua importância tanto econômica, quanto social. Seu uso varia desde o ecoturismo, comércio aquarofilia, proteção costeira (Barbier, 2012) até fonte de subsistência para inúmeras famílias de países costeiros (Salm *et al.* 2004).

No Brasil, os ecossistemas recifais se estendem por mais de 3.000 km entre a costa do Amapá e o Sul da Bahia (Ferreira e Maida, 2006; Moura *et al.*, 2016), podendo algumas espécies isoladas serem encontradas também nas águas mais quentes do sul e sudestes do país (Castro *et al.*, 1995; Migotto *et al.*, 1999; Oigman-Pszczol e Creed, 2004, 2006). São estruturas coralíneas resistentes às ondas que crescem verticalmente em direção à superfície e possuem volume e extensão característicos (Laborel, 1969). Proporcionalmente à grande extensão, estes ecossistemas estão submetidos a inúmeros impactos, tais como as atividades pesqueiras e turísticas desordenadas, o crescimento populacional e sua poluição costeira, a introdução de espécies exóticas, além das mudanças climáticas (Tedesco *et al.*, 2017).

Num cenário de diversas e constantes ameaças, a resiliência surge como uma propriedade que mantém funções e serviços ecossistêmicos, mesmo sob perturbações ambientais (Oliver *et al.*, 2015). Gradualmente, a perda da resiliência nos recifes pode resultar na mudança de fase dos mesmos, com a substituição de organismos recifais construtores, como os corais, por seres não-construtores, como as macroalgas (*e.g.* Nyström *et al.*, 2008). A dominância desses organismos não-construtores leva a perda da complexidade estrutural e, conseqüentemente, a perda da diversidade funcional do recife (Coker *et al.*, 2012; Leal *et al.*, 2013). Desse modo, a identificação de indicadores que confirmem resiliência aos recifes é uma urgência, principalmente no atual cenário de constante desenvolvimento e crescente pressão sob os ecossistemas recifais (Obura e Grimsditch, 2009).

O “manejo com base na resiliência” (*resilience-based management* - RBM) objetiva gerenciar os recursos de acordo com a dinâmica do ecossistema, ao invés de manejar um ecossistema estável, (Anderies *et al.*, 2006; Bestelmeyer e Briske, 2012). Do ponto de vista ecológico, métodos de monitoramento com avaliação de resiliência são mais eficazes do que métodos tradicionais de monitoramento (Lam *et al.*, 2017). Para os ecossistemas recifais, o uso do RBM, por exemplo, pode direcionar e adaptar ações de manejo com base numa avaliação da variação espacial da resiliência (Maynard *et al.*, 2015).

Em 2010, na Austrália, Maynard e colaboradores desenvolveram uma avaliação do potencial de resiliência recifal da Baía de Keppel, a fim de direcionar os gestores da área para as medidas de manejo cabíveis. Com base no protocolo de Obura e Grimsditch (2009), eles selecionaram um subconjunto de 19 indicadores de resiliência recifal e junto aos membros públicos, gestores e demais conhecedores daquele local, classificaram os recifes da baía baseado na importância relativa percebida.

Esse conhecimento ecológico local, utilizado por Maynard e colaboradores (2010), assim como em tantos outros estudos, foi apontado pela Convenção sobre Diversidade Biológica e o Congresso Mundial de Parques da IUCN como uma importante ferramenta na gestão de áreas marinhas protegidas. Além disso, a deficiência de dados dos processos ecológicos marinhos pode ser compensada pelo conhecimento ecológico local, principalmente em zonas costeiras tropicais (Johannes, 1998; Amaral e Jablonski, 2005; Aswani e Lauer, 2006; Gerhardinger *et al.*, 2009a).

No presente trabalho, a proposta introduzida por Maynard e colaboradores (2010) no sul da Grande Barreiras de Corais, é adaptada para os recifes do Brasil e, em seguida, aplicada em uma área de proteção ambiental no nordeste do país. O primeiro capítulo objetivou a adaptação do método com base nas características particulares dos recifes brasileiros. Com base nessa adaptação, o método é utilizado na Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (APACC), a maior área marinha protegida costeira do Brasil, compondo o segundo capítulo. Esse último capítulo objetivou trazer resultados locais para a área marinha protegida, contribuindo com a gestão através da classificação dos recifes locais com base no potencial de resiliência percebido; da indicação de quais indicadores estão beneficiando ou prejudicando a resiliência do local; e, se cabível, fazendo sugestões de manejo e de re-zoneamento dentro da Unidade de Conservação.

Referências

- ADEY, W. H. Coral reef Ecosystems and Human Health: Biodiversity Counts! *Ecosystem health*, 6: 227-236, 2000.
- AMARAL, A.C.Z.; JABLONSKI, S. Conservation of marine and coastal biodiversity in Brazil. *Conservation Biology*, 19 (3): 625–631, 2005.
- ANDERIES, J.M.; *et al.* Fifteen weddings and a funeral: case studies and resilience-based management. *Ecol. Soc.*, 11(1): 21, 2006.
- ASWANI, S.; LAUER, M. Incorporating fishermen local knowledge and behavior into geographical information systems (GIS) for designing marine protected areas in Oceania. *Human Organization*, 65: 81–102, 2006.
- BARBIER, E. B. Progress and Challenges in Valuing Coastal and Marine Ecosystem Services. *Review of Environmental Economics and Policy*, 6: 1-19, 2012.
- BESTELMEYER, B.T.; BRISKE, D.D. Grand challenges for resilience-based management of rangelands. *Rangel. Ecol. Manag.*, 65 (6): 654–663, 2012.
- CASTRO, C. B.; *et al.* Distribuição de Cnidaria e Echinodermata no infra litoral dos costões rochosos de Arraial do Cabo, Rio de Janeiro, Brasil. *Rev. Bras. Biol.*, 55(3): 471-480, 1995.
- COKER, D.J.; *et al.* Interactive effects of live coral and structural complexity on the recruitment of reef fishes. *Coral Reefs*, 31: 919–927, 2012.
- FERREIRA, B.P.; MAIDA, M. Monitoramento dos recifes de coral do Brasil: situação atual e perspectivas. Série biodiversidade, 18. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, Secretaria de Biodiversidade e Florestas. 250p, 2006.
- GERHARDINGER, L.C.; *et al.* Local ecological knowledge and the management of marine protected areas in Brazil. *Ocean and Coastal Management*, 52: 154-165, 2009a.
- JOHANNES, R.E. The case for data-less marine resource management: examples from tropical nearshore finfisheries. *Trends in Ecology and Evolution*, 13: 243–246, 1998.
- LABOREL, J. L. Madreporaires et hydrocoralliaires recifaux des côtes bresiliennes. Systematique, ecologie, repartition verticale et geographie. *Ann. Inst. Oceanogr. Paris*, 47: 171-229, 1969.
- LAM, V.Y.Y.; *et al.* The influence of resilience-based management on coral reef monitoring: A systematic review. *PLoS ONE*, 12 (2): e0172064, 2017.
- LEAL, I. C. S.; *et al.* Coral reef fish association and behaviour on the fire coral *Millepora* spp. in north-east Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93: 1703–1711, 2013.
- MAYNARD, J.A.; *et al.* Building resilience into practical conservation: identifying local management response. *Coral Reefs*, 29: 381-391, 2010.
- MAYNARD, J. A.; *et al.* Assessing relative resilience potential of coral reefs to inform management. *Biol. Cons.*, 192: 109–119, 2015.
- MIGOTTO, A. E.; *et al.* Filo Cnidaria. In: MIGOTTO, A. E.; THIAGO, C. G. (eds.). Bases para conservação da biodiversidade de São Paulo - Síntese do conhecimento ao final do século XX 3: invertebrados marinhos. Biodiversidade do Estado de São Paulo: São Paulo: FAPESP, p. 33-46, 1999.
- MOURA, R.L.; *et al.* An extensive reef system at the Amazon River mouth. *Sci. Adv.*, 2: e1501252, 2016.
- NYSTRÖM, M.; *et al.* Capturing the cornerstones of coral reef resilience: Linking theory to practice. *Coral Reefs*, 27: 795–809, 2008.

OBURA, D.O.; GRIMSDITCH, G. Resilience assessment of coral reefs – Assessment protocol for coral reefs, focusing on coral bleaching and thermal stress. Gland, Switzerland: IUCN. 70p, 2009.

OIGMAN-PSZCZOL, S.S.; CREED, J. C. Size structure and spatial distribution of the corals *Mussismilia hispida* and *Siderastrea stellata* (Scleractinia) at Armação dos Búzios, Brazil. *Bull. Mar. Sci.*, 74(2): 433-448, 2004.

OIGMAN-PSZCZOL, S. S.; CREED, J. C. Distribution and abundance of fauna on living tissues of two Brazilian hermatypic corals (*Mussismilia hispida* (Verril 1902) and *Siderastrea stellata* Verril, 1868). *Hydrobiologia*, 563: 143-154, 2006.

OLIVER, T. H; *et al.* Biodiversity and resilience of ecosystem functions. *Trends Ecol. Evol*, 30: 673–684, 2015.

PRATES, A.P.L.; *et al.* Conduta consciente em ambientes recifais. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 28 p, 2007.

SALM, R. V.; *et al.* Marine and Coastal Protected Areas, A guide for planners and Managers, 3th edição. IUCN, USA: Washington DC, 2004.

TEDESCO, E. C., *et al.* Conservation of Brazilian coral reefs in the Southwest Atlantic Ocean: a change of approach. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 45(2): 228 – 245, 2017.

TRANSFORMANDO RESILIÊNCIA EM FERRAMENTA PRÁTICA DE GESTÃO
PARA CONSERVAÇÃO DE RECIFES COSTEIROS NO BRASIL

Introdução

Os recifes de coral são extremamente importantes para zonas costeiras e sustentam a maior biodiversidade entre os ecossistemas marinhos. Além de funcionarem como barreiras naturais contra furacões e erosões, os serviços ecossistêmicos prestados são variados e movimentam bilhões de dólares anualmente (Moberg e Folke, 1999), beneficiando cerca de 450 milhões de pessoas distribuídas em 109 países (Pandolfi *et al.*, 2011; Spalding *et al.*, 2017). Dentre os benefícios, por exemplo, está a matéria-prima para produtos farmacêuticos, o turismo e recreação, aquariorfilia e tanto a pesca comercial quanto as comunidades locais necessitam diretamente desses recursos para manterem-se (Moberg e Folke, 1999; Brander *et al.*, 2007; Newton *et al.*, 2007; Olivotto *et al.*, 2011).

Apesar de tamanha importância, sabe-se que um terço dos corais construtores de recifes do mundo está em risco de extinção (Carpenter *et al.*, 2008). Diversos fatores ameaçam o funcionamento dos recifes, afetando esses ecossistemas tanto localmente, quanto globalmente. Por exemplo, em escala local têm-se registros de sobrepesca, poluição da água, doenças coralíneas, danos físicos de origem antropogênica e natural (Hughes, 1994; Guzman e Holst, 1994; Mumby, 1999; Francini-Filho *et al.*, 2008; Graham *et al.*, 2013). Mesmo em recifes remotos, como os recifes da Ilha de Upolu, Samoa, a porcentagem da cobertura de coral vem sofrendo uma brusca redução e a abundância de algumas espécies de peixes recifais também reduziu (Ziegler *et al.*, 2018). Já em escala global, destacam-se as ameaças do aumento da temperatura e acidificação dos oceanos (Hoegh-Guldberg, 1999; Kleypas e Yates, 2009) que provocam grandes alterações sobre conhecidos ecossistemas, como a Grande Barreira de Corais (De'ath *et al.*, 2012; Hughes *et al.*, 2017).

Diante das crescentes e constantes ameaças, houve um significativo aumento de pesquisas relacionadas à resiliência de ecossistemas. No ecossistema de recifes de coral, por exemplo, publicações que envolviam o termo “resiliência” subiram de quatro para

145, entre os anos de 1990 e 2007 (Nyström *et al.*, 2008). Devido às condições ambientais relativamente constantes e os ciclos sazonais favoráveis, os ecossistemas recifais poderiam estar entre os menos resilientes do planeta (McClanahan *et al.*, 2002). No entanto, avaliar a resiliência nesses habitats ainda é uma tarefa difícil, pois, até mesmo a concepção de resiliência é diversificada na literatura e, com isso, sua utilização prática como ferramenta de gestão focada na conservação tem sido um desafio (ver: Nyström *et al.*, 2008).

Sabe-se que alguns fatores-chave afetam positivamente a resiliência dos recifes, favorecendo, por exemplo, a sobrevivência e o recrutamento dos corais, enquanto que alguns outros fatores afetam negativamente a resiliência à medida que prejudicam a sobrevivência e recrutamento dessas espécies (Green e Bellwood, 2009). Gradualmente, a perda da resiliência nos recifes pode resultar num fenômeno intitulado “mudança de fase”, em que o recife perde seus organismos construtores e passa a ser dominado por organismos não-construtores, como por exemplo as macroalgas (*e.g.* Nyström *et al.*, 2008). A dominância desses organismos não-construtores leva a perda da complexidade estrutural e, conseqüentemente, a perda da diversidade funcional do recife (Coker *et al.*, 2012; Leal *et al.*, 2013). Desse modo, se tornou evidente a necessidade de identificação dos indicadores que conferem e fortalecem a resiliência dos ecossistemas recifais e vários trabalhos apontaram a isso, em especial avaliando a resiliência frente às mudanças climáticas (Obura, 2005; Grimsditch e Salm 2006; Obura e Grimsditch, 2009). Transformar esses indicadores numa ferramenta prática a ser usada na gestão de ecossistemas recifais, em especial, em áreas marinhas protegidas, pode ser considerado o próximo desafio em questão. Com esta finalidade, Maynard *et al.* (2010) propuseram uma metodologia utilizando indicadores já reconhecidos como importantes para avaliar o potencial de resiliência de áreas recifais de forma comparativa entre elas. Dessa forma, a resiliência poderia ser usada na gestão e tomada de decisões em ambientes recifais visando sua conservação.

Na metodologia proposta, Maynard *et al.* (2010) deram ênfase a indicadores que fortalecessem a resiliência frente às mudanças climáticas previstas. A metodologia classificou os indicadores em níveis de importância (com diferentes pesos) e os transformou em perguntas que foram respondidas para distintas áreas recifais, por pessoas familiarizadas com as áreas, incluindo pesquisadores, gestores locais e membros da comunidade. As respostas obtidas foram pontuadas e ponderadas para gerar

valores numéricos de resiliência para cada área individualmente, permitindo a elaboração de um ranking comparativo das áreas de acordo com a resiliência. Os resultados, além de apontarem áreas com maior ou menor potencial de resiliência frente às mudanças, também permitiram identificar os indicadores que mais contribuíram para os valores em cada área, sugerindo ações de gestão para fortalecer esses indicadores, quando possíveis. O estudo foi realizado em recifes da Grande Barreira de corais na Austrália e já foi replicado, com adaptações, no Caribe mexicano (Ladd e Collado-Vides, 2013). A adaptação e aplicação dessa metodologia no Caribe mexicano foi feita num Parque Nacional como área de estudo e utilizou dados de monitoramento, dados de coletas dos guardas do Parque, análise isotópica de macroalgas e comparação semiquantitativa da distribuição e capacidade hoteleira adjacente. Ladd e Collado-Vides (2013) utilizaram 21 indicadores, sendo 15 deles oriundos de Maynard e colaboradores (2010). No Brasil, nenhuma análise desta natureza foi realizada e para utilizar a metodologia aplicada por Maynard e colaboradores (2010), também são necessárias adaptações para adequá-la aos recifes brasileiros.

O Brasil concentra os únicos recifes costeiros, de águas rasas da porção sudoeste do oceano Atlântico (Leão *et al.*, 2016; Ferreira *et al.*, 2013). Tais ecossistemas diferem dos recifes ao redor do mundo devido à ausência de catástrofes naturais, baixa diversidade de espécies coralíneas, uma alta taxa de endemismo e elevada taxa de sedimentação oriunda da desembocadura de grandes rios (Leão *et al.*, 2003). Também crescem em forma de pináculos, são construídos por corais, milleporídeos e algas coralinas incrustantes e concentram-se próximo aos grandes centros urbanos (Leão *et al.*, 2016). No entanto, os recifes brasileiros não diferem quanto aos impactos antropogênicos sofridos: sobrepesca, crescimento populacional, poluição costeira, mudanças climáticas, introduções de espécies exóticas e mal planejamento turístico estão entre as maiores ameaças (Tedesco *et al.*, 2017). Desse modo, a criação de áreas marinhas protegidas é uma importante ferramenta de ordenamento que visa conservar a biodiversidade nesses ecossistemas (Jones, 2001).

Até recentemente, o Brasil contava com 1,6% da área marinha coberta por áreas protegidas, sendo 1,4% áreas de uso sustentável e 0,2% áreas de proteção integral (MMA, 2018). Em 2018, com a implementação da nova rede de áreas marinhas protegidas no Arquipélagos São Pedro, São Paulo e a Cadeia Vitória-Trindade (~1000 km da costa brasileira), a área protegida da Zona Econômica Exclusiva

brasileira se eleva para 25% (Soares e Lucas, 2018). Apesar dessa ampliação, alguns cientistas alertam para a baixa proteção em áreas próximas à costa (ver: Giglio *et al.*, 2018) e a ineficiência na gestão das áreas protegidas no país, do ponto de vista conservacionista (Gerhardinger *et al.*, 2010). Uma das principais estratégias de gestão de áreas protegidas é o zoneamento com delimitação de áreas de diferentes usos com regulamentação própria. A proposta de zoneamento e a reavaliação de zonas e regras de uso devem ser feitos frequentemente a partir de monitoramento e informações ecológicas, visando minimizar impactos e otimizar a conservação (ex. Fernandes *et al.*, 2005). Sendo assim, a análise do potencial de resiliência das áreas recifais é uma alternativa prática e viável que pode auxiliar na gestão de áreas marinhas protegidas com maior eficácia.

O objetivo desse estudo é, baseando-se nas particularidades dos recifes brasileiros, adequar a metodologia criada por Maynard e colaboradores (2010) para a realidade do Brasil, de modo que tal adaptação possa ser utilizada como ferramenta de gestão em qualquer recife costeiro do país. A adequação envolveu três etapas: a) seleção dos indicadores de resiliência a serem usados, de acordo com a realidade dos recifes brasileiros; b) avaliação desses indicadores de resiliência (obtenção dos dados) por dois grupos distintos; c) comparação dos rankings de potencial de resiliência obtidos na área teste e os dados reais disponíveis sobre a área como zoneamento. Nossa hipótese é de que, devido à heterogeneidade e participação histórica na gestão, a avaliação dos indicadores será mais precisa e acurada quando a metodologia for aplicada junto ao conselho gestor da área teste.

Metodologia

Seleção dos indicadores de resiliência a serem usados

De acordo com Maynard e colaboradores (2010), os indicadores de resiliência encontrados na literatura devem ser selecionados considerando a importância ambiental e social para o local de estudo no qual a análise será aplicada. Desse modo, a escolha dos indicadores para o Brasil foi baseada na análise do potencial de resiliência de Maynard e colaboradores (2010) e no protocolo *Resilience Assessment of Coral Reefs* (Obura e Grimsditch, 2009), que conta com uma refinada lista de 61 indicadores de resiliência. Todos os indicadores listados foram analisados e selecionados considerando as características e realidade dos recifes brasileiros. Por exemplo, devido à ausência de

catástrofes naturais (ex: furações e tsunamis), indicadores associados a esse tipo de distúrbio não foram selecionados.

Após a seleção dos indicadores, os mesmos foram classificados pelo grau de importância seguindo os critérios de Maynard e colaboradores (2010) e com base na literatura e nas teorias ecológicas relacionadas ao funcionamento dos recifes, além de considerada às peculiaridades dos recifes brasileiros. A classificação seguiu a terminologia utilizada por Maynard e colaboradores (2010) sendo: Criticamente Importante (CI) aqueles que possuem uma forte ligação com a resiliência; Muito Importante (MI), com uma ligação intermediária com a resiliência do recife e; Importante (I) quando, comparados aos outros, possuíam uma baixa ligação com a resiliência. Esta classificação serviu para a ponderação das respostas associadas a cada indicador sendo atribuídos pesos 3, 2 e 1 para os indicadores CI, MI e I, respectivamente. Depois de selecionados e classificados, os indicadores foram transformados em perguntas diretas e de fácil entendimento, de modo que fossem compreendidas tanto por especialistas quanto por leigos. Para cada pergunta, adaptamos as seguintes opções de resposta: Não (representando ausência de indicador que fortalece a resiliência); Parcialmente; Sim (representando a presença de indicador que fortalece a resiliência); Não sei. Dessa forma, na análise da pontuação final do potencial de resiliência de cada área, a resposta a cada pergunta recebeu uma pontuação: “não” (pontuação 1), “parcialmente (pontuação 2), “sim” (pontuação 3) e “não sei” (não pontua). Esta pontuação foi multiplicada (ponderada) pelo valor de importância do indicador avaliado na pergunta. O somatório da pontuação de todas as perguntas de uma área representava a sua pontuação final utilizada para construir o ranking comparativo do potencial de resiliência das áreas recifais. O valor da subtração entre a área com maior potencial de resiliência (primeiro lugar do ranking) e a área com menor potencial de resiliência (último lugar do ranking) foi dividido por três para ser usado como intervalo na definição de três categorias: áreas com Baixo, Moderado e Elevado potencial de resiliência.

Escolha da área teste

Para adequação da metodologia para recifes brasileiros escolhemos como área teste a Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais – APACC, localizada na costa nordeste do Brasil entre as coordenadas 08°S 35°W e 8°S 34°W até 9°S 35°W e 9°S 35°W, abrangendo os estados de Pernambuco e Alagoas. A APACC conta com um

zoneamento proposto em seu plano de manejo que inclui zonas com diferentes usos: Zona de Uso Sustentável (ZUS), Zona de Visitação (ZV), Zona Exclusiva de Pesca (ZEP) e Zona de Proteção da Vida Marinha (ZPVM). Além disso, a unidade conta com um conselho gestor atuante e uma equipe de monitoramento regular. Estas características facilitaram a adequabilidade da metodologia proposta. Dentro da APACC foram escolhidas 21 recifes (1 a 10km), abrangendo as diferentes zonas de uso. Como o objetivo deste estudo é a adequação da metodologia, as áreas foram identificadas por letras para facilitar a discussão. No capítulo seguinte serão apresentados os resultados destrinchados da aplicação do método na APACC com as contribuições cabíveis para gestão da unidade, em especial, na reavaliação do zoneamento vigente.

Adequação da metodologia utilizada para avaliar os indicadores de resiliência

A metodologia proposta por Maynard e colaboradores (2010) previa que a avaliação comparativa da resiliência poderia ser feita por um avaliador independente bem familiarizado com a área ou, preferencialmente, de forma colaborativa por um grupo que envolva gestores locais, tomadores de decisões e partes interessadas da população. No caso do estudo desses autores, foi usado um grupo durante a realização de uma oficina com membros de diversos segmentos, que envolvia apresentação da proposta e das áreas escolhidas, visita a campo e as respostas foram baseadas em um estudo biofísico prévio realizado para classificar os tipos de habitats na área.

Em nossa proposta tivemos a preocupação de adequar a metodologia para que fosse possível aplicá-la em uma variedade de ambientes recifais, dentro ou fora de áreas protegidas. Foi considerada a dificuldade em reunir pessoas de diferentes segmentos em uma oficina para avaliação da resiliência, bem como a falta de informações mais abrangentes em algumas áreas. Além disso, a extensão da área de estudo também deve ser pensada antes da aplicação do método. Maynard e colaboradores (2010), por exemplo, tiveram uma baía como estudo de caso, tendo ela proporções consideravelmente menores do que a APA Costa dos Corais. No caso de Unidades de Conservação com áreas muito extensas, como o da APACC (cerca de 120 km de extensão), existe heterogeneidade nos dados disponíveis ao longo da unidade, bem como limitação de conhecimento por parte de pesquisadores e gestores de acordo com o município de origem, necessitando envolver pessoas oriundas de todos os municípios abarcados pela APA. Dificilmente em qualquer área no Brasil haveria um único avaliador independente capaz de avaliar todos os distintos indicadores de resiliência ou

há dados de literatura ou monitoramento disponíveis para subsidiar esta avaliação. Diante dessas particularidades, adequamos a metodologia referente a avaliação dos indicadores de resiliência testando duas formas de abordagem: uso do conselho gestor (no caso de Unidades de Conservação) e o uso de um grupo reduzido de pessoas familiarizadas com a área.

O conselho gestor de uma Unidade de Conservação é um grupo multidisciplinar, que reúne pessoas com diferentes tipos de envolvimento com a unidade, incluindo tomadores de decisões, pesquisadores, gestores da unidade, representantes de entidades envolvidas com atividades dentro da unidade, como pesca e turismo, e ainda membros da sociedade civil. Além disso, o conselho gestor possui representantes dos diversos municípios que compõem a UC, permitindo o envolvimento de pessoas de diferentes localidades. Isso é importante no caso de áreas muito extensas. Para avaliar uma segunda opção que poderia ser viável em áreas fora de UCs ou quando não houver conselho gestor, repetimos a mesma metodologia com um grupo reduzido, que envolvia apenas pesquisadores atuantes na UC. O grupo reduzido foi composto por todos os membros que compõem a equipe de monitoramento, sendo um deles também membro do conselho gestor da APACC.

Nas duas abordagens foi inviável a realização de oficina que conseguisse reunir todos os participantes para discutir os indicadores de resiliências que haviam sido selecionados e transformados em perguntas, devido à falta de tempo disponível por parte dos membros. Mesmo no caso do conselho gestor, era inviável usar o tempo da reunião do conselho para esta finalidade já que as pautas dessas reuniões sempre foram extensas e, devido ao elevado número de conselheiros, foi inviável reuni-los em outro dia. Assim, uma nova adequação foi realizada no método. O projeto e a metodologia foram apresentados aos dois grupos, aproveitando reuniões existentes. Posteriormente, os questionários reunindo as perguntas referentes aos indicadores selecionados foram entregues aos membros para serem respondidos individualmente, no momento mais oportuno para posterior devolução aos pesquisadores. Foi solicitado a todos que respondessem apenas as perguntas sobre o tema e a área que tinham, efetivamente, conhecimento. Isso foi importante porque, algumas vezes, uma pessoa ligada ao turismo, por exemplo, conseguia responder perguntas relacionadas a esta atividade, mas não tinha conhecimento sobre outros aspectos. Essa dinâmica permitiu que a junção de todas as respostas de cada grupo gerasse questionários consensos, que foram usadas no

cálculo do potencial de resiliência das áreas. Também nos preocupamos em anexar ao questionário imagens ilustrativas, caso a linguagem do questionário não fosse acessível o suficiente.

Nas situações em que havia respostas diferentes dos membros para uma mesma pergunta, o questionário consenso foi gerado com base, respectivamente: i) na resposta da maioria e ii) na afinidade do avaliador com a pergunta feita (por exemplo, um avaliador do setor pesqueiro, teoricamente, tem mais conhecimento sobre uma pergunta a respeito da pesca, assim como um avaliador do setor de pesquisa, teoricamente, tem mais conhecimento sobre uma pergunta a respeito da saúde dos corais).

Comparação entre os grupos

Os resultados obtidos pelos dois grupos foram comparados a fim de verificar qual era mais adequado para a aplicação da metodologia. Para tanto, foram avaliados quatro aspectos: i) percentual de perguntas sem resposta (nenhum avaliador respondeu ou quem respondeu, respondeu “não sei”); ii) percentual de perguntas com resposta única (o resultado é oriundo de apenas um avaliador); iii) precisão (repetibilidade avaliada pelo grau de concordância entre estimativas repetidas por diferentes avaliadores - Sokal e Rohlf, 1995 - ou seja, em nosso caso, quantidade de avaliadores que forneceram a mesma resposta); iv) acurácia (divergência dos resultados obtidos em relação à realidade; Dethier *et al.*, 1993). Além disso, os rankings de potencial de resiliência obtidos por cada grupo foram comparados.

Para o cálculo dos percentuais de perguntas sem resposta ou com resposta única (U), foram consideradas todas as perguntas, de todas as áreas, de todos os avaliadores em cada grupo separadamente. Também foram calculadas as frequências de perguntas com respostas únicas em cada área separadamente. A avaliação da precisão foi baseada na concordância entre respostas fornecidas por diferentes avaliadores a uma mesma pergunta. Para tanto, calculamos a frequência de respostas concordantes, discordantes totais e discordantes parciais em cada grupo. Quando mais de 50% dos questionados forneciam a mesma resposta à pergunta, isso era classificado como concordância (C). Quando 50% respondiam “parcialmente” e os outros 50% responderam “sim” ou “não”, a classificação era descrita como divergência parcial (DP). Quando 50% respondiam “sim” e 50% respondiam “não”, tínhamos uma divergência total (D), devido ao antagonismo das respostas. As frequências relativas foram calculadas para cada grupo

em cada área separadamente e no total, através da fórmula: $F_R = p.100/P$, onde p é o número de perguntas que houve C, DP, D ou U e P é o número total de perguntas do questionário. Para comparação, cada categoria de concordância/divergência foi classificadas em: frequente (75% - 100%), muito comum (50% - 75%), comum (25% - 50%), ocasional (10% - 25%) e rara (0% - 10%) (baseado em Dajoz, 2005; Odum e Barret, 2007). O percentual das respostas “não sei” também foi calculado através da mesma fórmula, a fim de verificar qual grupo possuiu menor conhecimento ao responder o questionário.

A análise da acurácia comparou o ranking obtido por cada grupo com a categoria que a área tem no zoneamento da APA. Supõe-se que as áreas com maior potencial de resiliência devem ser àquelas categorizadas como Zona de Proteção da Vida Marinha (ZPVM) já que, de acordo com o plano de manejo da APA, nessas áreas o ambiente permanece o mais preservado possível, representando o mais alto grau de preservação da UC. O zoneamento previsto do Plano de Manejo da APACC (ICMBio, 2013) não foi elaborado pelas mesmas pessoas que responderam à pesquisa, devido a constante renovação de cadeiras do Conselho Gestor, o que evitou respostas tendenciosas dos participantes.

Aspectos legais

Antes da entrega dos questionários, os questionados receberam um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido baseado nas diretrizes contidas na resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466/2012, Ministério da Saúde. O termo informou o objetivo e natureza do estudo e foi assinado pelo entrevistador e pelo entrevistado. Além disso, a pesquisa foi submetida e aprovada pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISbio (nº 58118) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Pernambuco (CAAE 74659817.1.0000.5207).

Resultados

Indicadores selecionados, classificação e elaboração dos questionários

Selecionamos 20 indicadores relevantes para a realidade dos recifes brasileiros e cada um deles foi ponderado e transformado nas perguntas que compuseram o questionário (Tabela 1). A única pergunta que não foi incluída nos questionários, e sim calculada através de mapas e imagens aéreas, foi a distância da costa.

Tabela 1. Classificação dos indicadores de resiliência e abordagem de cada um deles no questionário. Baseado em Maynard *et al.*, 2010.

Classificação	Indicador	Abordagem
<i>Criticamente importante</i>	Conectividade	O local está próximo a outras áreas recifais? (aproximadamente 5 km)
	Livre de poluição	O local é livre de poluentes/contaminantes da água (resíduos, nutrientes)?
	Livre de pesca	O local é livre de pressão de pesca?
	Cobertura de coral	O local possui alta porcentagem de cobertura de coral duro e vivo em comparação a outros locais?
	Abundância de colônias maduras	O local possui alta abundância de colônias de coral maduras?
	Abundância de espécies resistentes/tolerantes	O local é composto majoritariamente por espécies resistentes/tolerantes (ex.: aos impactos físicos, aquecimento da água e branqueamento)?
<i>Muito importante</i>	Movimentação de águas	O local está sujeito à ação de ondas ou correntes que garantem a movimentação da água?
	Abundância de herbívoros	Existe abundância de herbívoros no local, particularmente, peixes?
	Distância da costa	Calculada através de imagens de satélite. Classificação em alta, média e baixa

		resultante da subtração da distância menor pela distância maior dividido por três.
	Livre de danos físicos	O recife é livre da ação de danos físicos (danos por ancoragem, mergulhadores, etc)?
	Disponibilidade de substrato	O local possui alta disponibilidade de substrato para o recrutamento de corais?
	Exposição prévia a estresse térmico	Os corais do local sobreviveram a algum evento de estresse térmico e/ou recuperaram-se rapidamente?

<i>Importante</i>	<i>Heterogeneidade de ecossistemas</i>	O local ou próximo a ele existem diferentes ecossistemas (manguezais, prados de fanerógamas, etc)?
	<i>Livre de sedimentação</i>	O local é livre de sedimentação?
	<i>Livre de bioerosão</i>	A abundância de bioerosivos é extremamente baixa ?
	<i>Submersão</i>	Na maré baixa, os corais permanecem submersos?
	<i>Saúde dos corais</i>	Os corais do local são saudáveis?
	<i>Complexidade topográfica</i>	O recife no local é diverso em microhabitats (locas, fendas, túneis)?
	<i>Livre de turbidez</i>	Existem fatores que provocam a redução da intensidade luminosa no local (proximidade

com saídas de rios/plumas de sedimentos)?

Ressurgência

O local é impactado por ressurgência?

Entre os indicadores criticamente importantes estão a conectividade, que é um indicador chave para resiliência, independente da localização do recife. Por exemplo, a conectividade viabiliza populações locais (*e.g.* Ilhas Turcas e Caicos - Roberts, 1997) e mantém metapopulações através do posicionamento de manchas de recifes (*e.g.* Grande Barreira de Corais – Hock *et al.*, 2017). A ausência de poluição, no caso do Brasil, torna-se criticamente importante, pois mais de 50 milhões de brasileiros residem em zonas costeiras (IBGE, 2011) e tem-se compilado que essa ocupação de maneira insustentável tem gerado uma série de malefícios que incluem, por exemplo, a erosão das praias e poluição dos mares (Abreu *et al.*, 2017). Já a ausência da sobrepesca foi ponderada desta forma porque estudos brasileiros documentam que a sobrepesca em áreas recifais alterou a densidade e tamanho dos predadores de topo. Desse modo, áreas com maior restrição à pesca beneficiam grandes peixes herbívoros e predadores de topo, aumentando assim, suas abundâncias (Floeter *et al.*, 2006). A cobertura de coral também foi classificada como um indicador criticamente importante pois áreas com maior cobertura minimizam a possibilidade de mudança de fase do ecossistema, evitando perda de corais e crescimento anormal de determinados grupos de organismos, principalmente as macroalgas (McCook *et al.*, 2001; Hughes *et al.*, 2007). No caso da abundância de colônias maduras, caracterizou-se como criticamente importante pois colônias maduras produzem mais recrutas (Soong, 1993; Mumby, 2006) e tal recrutamento é um dos fatores que auxilia a recuperação dos recifes após eventos de perturbação (Hughes e Tanner 2000; Done *et al.* 2010). Já a abundância de espécies tolerantes e/ou resistentes (ex.: aos impactos físicos, aquecimento da água e branqueamento) torna-se crítica na medida em que, após perturbação, esses corais maciços e de crescimento lento (ex: *Porites*), em comparação aos outros, permanecem resistentes ao estresse térmico (Loya *et al.* 2001; van Woesik *et al.* 2011).

Dentre os indicadores muito importantes, está a movimentação de águas, que previne o branqueamento de corais e favorece a resiliência dos recifes de coral, evitando possíveis mudanças de fase (McClanahan *et al.*, 2002). Além disso, a exposição às

ondas tem o potencial de aumentar a oxigenação da água e, conseqüentemente, beneficiar o metabolismo dos corais (Obura e Grimsditch, 2009). A abundância de herbívoros também foi ponderada desta forma, pois garante resiliência na medida em que essas espécies mediam a competição entre os corais e as macroalgas (Mumby *et al.*, 2006). Espécies herbívoras no Brasil, como peixes-papagaio, vêm sendo ameaçadas constantemente, estando algumas delas próximas ao esgotamento (Francini-Filho *et al.*, 2008). Entretanto, críticas recentes defendem que a abundância excessiva de peixes-papagaio não é totalmente correta do ponto de vista ecológico quando o consumo de corais favorece a bioerosão, prejudicando a acreção dos mesmos (Bruno *et al.*, 2019). Já a distância da costa é considerada um indicador da vitalidade de corais e isso foi observado no nordeste brasileiro onde, recifes com, no mínimo, 5 km de distância da costa tiveram melhores condições do que àqueles mais próximos (Kikuchi *et al.*, 2010). Outro indicador classificado como muito importante foi ausência de danos físicos, que afetam a estrutura recifal, os corais e, indiretamente, os peixes do recife (Kininmonth *et al.*, 2014). A disponibilidade de substrato também é um fator muito importante pois, no caso de áreas perturbadas, a sucessão primária influencia diretamente no estabelecimento dos colonizadores secundários, como os corais (Connell *et al.*, 1997). Quanto aos casos de sobrevivência após algum evento de estresse térmico e/ou rápida recuperação, é relatada uma maior tolerância da comunidade coralínea em caso de reincidência de tal estresse (Baker, 2004; Maynard *et al.*, 2008; Guest *et al.*, 2012)

Por fim, os indicadores classificados como importantes foram a saúde dos corais, heterogeneidade de ecossistemas, a ausência de sedimentação e de bioerosão, submersão, complexidade topográfica e a ausência de turbidez. A saúde dos corais brasileiros merece importância, pois o banco de Abrolhos tem sido monitorado regularmente e pesquisas apontam que no período entre 2005 e 2007, as doenças de corais intensificaram-se, havendo um risco iminente de perda de coral no leste do país (Francini-Filho *et al.*, 2008). A heterogeneidade de ecossistemas também merece importância visto que a associação de ecossistemas recifais, manguezais e prados de fanerógamas é fundamental para produtividade e complexidade da zona costeira (Moberg e Folke, 1999). A ausência de sedimentação garante eficácia da fotossíntese (Fabricius, 2005), previne doenças coralíneas (Winkler *et al.*, 2004; Onton *et al.*, 2011) e abrasão de colônias (Erfteimeijer *et al.*, 2012). Já a baixa abundância de organismos bioerosivos evita a instabilidade, fragilidade das colônias e perda da estrutura primária

do recife (Hallock, 1988; Hallock et al., 1993). Recifes submersos são menos propensos às lesões na superfície de colônias que induzem ao branqueamento de espécies coralíneas (Brown *et al.*, 1994a) e recifes complexos topograficamente permitem que espécies recifais co-ocorram, particionem nicho e escondam-se de predadores, favorecendo a diversidade funcional do ecossistema recifal (Coker *et al.*, 2012; Leal *et al.*, 2013). O aumento na turbidez da água, causada não apenas pelos sedimentos em suspensão, mas também por organismos fitoplanctônicos e matéria orgânica em suspensão, leva à baixa luminosidade que pode ocasionar um aumento na taxa de branqueamento de corais (Dunne e Brown, 2001). Em contrapartida, um diagnóstico ambiental de uma Área Marinha Protegida brasileira sugere que a turbidez pode ser um aspecto importante para os produtores primários (Attayde, 2005). A ressurgência também foi contemplada como indicador importante pois no Sul e Sudeste do Brasil, eventos de ressurgência ao longo da costa incrementam a produtividade (Amaral & Jablonski, 2005).

Pontuação e classificação da resiliência

Dos 20 indicadores de resiliência adequados para a realidade brasileira, 15 deles foram considerados adequados para o estudo de caso da APACC pois eram indicadores com informações disponíveis. A partir de tais indicadores e com base nos questionários aplicados junto ao Conselho gestor e Grupo reduzido, os rankings finais das áreas foram gerados (Tabela 2). Para cada área, sua classificação no zoneamento atual da APACC e seu grau de resiliência podem ser vistos nas Figuras 1a e 1b.

Tabela 2. Pontuação de resiliência por área e ranking segundo o Conselho Gestor e o Grupo reduzido e classificação oficial do zoneamento da área marinha de acordo com o Plano de Manejo da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais: Zona de Uso Sustentável (ZUS), Zona de Visitação (ZV), Zona de Pesca (ZEP) e Zona de Proteção da Vida Marinha (ZPVM). Verde: Elevado potencial de resiliência; Amarelo: Moderado potencial de resiliência; Vermelho: Baixo potencial de resiliência.

Conselho gestor				Grupo reduzido			
Área	Pts	°	Zona	Área	Pts	°	Zona
Área I	75	1°	ZPVM	Área I	73	1°	ZPVM
Área J	72	2°	ZPVM	Área N	71	2°	ZV
Área N	71	3°	ZV	Área M	70	3°	ZPVM
Área M	70	4°	ZPVM	Área J	70	4°	ZPVM
Área P	66	5°	ZPVM	Área P	67	5°	ZPVM
Área Q	64	6°	ZV	Área L	64	6°	ZV
Área L	64	7°	ZV	Área Q	64	7°	ZV
Área E	63	8°	ZEP	Área E	63	8°	ZEP
Área K	59	9°	ZV	Área H	59	9°	ZUS
Área B	58	10°	ZV	Área D	58	10°	ZEP
Área A	57	11°	ZUS	Área K	57	11°	ZV
Área H	56	12°	ZUS	Área B	54	12°	ZV
Área D	55	13°	ZEP	Área F	53	13°	ZV
Área C	53	14°	ZEP	Área A	53	14°	ZUS
Área U	52	15°	ZV	Área C	53	15°	ZEP
Área F	50	16°	ZV	Área U	50	16°	ZV
Área O	47	17°	ZV	Área O	47	17°	ZV
Área R	42	18°	ZV	Área R	42	18°	ZV
Área S	40	19°	ZV	Área S	40	19°	ZV
Área G	39	20°	ZUS	Área G	39	20°	ZUS
Área T	37	21°	ZV	Área T	37	21°	ZV

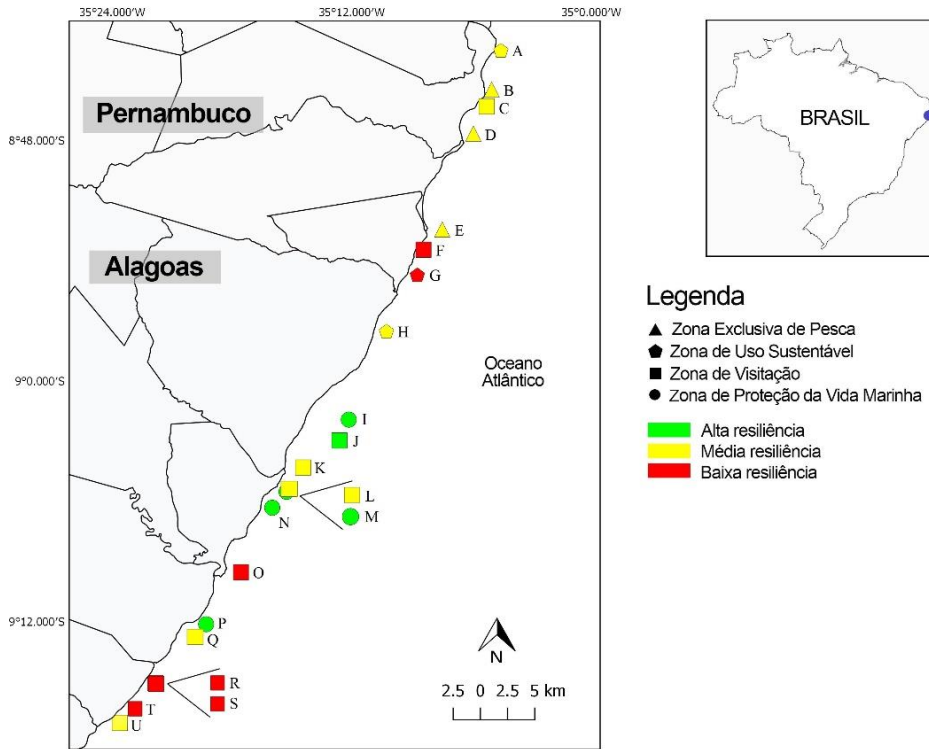


Figura 1a. Formações recifais da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, considerando seu zoneamento atual e o grau de resiliência de acordo com o Conselho gestor.

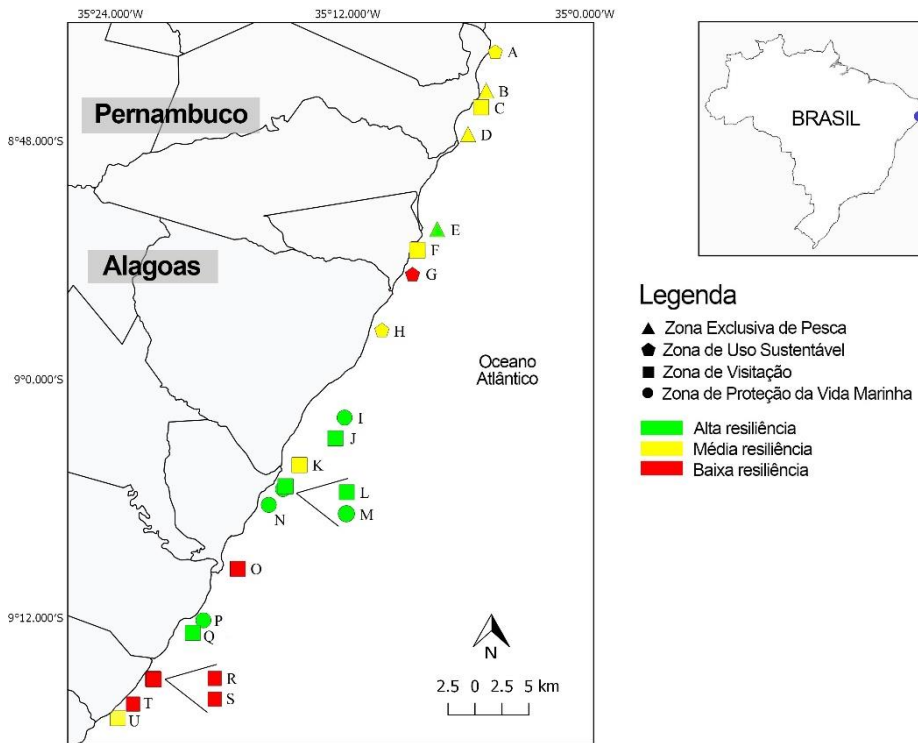


Figura 1b. Formações recifais da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, considerando seu zoneamento atual e o grau de resiliência de acordo com o Grupo reduzido.

Comparação entre os grupos

Dos 28 membros titulares do Conselho gestor da APACC, 13 estiveram dispostos a colaborar. Já no Grupo reduzido, todos os membros 7 membros solicitados responderam ao questionário.

O percentual de perguntas sem respostas foi maior no Conselho (8,4% das perguntas não foram respondidas) que no Grupo reduzido (6,4%). Por outro lado, o Conselho obteve um menor percentual de respostas únicas (33,1%) que o grupo reduzido (48,0%), considerando todas as áreas e perguntas. Da mesma forma, o Conselho também obteve um menor número de áreas com respostas únicas (apenas uma pessoa respondeu). Foram 9 localidades com apenas uma resposta em todas as perguntas no Grupo reduzido e 5 localidades no Conselho (valor 100 na coluna U da Tabela 3). Além disso, o Conselho teve 8 localidades em que nenhuma das perguntas teve resposta única enquanto que o Grupo reduzido teve apenas 5 localidades nesta situação (valor 0,0 na coluna U da Tabela 3). O número de pessoas que responderam e a classificação da resposta para cada área e indicador do Conselho gestor e Grupo reduzido encontram-se nas tabelas suplementares 1 e 2.

Em relação à precisão, o Conselho apresentou maior concordância entre as respostas dadas por diferentes avaliadores, com predomínio de áreas com concordância em níveis Frequente (> 75%) e Muito comum (50 – 70%). Dez localidades avaliadas pelo Conselho exibiram concordância em mais de 50%, contra 6 localidades do Grupo reduzido (Tabela 3).

Tabela 3. Frequências relativas de respostas concordantes (C), parcialmente divergentes (DP), totalmente divergentes (D) e únicas (U) para cada área para o Conselho gestor e Grupo reduzido.

	Conselho gestor (F _R)				Grupo reduzido (F _R)			
	C	DP	D	U	C	DP	D	U
Área A	71,4	21,4	0	7,2	28,6	35,7	28,6	7,1
Área B	92,9	0	7,1	0,0	71,4	21,4	7,2	0
Área C	53,8	38,5	0	7,7	0	0	0	100
Área D	35,8	50,0	7,1	7,1	0	0	0	100
Área E	0	0	0	100	35,8	21,4	21,4	21,4
Área F	14,3	35,7	21,4	28,6	28,6	42,9	7,1	21,4
Área G	42,9	0	35,7	21,4	42,9	21,4	21,4	14,3

Área H	85,7	14,3	0	0	57,1	28,6	14,3	0
Área I	35,7	21,4	0	42,9	42,9	28,6	7,1	21,4
Área J	64,3	7,1	14,3	14,3	85,8	0	7,1	7,1
Área K	64,3	21,5	7,1	7,1	0	0	0	100
Área L	0	0	0	100	0	0	0	100
Área M	0	0	0	100	50,0	42,9	7,1	0
Área N	0	0	0	100	0	0	0	100
Área O	50,0	7,1	7,1	35,8	0	0	0	100
Área P	85,7	0	14,3	0	0	0	0	100
Área Q	28,6	35,7	28,6	7,1	28,6	57,1	14,3	0
Área R	0	0	0	100	57,1	42,9	0	0
Área S	50,0	21,4	14,3	14,3	50,0	21,4	14,3	14,3
Área T	42,9	35,7	21,4	0	0	0	0	100
Área U	57,1	28,6	14,3	0	0	0	0	100
Total	122	47	27	97	81	51	21	141

Os resultados não mostraram diferença quanto à acurácia entre os dois grupos. Todas as Zonas de Preservação da Vida Marinha avaliadas ficaram incluídas nas áreas de maior potencial de resiliência. Os valores do potencial de resiliência calculados a partir dos dados do Conselho gestor variaram de 37 a 75 pontos enquanto que os valores do Grupo reduzido tiveram uma amplitude um pouco menor, indo de 37 a 73. Por essa razão, houve diferença no intervalo usado na separação das três categorias de potencial de resiliência resultando em variação no número de áreas incluídas em cada categoria (Tabela 2). As diferenças mais notáveis foram das áreas L, Q e E, as quais eram de moderado potencial de resiliência no Conselho e subiram para alto potencial de resiliência no Grupo reduzido. Além delas a área F também ascendeu de baixo potencial de resiliência (Conselho) para médio potencial de resiliência (Grupo reduzido). (Tabela 2).

Discussão

A adequação da análise do potencial de resiliência de Maynard e colaboradores (2010) mostrou-se uma ferramenta válida para os recifes brasileiros. Apesar do formato de oficina, proposto pelos autores não ter sido utilizado, os indicadores selecionados e a

abordagem dada a cada um deles em forma de questionário foi funcional e não gerou dúvidas nos entrevistados. Os rankings gerados por ambos os grupos diferiram minimamente e mostraram acurácia, refletindo bem à realidade. Entretanto, quando aplicada junto ao conselho gestor, a metodologia foi mais precisa, gerando menos discordâncias entre os avaliadores.

De modo geral, para adequar o método, selecionamos indicadores de resiliência recifal que fossem relevantes para os recifes brasileiros e excluímos os que não se aplicavam. Por exemplo, Maynard e colaboradores (2010) utilizaram indicadores como “impactos físicos naturais” que não corresponde ao que ocorrer nos recifes do Brasil. Em contrapartida, inserimos dois indicadores que Maynard e colaboradores (2010) não contemplaram, mas que foram baseados nos indicadores propostos por Obura e Grimsditch (2009) foram eles: a “distância da costa” e a “heterogeneidade de ecossistemas”.

A similaridade entre o ranking obtido pelo conselho gestor e o ranking obtido pelo grupo reduzido mostra que ambos os grupos dominam o conhecimento ecológico do local. Usar o conselho gestor como grupo para avaliar os indicadores de resiliência trouxe a vantagem de garantir pessoas de diferentes áreas de atuação e municípios que conhecem e acompanham o funcionamento da UC. Também percebemos que, independente da atuação do entrevistado, a similaridade desse ranking com o ranking com grupo reduzido, mostra que não houveram respostas tendenciosas. A desvantagem é que essa opção só é viável apenas no caso de estudos dentro de UCs que tenham conselho gestor constituído e atuante, como no caso de nossa área teste. Além disso, conselhos numerosos podem vir a dificultar a execução da metodologia. Aqui, vimos que no caso do Conselho gestor, a união de pessoas de diferentes setores, com vivências distintas e conhecimento sobre diferentes indicadores (ex: pesca, saúde dos corais, organismos bioerosivos) resultou na redução das respostas únicas (U). O percentual mais elevado de perguntas não respondidas (não sei) reflete a heterogeneidade do grupo, mas também confirma a confiança nas respostas, já que cada avaliador só respondeu sobre o que de fato sabia. Diferente do esperado, o grupo reduzido, apesar de ter a vantagem de ser pouco numeroso e ter conhecimento da área, facilitando a dinâmica de trabalho, concordou menos e o número de respostas únicas (U) foi maior do que na aplicação do método com o conselho gestor. A desvantagem do uso de um grupo reduzido é não abranger diferentes áreas de atuação.

Apesar da maior precisão nos dados do conselho, o resultado final do ranking de potencial de resiliência entre as áreas foi bem similar entre os dois grupos. É provável que a maior precisão do Conselho gestor seja devido a área marinha protegida que usamos como estudo de caso ter um conselho gestor numeroso, heterogêneo, multidisciplinar e atuante. No entanto, os dados mostram ser totalmente viáveis a utilização de um Grupo reduzido conhecedor da área para análise do potencial de resiliência, em especial em áreas não tão extensas. Isso significa que a metodologia pode também ser aplicada a áreas marinhas que ainda não estão protegidas, auxiliando na escolha das áreas, na definição da categoria de Unidades de Conservação a serem criadas, além da aplicabilidade na definição de zoneamento ou revisão de zoneamento dentro de UCs já existentes. Isto é importante já que um dos maiores desafios da conservação dos recifes brasileiros é a gestão adequada das unidades de conservação já existentes (Gerhardinger *et al.*, 2010).

Em relação à acurácia, tanto o ranking gerado pelo Conselho gestor, quanto o gerado pelo Grupo reduzido mostraram acurácia, ou seja, as ZPVM foram classificadas com alto potencial de resiliência, enquanto que as ZV foram classificadas com um potencial de resiliência reduzido. Apenas a área N não encaixou-se nesse padrão. Apesar de ser uma ZV, sua pontuação refletiu alto potencial de resiliência e isso reforça que o conhecimento do atual zoneamento não influenciou nem o Conselho gestor nem o Grupo reduzido nas respostas, não criando viés.

Em termos práticos, a análise do potencial de resiliência de Maynard e colaboradores (2010) vem sendo aplicada em diferentes recifes ao redor do planeta. Pioneiramente, na Baía de Keppel, localizada ao sul da Grande Barreira de Corais, Austrália, essa aplicação identificou o impacto físico antropogênico como a maior ameaça à resiliência da área de estudo e, como medida mitigatória, foi proposta a redução do dano causado pela ancoragem de navios (Maynard *et al.*, 2010). Os dados gerados na Baía de Keppel, ainda foram úteis em estudos posteriores sobre branqueamento de colônias de coral (Kennedy *et al.*, 2017). Já no Caribe mexicano, a análise do potencial de resiliência foi adaptada e aplicada em uma Área Marinha Protegida. Lá, foram utilizados dados de monitoramento para responder às perguntas do questionário e a baixa classificação da resiliência em determinadas áreas deveu-se à alta pressão pesqueira, baixa biomassa de herbívoros, alta abundância de espécies invasoras, elevados níveis de nutrientes e influência negativa de impactos físicos antropogênicos.

Dentre as medidas mitigatórias propostas estavam a melhoria da aplicação do regulamento, ampliação do tamanho de áreas “intocáveis”, remoção de espécies invasoras, estabelecimento de padrões de nível de nutrientes e realocação da pressão turística (Ladd e Collado-Vides, 2013).

Especialistas em recifes de coral indicam a RBM como uma potencial ferramenta na gestão eficaz desses ecossistemas. Por exemplo, a fim de fortalecer a resiliência no distrito de Kubulau, em Fiji, um manejo co-adaptativo redefiniu os limites e regras de gestão numa rede de áreas marinhas protegidas (Weeks e Jupiter, 2013). Além disso, também foi visto recentemente que métodos de monitoramento com avaliação de resiliência são mais eficazes do ponto de vista ecológico do que métodos tradicionais de monitoramento (Lam *et al.*, 2017). Entretanto, outros autores que defendem o aquecimento do oceano como a maior causa da perda de coral, ao invés dos indicadores que atuam em escala local (Bruno *et al.*, 2019). Alguns outros,

Esperamos que futuras aplicações de nossa adequação de metodologia possam contribuir no gerenciamento de áreas recifais brasileiras, protegidas ou não, através da identificação dos indicadores de resiliência que precisam ser fortalecidos e/ou manejados.

Conclusão

A análise do potencial dos indicadores de resiliência adequado à realidade dos recifes brasileiros traz uma ferramenta simples e imediata que, quando executada de maneira correta, fornece os subsídios necessários para direcionar esforços de manejo e tornar a gestão da área estudada mais eficaz. Concluímos que mesmo na impossibilidade de realizar uma oficina, a abordagem da metodologia com um grupo grande e heterogêneo, tal qual o Conselho Gestor é mais eficaz do que o Grupo reduzido no caso de áreas maiores ou Unidades de Conservação extensas. Entretanto, visto que esses Conselhos são numerosos, sugerimos categorizar as perguntas e direcioná-las aos entrevistados específicos que saberão respondê-las, evitando assim perguntas não respondidas ou respostas únicas. Além disso, a fim de um maior detalhamento em estudos futuros, também sugerimos classificar o indicador de poluição em níveis, assim como a conectividade numa escala espacial. No caso de áreas menores ou Unidades de Conservação pequenas, recomendamos que a abordagem seja feita com um grupo reduzido, a fim de minimizar divergências. Em todo caso, se viável, recomendamos a

utilização de oficinas para obtenção dos dados. Também concluímos que mesmo que a adequação da metodologia seja direcionada ao Brasil, entendemos a particularidade de cada área recifal e achamos pertinente que futuros estudos façam uma avaliação prévia da área, sua gestão e possíveis exclusões de indicadores/perguntas não cabíveis antes de aplicar de fato a metodologia, evitando vieses.

Informação Suplementar

Tabela Suplementar 1. Número de pessoas que responderam o questionário e classificação das respostas fornecidas pelo Conselho gestor: concordância (C); divergência parcial (DP); divergência total (D); resposta única (U); ninguém soube responder (*).

	Número de questionados	Conectividade	Livre de poluição	Livre de pesca	Cobertura de coral	Movimentação de águas	Abundância de herbívoros	Distância da costa	Livre de danos físicos	Saúde dos corais	Heterogeneidade de ecossistemas	Livre de sedimentação	Livre de bioerosão	Submersão	Complexidade topográfica	Livre de turbidez
Área A	2	C	C	C	C	C	C	-	C	DP	C	C	U	DP	C	DP
Área B	2	C	DP	C	DP	C	C	-	DP	DP	C	*	U	DP	C	C
Área C	3	C	C	C	C	C	C	-	C	C	C	D	C	C	C	C
Área D	2	C	DP	DP	C	C	DP	-	D	U	C	DP	C	DP	DP	DP
Área E	1	U	U	U	U	U	U	-	U	U	U	U	U	U	U	U
Área F	2	C	DP	DP	U	C	DP	-	D	U	D	DP	U	D	DP	U
Área G	2	C	C	C	D	C	U	-	C	U	D	D	U	D	D	C
Área H	5	C	C	C	DP	C	C	-	C	DP	C	C	C	C	C	C
Área I	2	C	DP	DP	U	C	C	-	C	U	U	DP	U	C	U	U
Área J	3	C	C	D	DP	C	C	-	C	C	C	C	U	D	C	U
Área K	3	C	C	C	C	C	C	-	DP	U	C	DP	DP	C	C	D
Área L	1	U	U	U	U	U	U	-	U	U	U	U	U	U	U	U
Área M	1	U	U	U	U	U	U	-	U	U	U	U	U	U	U	U
Área N	1	U	U	U	U	U	U	-	U	U	U	U	U	U	U	U
Área O	2	U	U	U	U	C	U	-	C	C	C	C	C	DP	D	C

Área P	4	C	C	C	D	C	C	-	C	C	C	C	D	C	C	C
Área Q	2	C	DP	D	C	D	C	-	DP	DP	D	DP	DP	D	U	C
Área R	1	U	U	U	U	U	U	-	U	U	U	U	U	U	U	U
Área S	2	C	C	C	C	DP	C	-	C	U	D	D	U	C	DP	DP
Área T	2	C	C	DP	D	C	D	-	C	DP	D	DP	DP	C	DP	C
Área U	2	DP	DP	C	DP	C	D	-	C	DP	C	C	C	D	C	C

Tabela Suplementar 2. Número de pessoas que responderam o questionário e classificação das respostas fornecidas pelo Grupo reduzido: concordância (C); divergência parcial (DP); divergência total (D); resposta única (U).

	Número de questionados	Conectividade	Livre de poluição	Livre de pesca	Cobertura de coral	Movimentação de águas	Abundância de herbívoros	Distância da costa	Livre de danos físicos	Saúde dos corais	Heterogeneidade de ecossistemas	Livre de sedimentação	Livre de bioerosão	Submersão	Complexidade topográfica	Livre de turbidez
Área A	2	C	C	DP	DP	C	DP	-	D	D	DP	C	U	D	D	DP
Área B	1	U	U	U	U	U	U	-	U	U	U	U	U	U	U	U
Área C	4	C	C	C	DP	C	C	-	DP	C	C	C	D	DP	C	C
Área D	1	U	U	U	U	U	U	-	U	U	U	U	U	U	U	U
Área E	2	C	U	C	C	C	U	-	D	DP	D	D	U	DP	C	DP
Área F	2	C	U	DP	DP	C	U	-	U	DP	D	C	C	DP	DP	DP
Área G	2	C	U	C	C	C	DP	-	C	DP	D	U	C	DP	D	D
Área H	4	C	DP	C	C	C	C	-	DP	DP	C	C	D	DP	C	D
Área I	2	C	U	C	D	C	DP	-	C	DP	U	C	DP	DP	C	U
Área J	3	C	C	C	C	C	C	-	C	C	C	C	C	C	D	U
Área K	1	U	U	U	U	U	U	-	U	U	U	U	U	U	U	U
Área L	1	U	U	U	U	U	U	-	U	U	U	U	U	U	U	U
Área M	2	DP	C	C	C	C	C	-	C	DP	DP	DP	D	DP	DP	C
Área N	1	U	U	U	U	U	U	-	U	U	U	U	U	U	U	U

Área O	1	U	U	U	U	U	U	-	U	U	U	U	U	U	U	U
Área P	1	U	U	U	U	U	U	-	U	U	U	U	U	U	U	U
Área Q	2	DP	C	C	DP	C	DP	-	C	DP	DP	DP	D	DP	D	DP
Área R	2	C	C	C	C	DP	C	-	C	U	D	D	U	C	DP	DP
Área S	1	U	U	U	U	U	U	-	U	U	U	U	U	U	U	U
Área T	1	U	U	U	U	U	U	-	U	U	U	U	U	U	U	U
Área U	2	DP	C	C	C	C	DP	-	DP	DP	C	C	C	DP	C	DP

Referências

- ABREU, F.L.; *et al.* A diversidade no uso e ocupação da Zona Costeira do Brasil: A sustentabilidade como necessidade. *Conex. Ci. e Tecnol. Fortaleza/CE*, 11(5): 8-16, 2017
- AMARAL, A.C.Z; JABLONSKI, S. Conservação da biodiversidade marinha e costeira no Brasil. *Megadiversidade*, 1(1): 43-51, Brasília, DF, Brasil, 2005.
- ANDERIES, J.M.; *et al.* Fifteen weddings and a funeral: case studies and resilience-based management. *Ecol Soc.*, 11(1): 21, 2006.
- ATTAYDE, J. L. 2005. Sólidos Totais em Suspensão. In: Amaral, R. F. *et al.*; 2005. Diagnóstico ambiental da área de uso turístico intensivo (AUTI) no Parracho de Maracajaú. Natal: UFRN/IDEMA. 128p. Relatório interno
- BAKER, A.C.. Symbiont diversity on coral reefs and its relationship to bleaching resistance and resilience. In: Rosenberg, E., Loya, Y. (Eds.), *Coral Health and Disease*: 177–194, 2004.
- BESTELMEYER, B.T.; BRISKE, D.D. Grand challenges for resilience-based management of rangelands. *Rangel. Ecol. Manag.*, 65 (6): 654–663, 2012.
- BRANDER, L.M.; *et al.* The recreational value of coral reefs: a meta-analysis. *Ecol Econom*, 63: 209–218, 2007.
- BROWN, B.E.; *et al.* Solar damage in intertidal corals. *Marine Ecology Progress Series*, 105: 219-230, 1994a.
- BRUNO, J.F.; *et al.* Climate Change, Coral Loss, and the Curious Case of the Parrotfish Paradigm: Why Don't Marine Protected Areas Improve Reef Resilience? *Annual Review of Marine Science*, 11: 307–34, 2019.
- CARPENTER, K.E.; *et al.* One-third of reef-building corals face elevated extinction risk from climate change and local impacts. *Science*, 321: 560–563, 2008.
- COKER, D.J.; *et al.* Interactive effects of live coral and structural complexity on the recruitment of reef fishes. *Coral Reefs*, 31: 919–927, 2012.
- CONNELL, J.H.; *et al.* A 30-year study of coral abundance, recruitment, and disturbance at several scales in space and time. *Ecological Monographs*, 67: 461-488, 1997.
- DAJOZ, R. 2005. Princípios de Ecologia. 7a ed., Artmed, 520p.
- DE'ATH, G.; *et al.* The 27-year decline of coral cover on the Great Barrier Reef and its causes. *Proc. Natl. Acad. Sci. U.S.A.*, 109: 17995–17999, 2012.
- DETHIER, M. N.; *et al.* Visual versus random-point percent cover estimations: 'objective' is not always better. *Mar. Ecol. Prog. Ser.*, 96: 93-100, 1993.

- DONE, T. J. ; *et al.* Coral growth on three reefs: development of recovery benchmarks using a space for time approach. *Coral Reefs*, 29: 815–833, 2010.
- DUNNE, R.P.; BROWN, B. E. The influence of solar radiation on bleaching of shallow water reefs corals in the Andaman Sea, 1993-1998. *Coral Reefs*, 20 : 201-210, 2001.
- ERFTEMEIJER, P.L.A.; *et al.* Effect of suspended sediment on fertilization success in the scleractinian coral *Pectinia lactuca*. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 92(4) : 741-745, 2012.
- FABRICIUS, K.E. Effects of terrestrial runoff on the ecology of corals and coral reefs: review and synthesis. *Marine Pollution Bulletin*, 50 : 125–146, 2005.
- FERNANDES, L.; *et al.* Establishing Representative No-Take Areas in the Great Barrier Reef: Large-Scale Implementation of Theory on Marine Protected Areas. *Conservation Biology*, 19 (6): 1733–1744, 2005.
- FERREIRA, B. P.; *et al.* The effects of sea surface temperatures anomalies on oceanic coral reef systems in the southwestern tropical Atlantic. *Coral Reefs*, 32(2): 441-454, 2013.
- FLOETER, S.R.; *et al.* Effects of fishing and protection on Brazilian reef fishes. *Biol Conserv*, 128: 391–402, 2006.
- FRANCINI-FILHO, R.B.; *et al.* Diseases leading to accelerated decline of reef corals in the largest South Atlantic reef complex (Abrolhos Bank, eastern Brazil). *Mar Pollut Bull*, 56: 1008–1014, 2008.
- GERHARDINGER, L. C; *et al.* Marine Protected Dramas: The Flaws of the Brazilian National System of Marine Protected Areas. *Environmental Management*, 47 (4): 630-43, 2010.
- GIGLIO, V. J.; *et al.* Large and remote marine protected areas in the South Atlantic Ocean are flawed and raise concerns: Comments on Soares and Lucas (2018). *Marine Policy*, 96: 13-17, 2018.
- GRAHAM, N.A.; *et al.* Managing resilience to reverse phase shifts in coral reefs. *Front Ecol Environ*, 11: 541–548, 2013.
- GREEN, A.L.; BELLWOOD, D.R. Monitoring functional groups of herbivorous reef fishes as indicators of coral reef resilience. A practical guide for coral reef managers in the Asia Pacific Region. IUCN working group on Climate Change and Coral Reefs, pp. 6–70. Gland, Switzerland: IUCN, 2009.
- GRIMSDITCH, G.D.; SALM, R.V. 2006. Coral reef resilience and resistance to bleaching. IUCN, Gland.
- GUEST, J. R.; *et al.* Contrasting patterns of coral bleaching susceptibility in 2010 suggest an adaptive response to thermal stress. *PLoS ONE* 7, e33353, 2012.
- GUZMAN, H.M.; HOLST, I. Inventario biológico y estado actual de los arrecifes coralinos a ambos lados del Canal de Panamá. *Rev. Biol. Trop.*, 42: 493–514, 1994.
- HALLOCK, P. The role of nutrients availability in bioerosion: consequences to carbonate buildup. *Palaeogeography, Palaeoclimatology, Palaeoecology*, 62: 275–291, 1988.
- HALLOCK, P.; *et al.* Coral reef decline. *National Geographic Research and Exploration*, 9: 358– 378, 1993.
- HOCK, K.; *et al.* Connectivity and systemic resilience of the Great Barrier Reef. *PLoS Biology*, 15 (11): e2003355, 2017.
- HOEGH-GULDBERG, O. Climate change, coral bleaching and the future of the world’s coral reefs. *Mar Freshwater Res*, 50 (8): 839–866, 1999.
- HUGHES, T.P. Catastrophes, phase shifts, and large-scale degradation of a Caribbean coral reef. *Science*, 265: 1547–1551, 1994.
- HUGHES, T.P.; TANNER, J. E. Recruitment failure, life histories, and long-term decline of Caribbean corals. *Ecology*, 81: 2250–2263, 2000.
- HUGHES, T.P.; *et al.* New paradigms for supporting the resilience of marine ecosystems. *Trends in Ecology and Evolution*, 20 (7): 380-386, 2005.

- HUGHES, T.P.; *et al.* Phase shifts, herbivory, and the resilience of coral reefs to climate change. *Current Biology*, 17: 360–365, 2007.
- HUGHES, T.P.; *et al.* Global warming and recurrent mass bleaching of corals. *Nature*, 543: 373–377, 2017.
- IBGE (Instituto Brasileiro de Geografia e Estatística). Censo Demográfico 2010 - Características da população e dos domicílios, 2011 [<https://censo2010.ibge.gov.br/resultados.html>]. Acesso em: 19 fevereiro 2018.
- ICMBio. 2013. PLANO DE MANEJO ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL COSTA DOS CORAIS. Tamandaré, ICMBio, 73 p.
- JONES, P.J.S. Marine protected area strategies: issues, divergences and the search for middle ground. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*, 11(3): 197–216, 2001.
- KENNEDY, E.V.; *et al.* Coral bleaching in the southern inshore Great Barrier Reef: a case study from the Keppel Islands. *Mar Freshw Res*, 69 (1): 191-197, 2017.
- KIKUCHI, R. K. P.; *et al.* Conservation status and spatial patterns of AGRRA vitality indices in Southwestern Atlantic reefs. *Rev. Biol. Trop.*, 58: 1-31, 2010.
- KININMONTH, S.; *et al.* Spatial vulnerability assessment of anchor damage within at the Great Barrier Reef World Heritage area. *Ocean & Coastal Management*, 100: 20-31, 2014.
- KLEYPAS, J.A.; YATES, K.K. Coral reefs and ocean acidification. *Oceanography*, 284: 118–120, 2009.
- LADD, M.; COLLADO-VIDES, L. Practical applications of monitoring results to improve managing for coral reef resilience: A case study in the Mexican Caribbean. *Biodiversity and Conservation*, 22 (8): 1591–1608, 2013.
- LAM, V.Y.Y.; *et al.* The influence of resilience-based management on coral reef monitoring: A systematic review. *PLoS ONE*, 12 (2): e0172064, 2017.
- LEAL, I. C. S.; *et al.* Coral reef fish association and behaviour on the fire coral *Millepora* spp. in north-east Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 93: 1703–1711, 2013.
- LEÃO, Z.M.A.N.; *et al.* Corals and coral reefs of Brazil. In *Latin American Coral Reefs*, ed. J. Cortés.Elsevier, Amsterdam, pp. 9-52, 2003.
- LEÃO, Z.M.A.N.; *et al.* Brazilian coral reefs in a period of global change: A synthesis. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64: 97–116, 2016.
- LOYA, Y.; *et al.* Coral bleaching: the winners and the losers. *Ecol Lett*, 4: 122–131, 2001.
- MAYNARD, J.A.; *et al.* Major bleaching events can lead to increased thermal tolerance in corals. *Mar. Biol.*, 155: 173–182, 2008.
- MAYNARD, J.A.; *et al.* Building resilience into practical conservation: identifying local management response. *Coral Reefs*, 29: 381-391, 2010.
- MCCLANAHAN, T.R.; *et al.* Ecological states and the resilience of coral reefs. *Conservation Ecology*, 6(2), 2002.
- McCOOK, L.; *et al.* Competition between corals and algae on coral reefs: a review of evidence and mechanisms. *Coral Reefs*, 19: 400-417, 2001.
- MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. Cadastro Nacional de Unidades de Conservação (CNUC). Unidades de Conservação por Bioma, 2018. Disponível em: www.mma.gov.br/cadastro_uc
- MOBERG, F.; FOLKE, C. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecol Econom*, 29: 215–233, 1999.
- MUMBY, P.J. Bleaching and hurricane disturbances to populations of coral recruits in Belize. *Marine Ecology Progress Series*, 190: 27–35, 1999.

- MUMBY, P.J. The impact of exploiting grazers (*Scaridae*) on the dynamics of Caribbean coral reefs. *Ecol Appl*, 16:747–769, 2006.
- MUMBY, P.J.; *et al.* Fishing, trophic cascades, and the process of grazing on coral reefs. *Science*, 311: 98–101, 2006.
- NEWTON, K.; *et al.* Current and future sustainability of island coral reef fisheries. *Curr Biol*, 17: 655–658, 2007.
- NYSTRÖM, M.; *et al.* Capturing the cornerstones of coral reef resilience: Linking theory to practice. *Coral Reefs*, 27: 795–809, 2008.
- OBURA, D.O. Resilience and climate change: lessons from coral reefs and bleaching in the Western Indian Ocean. *Estuar Coast Shelf Sci*, 63: 353–372, 2005.
- OBURA, D.O.; GRIMSDITCH, G. Resilience assessment of coral reefs – Assessment protocol for coral reefs, focusing on coral bleaching and thermal stress. Gland, Switzerland: IUCN. 70pp, 2009.
- ODUM, E.P.; BARRETT, G.W. 2007. Fundamentos de Ecologia. 5ª Ed. Thomson Learning. São Paulo, 616p.
- OLIVOTTO, I.; *et al.* Advances in breeding and rearing marine ornamentals. *J World Aquac Soc*, 42: 135–166, 2011.
- ONTON, K.; *et al.* Distribution and drivers of coral disease at Ningaloo reef, Indian Ocean. *Marine Ecology Progress Series*, 433: 75-84, 2011.
- PANDOLFI, J.M.; *et al.* Projected coral reef futures under global warming and ocean acidification. *Science*, 333: 418–422, 2011.
- ROBERTS, C.M. Connectivity and management of Caribbean coral reefs. *Science*, 278: 1454–1457, 1997.
- SOARES, M.O.; LUCAS, C. C. Towards large and remote protected areas in the South Atlantic Ocean: St. Peter and St. Paul’s Archipelago and the Vitória-Trindade Seamount Chain. *Marine Policy*, 93: 101-103, 2018.
- SOKAL, R.R.; F.J. ROHLF. 1995. Biometry: the principles of statistics in biological research. New York, Freeman, 887p.
- SOONG, K. Colony size as a species character in massive reef corals. *Coral Reefs*, 12: 77–83, 1993.
- SPALDING, M.; *et al.* Mapping the global value and distribution of coral reef tourism. *Marine Policy*, 82: 104-113, 2017.
- TEDESCO, E. C.; *et al.* Conservation of Brazilian coral reefs in the Southwest Atlantic Ocean: a change of approach. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 45(2): 228 – 245, 2017.
- VAN WOESIK, R.; *et al.* Revisiting the winners and the losers a decade after coral bleaching. *Mar Ecol Prog Ser*, 434: 67–76, 2011.
- WEEKS, R.; JUPITER, S.D. Adaptive comanagement of a marine protected area network in Fiji. *Conserv. Biol*, 27 (6): 1234–1244, 2013.
- WINKLER, R.; *et al.* The skeleton eroding band disease on coral reefs of Aqaba, Red Sea. *PSZNI Marine Ecology*, 25: 129-144, 2004.
- ZIEGLER, M.; *et al.* Status of coral reefs of Upolu (Independent State of Samoa) in the South West Pacific and recommendations to promote resilience and recovery of coastal ecosystems. *Marine Pollution Bulletin*, 129: 392–398, 2018.

ACESSANDO A RESILIÊNCIA NA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL COSTA
DOS CORAIS (NORDESTE DO BRASIL) PARA EMBASAR DECISÕES DE
MANEJO

Introdução

Os recifes de corais estão entre os ecossistemas mais produtivos e biologicamente diversos da Terra. São as maiores estruturas biogênicas do mundo, servindo como importantes áreas de desova, berçário, reprodução e alimentação para uma variedade de organismos, mantendo uma vasta diversidade biológica e biblioteca genética para futuras gerações (Moberg e Folke, 1999; Mumby e Steneck, 2008).

O Brasil possui os únicos sistemas recifais costeiros do Atlântico Sul, com características peculiares que incluem uma baixa riqueza de espécies coralíneas e uma fauna com alto grau de endemismo. Os recifes brasileiros são caracterizados ainda por ocorrerem em águas com alto grau de turbidez quando comparados aos recifes de outras regiões, apresentando grandes discontinuidades e sendo distribuídos como estreitas linhas próximas à costa (Zilberberg *et al.*, 2016). Além disso, a costa brasileira está localizada sobre uma plataforma continental estável, evitando que ocorra a degradação dos recifes por eventos naturais catastróficos, como furacões e tsunamis (Ferreira e Maida, 2006). A maior ameaça aos recifes de corais no Brasil parece estar relacionada ao impacto antropogênico como o turismo desordenado, a expansão urbana, a pesca predatória, a poluição e a coleta de corais (Maida e Ferreira, 2003; Tedesco *et al.*, 2017).

Com o aumento da população humana, os impactos antropogênicos nos recifes têm crescido exponencialmente. Em muitos deles, o estoque reduzido de peixes herbívoros devido à pesca predatória e a adição de nutrientes provindos de atividades terrestres têm causado mudança de fase, de uma dominância original por corais para uma predominância de outros organismos não-construtores (Hughes *et al.*, 2003), alterando a capacidade dos recifes para lidar com perturbações. Um exemplo é a crescente mudança de fase na costa brasileira devido à proximidade de portos e áreas urbanizadas (Cruz *et al.*, 2018). Além disso, perturbações ao ecossistema também

podem ocorrer devido à introdução, supressão ou remoção de algum distúrbio (Nyström *et al.*, 2000).

A resiliência é caracterizada pela capacidade dos ecossistemas em absorver distúrbios naturais e humanos enquanto continua a se regenerar, sem se degradar lentamente ou flutuar em estados alternativos (Hughes *et al.*, 2005). Além disso, é um atributo imprescindível para a manutenção e recuperação de recifes atualmente confrontados por múltiplos estressores e complexos efeitos da mudança climática (Ladd e Collado-Vides, 2013). Estudos documentam estratégias que sustentem a resiliência dos recifes como, por exemplo, reduzir a poluição costeira de modo que a boa qualidade da água seja mantida (Humanes *et al.*, 2017) e implementar a criação de áreas marinhas protegidas (Bellwood *et al.*, 2004). A análise do potencial da resiliência tem sido proposta como uma forma inovadora de gerenciar a interação entre diferentes usos e a saúde dos ecossistemas, sendo considerada uma estratégia para evitar a crescente degradação (Nyström *et al.*, 2008). Por isso, a fim de subsidiar a gestão do ecossistema, algumas ferramentas têm sido descritas para calcular e comparar a resiliência de diferentes áreas de recifes de corais visando sua conservação (Obura e Grimsditch, 2009; Maynard *et al.*, 2010).

Uma das principais estratégias para a conservação e recuperação dos ecossistemas recifais é a criação de áreas protegidas. De acordo com o Sistema Nacional de Unidades de Conservação (SNUC) (Brasil, 2011), Área de Proteção Ambiental (APA) é uma área de uso sustentável, geralmente de grande extensão, com certo grau de ocupação humana e atributos importantes para a qualidade de vida e bem-estar humano, tendo o principal objetivo de proteger a biodiversidade, regular a ocupação e assegurar sustentabilidade. Visando a conservação do ecossistema marinho brasileiro, foi criada a Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (APACC) em outubro de 1997, sendo a maior unidade de conservação federal marinha costeira e a primeira a proteger parte dos recifes costeiros do Nordeste (Ferreira *et al.*, 2001; ICMBio, 2013). A existência de recifes de corais e manguezais é uma das principais características da unidade, garantindo uma alta biodiversidade representada por diversos grupos marinhos como algas, corais, peixes, crustáceos, moluscos, mamíferos aquáticos e outros (ICMBio, *s. d.*). A APACC organiza sua área em parcelas denominadas Zonas, com distintos tipos de uso, onde existem áreas regulamentadas para atividades como pesca, preservação da vida marinha e recreação, a fim de se obter o uso sustentável dos recursos e a preservação ambiental. No zoneamento da unidade, as áreas são delimitadas e seus usos

definidos segundo diretrizes específicas, organizadas no plano de manejo da unidade (ICMBio, 2013).

Devido à grande extensão da APACC (120 km de extensão) e seus múltiplos usos, um dos maiores desafios da gestão é a definição e revisão dessas zonas. O zoneamento precisa ser revisado frequentemente e pode ser modificado ao longo do tempo por novas informações técnico-científicas (pesquisa e monitoramento), identificação de novas ameaças, além de uma constante análise para verificar a eficiência deste zoneamento (ICMBio, 2013). Incorporar informações relacionadas à resiliência pode contribuir na identificação das áreas prioritárias para a conservação, contribuindo na revisão do zoneamento da unidade e otimizando a gestão.

O objetivo deste estudo foi realizar uma análise inédita do potencial de resiliência do ponto de vista comparativo entre diferentes áreas dentro da APACC, relacionando com os indicadores de resiliência e sendo aplicado em recifes sob diferentes usos e conservação. Nossa hipótese é de que que áreas com maiores pontuações serão as de proteção de vida marinha e áreas de menores pontuações serão as de visitação e/ou pesca. Os resultados desta pesquisa fornecerão dados úteis que podem contribuir para uma melhor gestão, possibilitando um zoneamento mais eficiente no território da APACC, auxiliando na conservação dos recifes de coral e na valorização do conhecimento dos atores locais.

Metodologia

Área de estudo

A Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (APACC) está localizada entre os Estados de Pernambuco e Alagoas, sendo constituída por 13 municípios e cerca de 120 km de extensão (ICMBio, *s. d.*) (Figura 1).

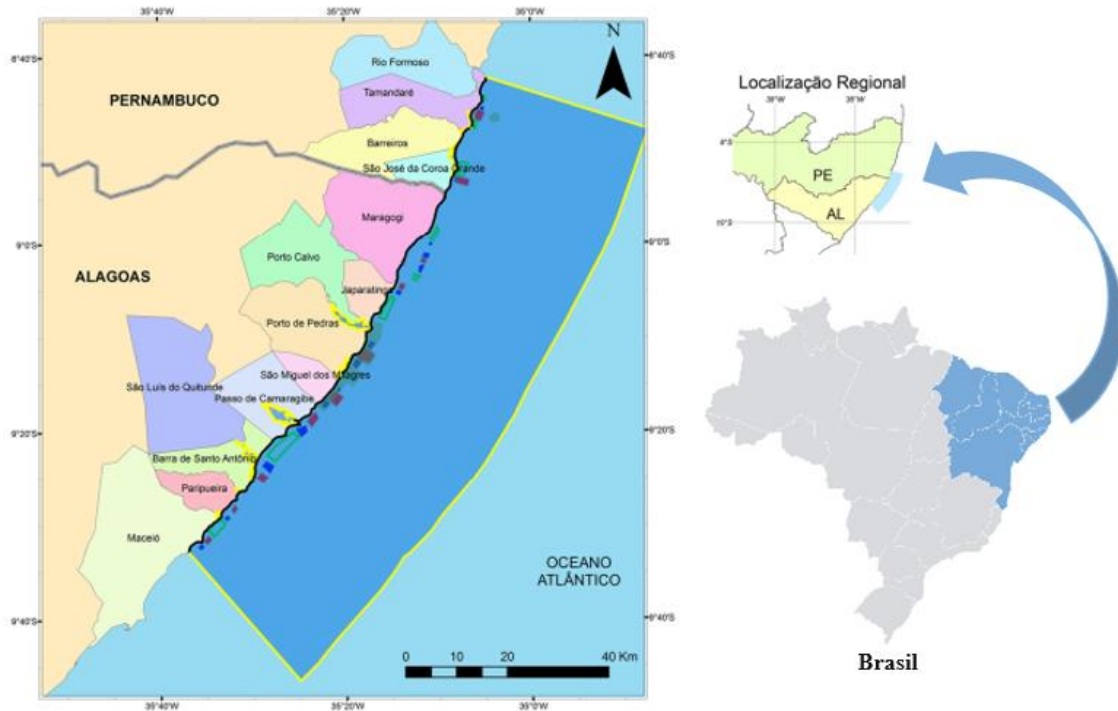


Figura 2. Localização da APACC (Imagem adaptada de: APA Costa dos Corais/ICMBio)

A APACC possui um Conselho Gestor com representantes de diferentes setores de todos os Municípios e com reuniões frequentes, além de ser uma área alvo para diversos estudos científicos (*e.g.* Chaves *et al.*, 2013; Araújo e Bernard, 2016; Benevides *et al.*, 2018) Em 2013, foi aprovado o primeiro Plano de Manejo pelo Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade - ICMBio, sendo o seu zoneamento definido a partir de resultados da ação de manejo da própria equipe da APA ou de parceiros, como também de audiências públicas com a participação da comunidade local (ICMBio, 2013). Sua área é organizada por Zonas, sendo suas denominações e características exibidas na Tabela 1.

Tabela 1. Organização do zoneamento na APACC e características de cada zona (Fonte: ICMBio, 2013).

Zonas	Caracterização
Zona de Uso Sustentável (ZUS)	Áreas destinadas ao uso geral, porém sujeitas às normas gerais da área protegida. Abrange toda a extensão da APACC, exceto as demais zonas.
Zona de Praia (ZP)	Da linha de preamar média até a linha de baixa mar média (área de fluxo e refluxo de maré).
Zona de Conservação (ZC)	Áreas destinadas ao manejo específico de espécies e/ou habitats dentro dos ecossistemas.
Zona Exclusiva de Pesca (ZEP)	Áreas destinadas ao uso dos recursos pesqueiros por pescadores profissionais.
Zona de	Áreas destinadas ao uso turístico empresarial ou comunitária e de

<i>Visitação (ZV)</i>	conservação de habitat.
<i>Zona de Preservação da Vida Marinha (ZPVM)</i>	Áreas de proteção, onde não é permitida nenhuma atividade antrópica, exceto pesquisa autorizada. Representa o mais alto grau de preservação.
<i>Zona de Transição (ZT)</i>	Área destinada a minimizar impactos negativos à Zona de Preservação da Vida Marinha (ZPVM).

Abordagem metodológica

Utilizando a metodologia de Maynard *et al.* (2010) adaptada aos recifes brasileiros (vide capítulo 1), foram selecionados 15 indicadores que foram considerados aplicáveis à APA Costa dos Corais. O questionário que avaliava tais indicadores foi respondido pelos membros do Conselho Gestor da APACC, que é composto por conselheiros oriundos de instituições públicas e civis, de pesquisa, gestores, de organizações ligadas à atividade pesqueira e profissionais do turismo, havendo representantes de todos os municípios que compõem a APA. O conselho atualmente é composto por 28 membros titulares e 28 suplentes, de 45 instituições distintas.

Para abordagem, uma reunião do Conselho Gestor da APACC foi aproveitada para aplicação do questionário, sendo feita uma apresentação inicial de explanação da pesquisa, objetivos e metodologia. Em seguida, os questionários foram entregues e respondidos individualmente no momento mais oportuno. Todos os presentes que estiveram dispostos a colaborar, participaram sabendo que deveriam responder apenas os temas/áreas que de fato conheciam. Além disso, os pesquisadores estiveram sempre disponíveis para sanar eventuais dúvidas. Também é válido ressaltar que anexo ao questionário, haviam imagens com exemplos comuns do que seriam animais herbívoros, bioerosivos, corais duros e saudáveis e corais doentes/branqueados, caso a linguagem do questionário não fosse acessível o suficiente.

Na análise, foram selecionados seis municípios e 21 recifes (1 a 10km) ao longo de toda a extensão da APA Costa dos Corais (Tabela 2). O critério de escolha para cada local levou em consideração a seleção de recifes que tivessem diferentes usos definidos no zoneamento da APACC e o conhecimento do Conselho Gestor sobre a área, buscando recifes popularmente conhecidos ou com algum ponto de referência. É importante lembrar que, devido a constante renovação de cadeiras do Conselho Gestor da APACC, o zoneamento vigente não foi elaborado pelas mesmas pessoas que responderam à pesquisa.

Tabela 2. Municípios selecionados e suas respectivas áreas (formações recifais) dentro da APA Costa dos Corais

Município/Estado	Áreas (formações recifais)
<i>Tamandaré/PE</i>	Caieiras
	Pirambu do Norte
	Pirambu
	Poço da Elga
<i>São José da Coroa Grande/PE</i>	Canal do Gravatá
	Baliza
	Cruzeiro
<i>Maragogi/AL</i>	Ponta de Mangue
	Pedra do Cação
	Filha das Galés
	Ilha do Meio
<i>Japaratinga/AL</i>	Picãozinho
	Cordões
	João Martins
<i>Porto de Pedras/AL</i>	Carapitanga
	Poço da Velha
	Salvador
<i>São Miguel dos Milagres/AL</i>	Porto da Rua
	Piscina do Toque
	Piscina de São Miguel dos Milagres
	Piscina do Riacho

Avaliação da resiliência

Foram avaliados os 15 indicadores de resiliência, selecionados em estudo anterior (vide Capítulo 1) e classificados em “Críticamente importante”, “Muito importante” e “Importante” (Tabela 3). No questionário elaborado, os indicadores foram avaliados através de perguntas que direcionavam para a condição mais resiliente. Por exemplo, entendendo que a poluição é um fator que contribui negativamente para a resiliência, o questionário tinha a pergunta: “O recife é livre de poluição?”, desta forma, a resposta positiva (Sim) representava a situação ideal quanto à resiliência. Para o

cálculo da resiliência, foi atribuída a cada resposta do questionário assinalado como “Não”, “Parcialmente” e “Sim”, um valor de 1, 2 e 3, respectivamente, e cada indicador teve o valor de sua resposta no questionário multiplicado pelo seu valor de importância. Os fatores que estão indicados como “criticamente importante” tiveram seu valor de resposta multiplicado por 3, enquanto os que são classificados como “muito importante” foram multiplicados por 2, e os selecionados como “importante” multiplicados por 1. Apenas o indicador “Distância da costa” não esteve incluído no questionário, pois foi um fator analisado com o uso de mapas e aplicativos. Para classificar os recifes pela distância da costa foi identificada a diferença entre a maior e menor distância das formações recifais estudadas em relação à costa, sendo o resultado dividido por três e criando um ponto de corte para selecionar grandes, médias e pequenas distâncias. Assim, obtivemos as maiores distâncias consideradas como a resposta “Sim”, as médias consideradas como “Parcialmente” e as menores distâncias consideradas como a resposta “Não”.

Tabela 3. Indicadores utilizados para avaliação da resiliência na Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais e seus respectivos graus de importância (adaptado de Maynard *et al.*, 2010, capítulo 1).

Importância	Indicador de resiliência
<i>Criticamente Importante</i>	Conectividade Livre de poluição Livre de pesca Cobertura de coral
<i>Muito importante</i>	Movimentação de águas Abundância de herbívoros Distância da costa Livre de danos físicos
<i>Importante</i>	Heterogeneidade de ecossistemas Livre de sedimentação Livre de bioerosão Submersão Saúde dos corais Complexidade topográfica Livre de turbidez

Por fim, o cálculo da resiliência foi constituído pela soma de todos os fatores por local, e quanto maior a pontuação, maior o potencial de resiliência do recife. A diferença entre a maior e a menor pontuação foi dividida por três, resultando em um ponto de corte utilizado para classificar os recifes da APACC como sendo de baixo, médio e alto potencial de resiliência. A partir deste resultado, os recifes foram ranqueados, sendo identificadas áreas com alto, médio ou baixo potencial de resiliência e correlacionando-as com os indicadores analisados. Com isso, foi possível identificar os principais indicadores responsáveis pelos resultados e propor estratégias de conservação para manutenção de recifes com alto potencial de resiliência e estratégias de recuperação de setores com baixo potencial de resiliência, quando o responsável era um indicador que poderia ser alterado por ações de gestão.

Indicadores manejáveis

Dentre os 15 indicadores, 4 eram manejáveis, isto é, através de esforços da gestão, eles poderiam ser otimizados. Por exemplo, a pesca pode ser manejada, diferente da submersão ou da conectividade. Os 4 indicadores manejáveis foram: livre de poluição, livre de pesca, livre de danos físicos e livre de sedimentação, todos associados às ações antrópicas. Com o manejo desses 4 indicadores, mais 2 indicadores podem ser manejados indiretamente: abundância de herbívoros (livre de pesca) e livre de turbidez (livre de poluição). Os recifes foram analisados quanto a esses indicadores, e os que obtiveram as menores pontuações, foram os que podem ser mais beneficiados pela ação da gestão, enquanto os que obtiverem as maiores pontuações, foram considerados os menos beneficiados pelo manejo.

Aspectos legais

Os membros do conselho gestor receberam um Termo de Consentimento Livre e Esclarecido baseado nas diretrizes contidas na resolução do Conselho Nacional de Saúde nº 466/2012, Ministério da Saúde. O termo informou o objetivo e natureza do estudo e foi assinado pelo entrevistador e pelo entrevistado. Além disso, a pesquisa foi submetida e aprovada pelo Sistema de Autorização e Informação em Biodiversidade – SISbio (nº 58118) e pelo Comitê de Ética em Pesquisa da Universidade de Pernambuco (CAAE 74659817.1.0000.5207).

Resultados

As formações recifais avaliadas tiveram uma pontuação de 37 para menor potencial de resiliência e de 75 para maior potencial de resiliência. Dos 21 recifes analisados, cinco foram considerados como de alto potencial de resiliência, com pontuação entre 66 – 75; dez foram classificados como moderado potencial de resiliência, com pontuação entre 52 – 64; e seis foram indicados com baixo potencial de resiliência, com pontuação entre 37 – 50 (Tabela 4).

Tabela 4. Classificação das formações recifais dentro da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais de acordo com sua pontuação, potencial de resiliência e zona na qual a formação está inserida atualmente. MAR, Maragogi; JAP, Japaratinga; PORTO, Porto de Pedras; SJCG, São José da Coroa Grande; TAM, Tamandaré; SMM, São Miguel dos Milagres. ZPVM, Zona de Preservação da Vida Marinha; ZV, Zona de Visitação; ZEP, Zona Exclusiva de Pesca; ZUS, Zona de Uso Sustentável.

Ranking	Formação recifal (Município)	Pontuação	Zoneamento Atual
1º	Pedra do Cação (MAR)	75	ZPVM
2º	Filha das Galés (MAR)	72	ZV
3º	João Martins (JAP)	71	ZPVM
4º	Cordões (JAP)	70	ZPVM
5º	Poço da Velha (PORTO)	66	ZPVM
6º	Salvador (PORTO)	64	ZV
7º	Picãozinho (JAP)	64	ZV
8º	Canal do Gravatá (SJCG)	63	ZEP
9º	Ilha do Meio (MAR)	59	ZV
10º	Pirambu (TAM)	58	ZV
11º	Caieiras (TAM)	57	ZUS
12º	Ponta de Mangue (MAR)	56	ZUS
13º	Poço da Elga (TAM)	55	ZEP
14º	Pirambu do Norte (TAM)	53	ZEP
15º	Piscina do Riacho (SMM)	52	ZV
16º	Baliza (SJCG)	50	ZV
17º	Carapitanga (PORTO)	47	ZV

18°	Piscina de Porto da Rua (SMM)	42	ZV
19°	Piscina do Toque (SMM)	40	ZV
20°	Cruzeiro (SJCG)	39	ZUS
21°	Piscina de São Miguel dos Milagres (SMM)	37	ZV

 Baixa resiliência	 Média resiliência	 Alta resiliência
---	---	--

O município de Japaratinga teve recifes de pontuações mais elevadas, entre médio e alto potencial de resiliência. O município com recifes de pontuações mais baixas foi São Miguel dos Milagres, onde foram majoritariamente considerados recifes de baixo potencial de resiliência. Os recifes que obtiveram posições mais altas no ranking estão localizados em áreas restritas ao uso, enquanto as que estão presentes em Zonas de Visitação obtiveram as menores posições, representando cerca de 83% dos recifes com baixo potencial de resiliência. Todas as Zonas de Proteção da Vida Marinha foram consideradas áreas de alto potencial de resiliência. Para cada área, sua classificação no zoneamento e seu grau de resiliência podem ser vistos na Figura 2.

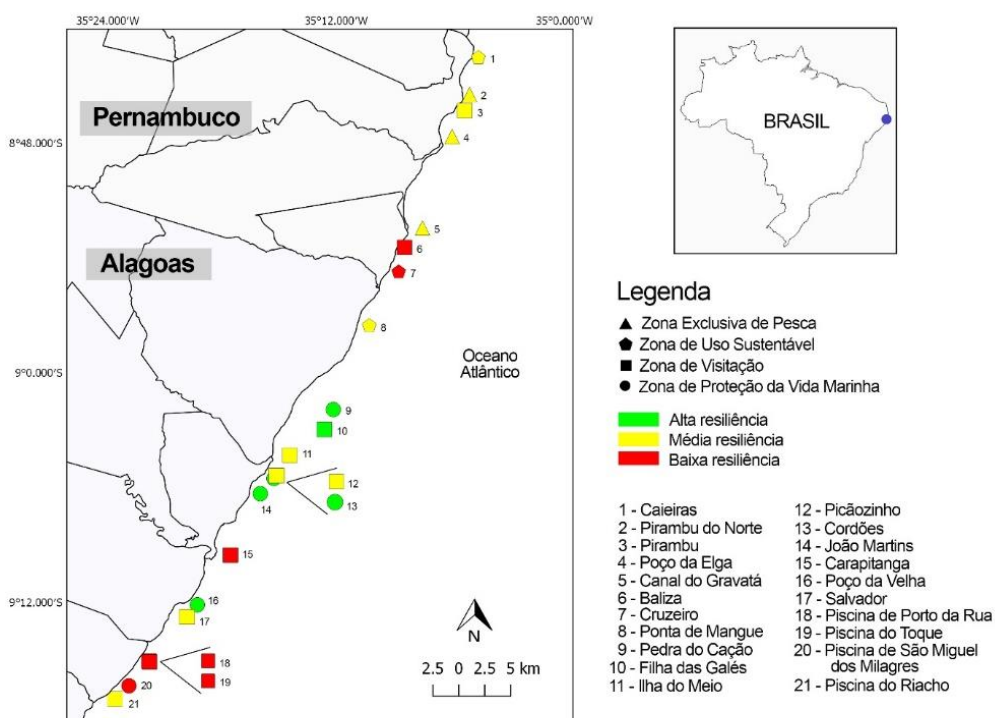


Figura 2. Formações recifais da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, considerando seu zoneamento atual e o grau de resiliência.

Entre os fatores classificados como criticamente importantes, a conectividade foi o indicador com maior presença em todas as áreas, contribuindo para a resiliência dos recifes (Figura 3). Por outro lado, os indicadores relacionados com a pesca, poluição e a cobertura coralínea foram os fatores menos pontuados, sendo responsáveis pelos baixos potenciais de resiliência de algumas áreas. Dentre os indicadores selecionados como muito importantes, a movimentação de águas foi o indicador apontado como o que mais promove a resiliência, enquanto que os relacionados com a distância da costa e danos físicos foram os que menos favoreceram (Figura 3). Dos fatores indicados como importantes, a ocorrência da submersão na maioria dos recifes elevou a resiliência, porém alguns indicadores como turbidez, sedimentação e bioerosão diminuíram a resiliência dos recifes. A visão geral dos indicadores de acordo com as pontuações atingidas e as pontuações ideais (pontuação máxima possível de cada indicador, considerando o peso das respostas e importância do indicador, evidenciando o mais alto grau de resiliência) pode ser visualizada na Figura 3 e as pontuações de cada indicador por área encontram-se na Tabela 5.

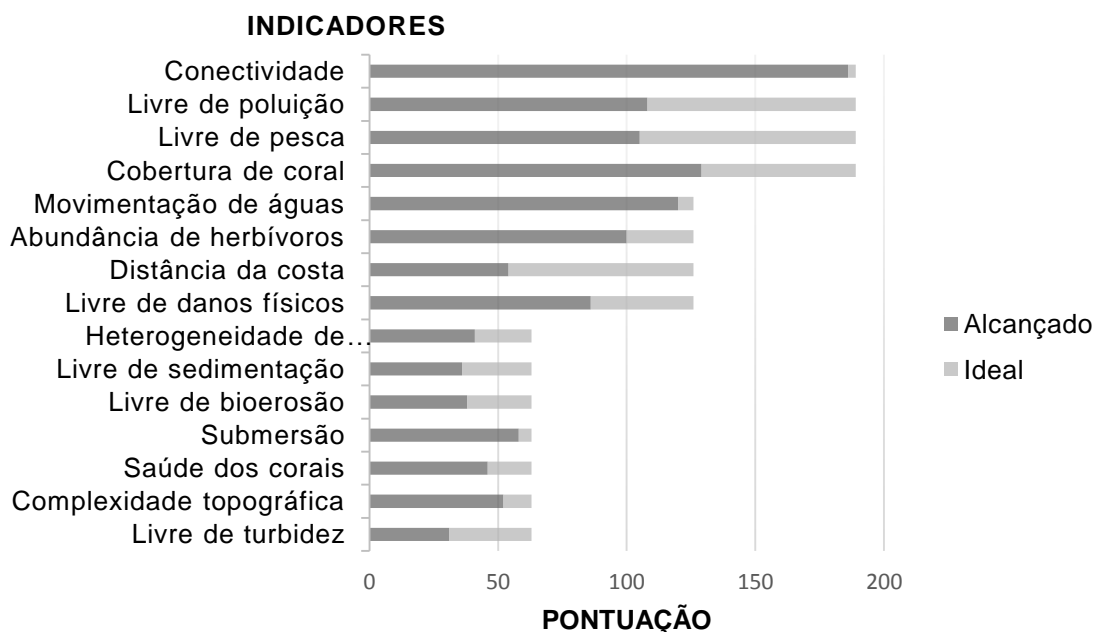


Figura 3. Pontuações gerais dos indicadores de resiliência nos recifes da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais. Barras maiores, médias e menores representam indicadores criticamente importantes, muito importantes e importantes, respectivamente.

Tabela 5. Pontuações de indicadores por área. Colorações verde, amarelo e vermelho representam respectivamente alta, média e baixa resiliência conferida. Indicadores em negrito, itálico e normal representam respectivamente Criticamente Importante, Muito Importante e Importante. Indicadores coloridos por cinza são os manejáveis.

Conectividade	Livre de poluição	Livre de pesca	Cobertura de coral	<i>Movimentação de águas</i>	<i>Abundância de herbívoros</i>	<i>Distância da costa</i>	<i>Livre de danos físicos</i>	Saúde dos corais	Heterogeneidade de ecossistemas	Livre de sedimentação	Livre de bioerosão	Submersão	Complexidade topográfica	Livre de turbidez
----------------------	--------------------------	-----------------------	---------------------------	------------------------------	---------------------------------	---------------------------	-------------------------------	------------------	---------------------------------	------------------------------	---------------------------	-----------	--------------------------	-------------------

Zonas de Uso Sustentável

Caieiras	9	3	3	6	6	6	2	6	3	3	1	1	3	3	2
Ponta de Mangue	9	6	3	6	6	6	2	2	3	3	1	3	2	3	1
Cruzeiro	9	3	3	3	6	2	2	2	1	1	1	1	3	1	1

Zonas Exclusiva de Pesca

Canal do Gravatá	9	6	3	9	6	6	2	6	3	1	3	2	3	3	1
Poço da Elga	6	6	6	6	6	4	2	2	2	3	2	2	3	3	2
Pirambu do Norte	9	6	3	3	6	6	2	4	3	1	2	1	3	3	1

Zonas de Visitação

Filha das Galés	9	6	9	9	6	6	6	6	3	1	2	2	3	3	1
Salvador	9	6	3	9	6	6	2	4	3	3	3	3	3	3	1
Picãozinho	9	6	9	9	6	6	4	2	3	1	1	1	3	3	1
Ilha do Meio	9	6	6	6	6	4	4	4	1	3	1	2	3	3	1
Pirambu	9	6	3	6	6	6	2	6	2	1	3	1	3	3	1
Piscina do Riacho	9	6	3	6	6	2	2	4	2	3	1	1	3	2	2
Baliza	9	6	6	3	6	2	2	6	1	1	1	1	3	2	1
Carapitanga	9	3	3	3	6	6	2	2	1	3	1	1	3	1	3
Porto da Rua	9	3	3	3	4	4	2	2	1	2	1	1	3	1	3
Piscina do Toque	9	3	3	3	4	2	2	2	1	3	1	2	2	2	1
Piscina de SMM	9	3	3	3	4	2	2	2	1	1	1	1	2	1	2

Zonas de Proteção da Vida Marinha

Pedra do Cação	9	6	9	9	6	6	6	6	3	3	2	3	3	3	1
João Martins	9	6	9	9	6	6	2	6	3	1	3	3	3	3	2
Cordões	9	6	9	9	6	6	2	6	3	1	3	3	3	3	1
Poço da Velha	9	6	6	9	6	6	2	6	3	2	2	3	1	3	2

Indicadores manejáveis

Os locais que mais se beneficiariam pela gestão são os recifes que obtiveram a menor pontuação possível em todos os quatro indicadores manejáveis analisados (livre de pesca, livre de poluição, livre de danos físicos e livre de sedimentação), sendo eles: Cruzeiro (ZUS), Carapitanga (ZV), Piscina de São Miguel dos Milagres (ZPVM) Piscina do Toque (ZV) e Piscina de Porto da Rua (ZV), que atingiram 9 pontos no conjunto desses fatores. O local que menos seria favorecido pela influência da gestão seria João Martins (ZPVM) que obteve 24 pontos, sendo o menos afetado pelos estresses de origem antrópica de acordo com os indicadores analisados.

Discussão

A metodologia para avaliação do grau de resiliência nos recifes de corais foi efetiva, permitindo a classificação dos recifes em seu respectivo grau de resiliência, além da capacidade de identificação de quais indicadores propiciam tais condições. Essa análise evidenciou ambientes seriamente perturbados por fatores antrópicos, como também recifes com características imprescindíveis para lidar com os distúrbios antrópicos que acumulam-se nos recifes brasileiros, principalmente próximo aos municípios costeiros (Magris *et al.*, 2018). Verificamos que áreas com o maior grau de resiliência estão nas ZPVM, indicando que a gestão nessas áreas tem sido eficaz e/ou que tais áreas foram devidamente escolhidas como locais propícios para garantir a recuperação recifal e dos estoques pesqueiros (um dos preceitos básicos para criação das ZPVM). Esse resultado corrobora com a implementação de uma Avaliação Rápida e Priorização da Gestão de Unidades de Conservação em 2016 que constatou, através de um período de 15 anos, que o gerenciamento da APACC tem sido acertado (Araújo e Bernard, 2016). Já as últimas posições do ranking foram ocupadas predominantemente por ZV, o que pode explicar a ocorrência de poluição, sedimentação e distúrbios físicos resultante do aumento da população costeira e turismo. Turismo esse que também reforça outro resultado apresentado por Araújo e Bernard (2016), constatando que a

pressão turística é tida como a principal ameaça da APACC. Isso é preocupante pois estudos mostram que existe uma relação inversamente proporcional entre a cobertura de coral e o uso do recife (Juhasz *et al.*, 2010). De acordo com Moberg e Folke (1999), os recifes de corais aparentam ser resilientes quando enfrentam distúrbios naturais com baixa periodicidade, no entanto, ações humanas persistentes parecem causar maior dano para esses ecossistemas, havendo por consequência, a perda da resiliência.

Através do zoneamento planejado e normas adequadas, o ecossistema pode ser beneficiado a partir da regulação do impacto antrópico sobre o ambiente, como observado nas ZV nos recifes Filha das Galés, Salvador e Picãozinho, que apesar de entrarem em contato com atividades turísticas, estão nas posições mais altas do ranking, entre os recifes de médio e alto potencial de resiliência. Entretanto, a fim de permanecer desfrutando desse serviço, sem ocasionar ônus socioambiental, é importante ressaltar a necessidade de caracterizar esse turismo e seus impactos, definindo uma capacidade de suporte e capacitando os profissionais de turismo para que estes sejam aptos a fornecer um *briefing* adequado aos turistas, por exemplo (Giglio *et al.*, 2015; Giglio *et al.*, 2016).

Outro ponto positivo é que os recifes categorizados dentro da Zona Exclusiva de Pesca estão classificados com médio potencial de resiliência, possivelmente por garantirem a sustentabilidade do uso dos recursos e proibirem de atividade turística, diminuindo a pressão sob o ecossistema. Além disso, áreas destinadas à pesca são naturalmente resilientes pois precisam atender a demanda dessa atividade. Diversos estudos demonstram o benefício do manejo de áreas destinadas à pesca, onde a reserva manteve ou até aumentou o rendimento pesqueiro em áreas adjacentes (Alcala e Russ, 1990), como também a recuperação de peixes herbívoros facilitou no recrutamento e assentamento de corais pela redução de macroalgas (Mumby e Harborne, 2010).

Todas as ZPVM foram consideradas áreas de alto potencial de resiliência, sendo notado que em áreas protegidas há um aumento significativo na densidade, biomassa, tamanho de organismo e riqueza de espécies (Lester *et al.*, 2009), como também foi observado que a resistência e recuperação de algumas áreas tenderam a aumentar após perturbações naturais como estresse térmico (Womr *et al.*, 2006). O indicador cobertura de coral atingiu pontuação máxima em todos os recifes de alto potencial de resiliência, sendo um fator criticamente importante para a resiliência. Em Maragogi, de acordo com Silveira (2014), as áreas recifais têm cobertura coralínea relativamente alta e comunidade bentônica diversa, de suma importância ecológica, econômica e estrutural

para a área. Segundo Cavalcante (2014), no recife Filhas das Galés, existe uma alta cobertura do hidróide calcário *Millepora alcicornis*, que evidencia um ambiente que possui características dos recifes brasileiros com uma forte presença dessa espécie, servindo de refúgio para diversas espécies de peixes recifais. Dados no monitoramento interno realizado anualmente pela equipe da APACC (Comunicação pessoal) verificaram que as ZPVMs dos municípios de Maragogi e Japaratinga possuem cobertura de coral de até 50% em alguns locais, com áreas dominadas por *Millepora alcicornis* e *Mussismilia hartii*, demonstrando o grande potencial de resiliências destes locais.

Dentre os recifes de médio potencial de resiliência, cinco estão em Zona de Visitação, três em Zona Exclusiva de Pesca e duas em Zona de Uso Sustentável. As Zonas de Visitação têm uma característica em comum por sofrerem com impactos antrópicos onde a pesca, dano físico e sedimentação são geralmente os fatores menos pontuados. Nos recifes das Zonas Exclusivas de Pesca, parece haver cobertura coralínea alta, apesar de se localizarem bem próximos à costa e por isso, estarem mais expostos a perturbações. Nas Zonas de Uso Sustentável, os dois recifes foram considerados impactados com a ação da pesca, sendo uma atividade proibida nesta Zona. De acordo com Carvalho e Maida (2016), áreas recifais abertas à pesca e ao turismo como Pirambu e Caieiras apresentaram ausência de substrato livre para assentamento e crescimento do zoantídeo *Palythoa caribaeorum*, devido à elevada cobertura de macroalgas. Pirambu também apresenta o topo irregular com muitas rugosidades e formação de locas realizadas por organismos raspadores, sendo um recife livre da ação direta da luz solar devido à maior rugosidade do substrato, causada por um intenso processo de bioerosão (Costa, 2013). No estudo realizado por Barros (2013) observou-se que alguns recifes costeiros de Tamandaré podem estar sofrendo por uma dominância de macroalgas que pode ser causada pela sedimentação excessiva, dificultando o desenvolvimento de organismos recifais.

Por fim, os recifes com baixo potencial de resiliência são majoritariamente constituídos pelos recifes das Zonas de Visitação, onde são atingidos pelos impactos antrópicos e outros fatores também começam a decair como a cobertura coralínea, abundância de herbívoros e saúde dos corais. Três dos quatro recifes localizados em São Miguel dos Milagres foram considerados com baixo potencial de resiliência, sendo esse um dos Municípios mais impactados devido ao pisoteio, lixos, coleta de organismos,

lançamento de âncoras e óleos das embarcações. Essa área vem sendo explorada pelo turismo desordenado há vários anos, devido ao excessivo número de turistas e de barcos nas áreas recifais (Correia e Sovierzoski, 2008). De acordo com um pescador nativo, o estoque pesqueiro já passou por uma fase de sobrepesca nessa localidade. Além disso, apenas 5,1% dos domicílios possuem saneamento adequado, não dispendo de rede de água, esgoto ou fossa séptica e coleta de lixo direta ou indireta, sendo informado por nativos que as águas residuais do município são lançadas diretamente no solo ou em rios (Fraga, 2013).

Apesar de tantos distúrbios serem atribuídos às ações antrópicas, é possível adotar ações positivas através de mecanismos de manejo para assegurar a conservação dos recifes de corais, com fortalecimento da resiliência. Entre os parâmetros que podem ser administrados para esse fim, temos os indicadores: (1) livre de poluição, (2) livre de pesca, (3) livre de danos físicos e (4) livre de sedimentação. Além disso, indiretamente, os indicadores de abundância de herbívoros e livre de turbidez também poderão ser beneficiados. Isso ocorreria nos casos de Cruzeiro (ZUS) e Piscina do Toque (ZV) que obtiverem pontuações mínimas em ambos. Além dessas áreas, a Piscina de São Miguel dos Milagres (ZV) e a Piscina do Riacho (ZV) também poderiam otimizar seu indicador de abundância de herbívoros e Ponta de Mangue (ZUS), Picãozinho (ZV), Ilha do Meio (ZV) e Baliza (ZV) também poderiam otimizar o indicador de turbidez indiretamente.

Para mitigar os impactos da poluição, sedimentação e, indiretamente, da turbidez, é importante voltar a atenção para os estressores oriundos do continente, como a degradação costeira, desmatamento de mata ciliar dos cursos de água e construções irregulares que contribuem para o aumento desses fatores na zona costeira. Ou seja, são necessárias ações de gestão fora da APA, na região continental adjacente para garantir a resiliência dentro da UC. Já existem exemplos de modelagens terra-mar que, através de dados empíricos e sensoriamento remoto, demonstram como atividades em terra (extração madeireira e expansão agrícola) afetam diretamente os recifes de coral (Delevaux *et al.*, 2018).

Estratégias de manejo de pesca, que também poderão beneficiar indiretamente o indicador abundância de herbívoros, são relatadas na literatura brasileira: Leite e Gasalla (2013) utilizaram o conhecimento ecológico dos pescadores em Ubatuba, São

Paulo, para construir mapas com zonas de pesca e distribuição espacial de estoques pesqueiros; tal conhecimento associado a variáveis ambientais também tem sido utilizado para implementar um Sistema de Informação Geográfica (SIG) que auxilie a gestão da pesca artesanal no sul do país (Freitas e Tagliani, 2009); mesmo nos casos de pesca recreativa, o apanhado de pesquisas de Brownscombe e colaboradores (2019) mostra que a união dos grupos de interesse, a gestão colaborativa e avanços no campo do monitoramento, por exemplo, podem garantir a sustentabilidade dessa prática.

Os danos físicos podem ser mitigados através de uma melhor orientação aos visitantes a respeito da conservação do local (Camp e Fraser, 2012); o próprio estudo de Maynard *et al.* (2010) também sugere a redução de ancoragens de embarcações próximo às áreas recifais; para isso, uma possível solução seria implementar um sistema de amarrações permanente das âncoras, tal qual foi adotado em Galápagos (Merlen *et al.*, 2009);

Dados os indicadores manejáveis, possíveis soluções baseadas na literatura e sabendo que a APACC é tida como uma Unidade de Conservação de situação financeira estável (Araújo e Bernard, 2016), reforçamos a necessidade de uma maior frequência no monitoramento e incentivo às pesquisas que preencham as lacunas existentes na gestão da APA.

Conclusão: sugestões para o manejo

Concluimos que a gestão da APA Costa dos Corais tem sido acertada quanto a escolha de ZPVM já que elas, de acordo com os resultados da nossa análise, apresentam alto grau de resiliência. Do mesmo modo, as áreas mais sacrificadas - ZV, apareceram nas posições mais baixas do ranking. Entretanto, fugindo ao padrão, a ZV de Filha das Galés obteve pontuação suficiente para ocupar a segunda posição do ranking. Atribuímos a esse resultado um bom exemplo de turismo sustentável e confiança à metodologia que aplicamos, mostrando que os entrevistados não devem ter sido influenciados pelo atual zoneamento da APACC. Porém, devido ao grande potencial de resiliência e vários distúrbios que ameaçam os recifes brasileiros, consideramos importante tornar o recife Filha das Galé uma ZPVM. Caso não seja viável, recomendamos: utilizar a área como campo para atividades de educação ambiental; maior atenção para as possíveis ações impactantes dos visitantes, havendo sanções em caso de degradação. É importante não pensar apenas em atributos negativos, mas

também impulsionar condições favoráveis, de modo que o ecossistema lide com futuras perturbações. Também reforçamos a necessidade de direcionar esforços de gestão aos recifes com baixo pontencial de resiliência, visto que eles em sua maioria são ZV e que, com o tempo, poderão perder atributos cênicos que atraem os turistas. Destacamos os indicadores que podem ser manejados, sendo eles: poluição, pesca, dano físico e sedimentação em Cruzeiro e indiretamente abundância de herbívoros e livre de turbidez em Baliza e na Piscina do Toque. Por último e não menos importante, sugerimos efetivar a comunicação entre gerentes, cientistas e usuários de recifes, bem como envolver usuários do recife no processo de tomada de decisões.

Referências

- ALCALA, A. C.; RUSS, G. R. A direct test of the effects of protective management on abundance and yield of tropical marine resources. *ICES Journal of Marine Science*, 47(1): 40-47, 1990.
- ARAÚJO, J.L., BERNARD, E. Management effectiveness of a large marine protected area in Northeastern Brazil. *Ocean Coast. Manag.*, 130: 43-49, 2016.
- BARROS, N. C. G. Algas marinhas bentônicas como bioindicadoras da qualidade ambiental em área recifal de Tamandaré, Pernambuco, Brasil. 2013. Tese (Doutorado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.
- BELLWOOD, D.R.; *et al.* Confronting the coral reef crisis. *Nature*, 429: 827-833, 2004.
- BENEVIDES, L.J.; *et al.* Fish escape behavior as a monitoring tool in the largest Brazilian multiple-use Marine Protected Area. *Ocean & Coastal Management*, 152: 154-162, 2018.
- BRASIL. Ministério do Meio Ambiente. SNUC – Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza: Lei nº 9.985, de 18 de julho de 2000; Decreto nº 4.340, de 22 de agosto de 2002; Decreto nº 5.746, de 5 de abril de 2006. Plano Estratégico Nacional de Áreas Protegidas: Decreto nº 5.758, de 13 de abril de 2006. Brasília: MMA, 2011. 76 p.
- BRONSCOMBE, J. W.; *et al.* The future of recreational fisheries: Advances in science, monitoring, management, and practice. *Fisheries Research*, 211: 247-255, 2019.
- CAMP, E; FRASER, D. Influence of conservation education dive briefings as a management tool on the timing and nature of recreational SCUBA diving impacts on coral reefs. *Ocean & Coastal Management*, 61: 30 – 37, 2012.
- CARVALHO, N. F.; MAIDA, M. Distribuição espacial de macroalgas e do zoantídeo *Palythoa caribaeorum* (DUCHASSAING e MICHELOTTI, 1860) no nordeste do Brasil. *Tropical Oceanography*, 44 (2): 132-141, 2016.
- CAVALCANTE, F. R. B.; *et al.* Checklist e abundância dos Cnidários nos ambientes recifais de Maragogi, Alagoas. *Tropical Oceanography*, 42 (2): 208-217, 2014.
- CHAVES, L.T.C.; *et al.* Coral reef fish association with macroalgal beds on a tropical reef system in North-eastern Brazil. *Mar. Freshw. Res.*, 64: 1101-1111, 2013.
- CORREIA, M. D; SOVIERZOSKI, H. H. Gestão e desenvolvimento sustentável da zona costeira do estado de Alagoas, Brasil. *Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management*, 8(2), 2008.

COSTA, A. K. R. O Efeito da exclusão da pesca em populações macrobentônicas de ambientes recifais com ênfase em ouriços *Echinometra lucunter* na baía de Tamandaré, Pernambuco. 2013. Dissertação (Mestrado em Oceanografia) – CTG, Universidade Federal de Pernambuco, Recife.

CRUZ, I. C. S.; *et al.* Marginal coral reefs show high susceptibility to phase shift. *Marine Pollution Bulletin*, 135: 551–561, 2018.

Delevaux, J.M.S.; *et al.* Scenario planning with linked land-sea models inform where forest conservation actions will promote coral reef resilience. *Sci. Rep.*, 8: 12465, 2018.

FERREIRA, B. P.; MAIDA, M. Monitoramento dos recifes de coral do Brasil. MMA, Secretaria de Biodiversidade e Florestas, 2006. 120 p.

FERREIRA, B. P.; *et al.* Características e perspectivas para o manejo da pesca na APA Marinha Costa dos Corais. In: Congresso Brasileiro de Unidades de Conservação. 2001. p. 50-58.

FRAGA, F. F. A expansão do turismo em São Miguel dos Milagres-AL: contribuições e obstáculos ao desenvolvimento local. 2013. Dissertação (Mestrado em Desenvolvimento e Meio Ambiente) – Universidade Federal da Paraíba, João Pessoa.

FREITAS, D.M.; TAGLIANI, P.R.A. The use of GIS for the integration of traditional and scientific knowledge in supporting artisanal fisheries management in southern Brazil. *Journal of Environmental Management*, 90: 2071-2080, 2009.

GIGLIO, V. J., *et al.* Marine life preferences and perceptions among recreational divers in Brazilian coral reefs. *Tourism Management*, 51: 49–57, 2015.

GIGLIO, V. J.; *et al.* Recreational Diver Behavior and Contacts with Benthic Organisms in the Abrolhos National Marine Park, Brazil. *Environmental Management*, 57: 637-648, 2016.

HUGHES, T. P.; *et al.* New paradigms for supporting the resilience of marine ecosystems. *Trends in ecology & evolution*, 20 (7): 380-386, 2005.

HUGHES, T. P. *et al.* Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs. *Science*, 301(5635): 929-933, 2003.

HUMANES, A.; *et al.* Cumulative effects of suspended sediments, organic nutrients and temperature stress on early life history stages of the coral *Acropora tenuis*. *Sci. Rep.* 7, 2017.

ICMBio. QUEM SOMOS. s.d. Disponível em: <<http://www.icmbio.gov.br/apacostadoscorais/quem-somos.html>>. Acesso em: 11 de maio de 2018.

ICMBio. 2013. PLANO DE MANEJO ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL COSTA DOS CORAIS. Tamandaré, ICMBio, 73 p.

JUHASZ, A.; *et al.* Does use of tropical beaches by tourists and island residents result in damage to fringing coral reefs? A case study in Moorea French Polynesia. *Marine pollution bulletin*, 60 (12): 2251-2256, 2010.

LADD, M. C.; COLLADO-VIDES, L. Practical applications of monitoring results to improve managing for coral reef resilience: a case study in the Mexican Caribbean. *Biodiversity and conservation*, 22 (8): 1591-1608, 2013.

LEITE, M.C.F.; GASALLA, M.A. A method for assessing fishers' ecological knowledge as a practical tool for ecosystem-based fisheries management: seeking consensus in Southeastern Brazil. *Fisheries Research*, 145: 43–53, 2013.

LESTER, S. E.; *et al.* Biological effects within no-take marine reserves: a global synthesis. *Marine Ecology Progress Series*, 384: 33-46, 2009.

- MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais. In: PRATES, A.P.L. (ed) Atlas dos recifes de coral nas unidades de conservação brasileiras. Brasília: Ministério do Meio Ambiente, 2003, pp. 86-90.
- MAGRIS, R.A. *et al.* Cumulative Human Impacts on Coral Reefs: Assessing Risk and Management Implications for Brazilian Coral Reefs. *Diversity*, 10(2): 26, 2018.
- MAYNARD, J. A. *et al.* Building resilience into practical conservation: identifying local management responses to global climate change in the southern Great Barrier Reef. *Coral Reefs*, 29 (2): 381-391, 2010.
- MERLEN, G.; *et al.* Protection of shallow marine ecosystems in Galápagos by permanent moorings. *Galápagos Res.*, 66: 75-76, 2009.
- MOBERG, F.; FOLKE, C. Ecological goods and services of coral reef ecosystems. *Ecological economics*, 29 (2): 215-233, 1999.
- MUMBY, P. J.; HARBORNE, A. R. Marine reserves enhance the recovery of corals on Caribbean reefs. *Plos one*, 5(1): p. e8657, 2010.
- MUMBY, P. J.; STENECK, R. S. Coral reef management and conservation in light of rapidly evolving ecological paradigms. *Trends in ecology & evolution*, 23(10): 555-563, 2008.
- NYSTRÖM, M.; *et al.* Coral reef disturbance and resilience in a human-dominated environment. *Trends in Ecology & Evolution*, 15(10): 413-417, 2000.
- NYSTRÖM, M.; *et al.* Capturing the cornerstones of coral reef resilience: linking theory to practice. *Coral Reefs*, 27(4): 795-809, 2008.
- OBURA, D. O.; GRIMSDITCH, G. Resilience Assessment of coral reefs – Assessment protocol for coral reefs, focusing on coral bleaching and thermal stress. IUCN, 2009. 70 p.
- SILVEIRA, C. B. L.; *et al.* Variação temporal nos recifes de corais de Maragogi, APA Costa dos Corais (2010 – 2013). *Tropical Oceanography*, 42(2): 208-225, 2014.
- TEDESCO, E. C.; *et al.* Conservation of Brazilian coral reefs in the Southwest Atlantic Ocean: a change of approach. *Latin American Journal of Aquatic Research*, 45(2): 228 – 245, 2017.
- WORM, B. *et al.* Impacts of biodiversity loss on ocean ecosystem services. *Science*, 314(5800): 787-790, 2006.
- ZILBERBERG, C.; *et al.* Conhecendo os recifes brasileiros: rede de pesquisas Coral vivo. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, 2016. 360 p.

CONCLUSÃO GERAL

A metodologia proposta por Maynard *et al.* (2010) adaptada aos recifes brasileiros e aplicada no país pela primeira vez em sua maior área marinha costeira mostrou-se eficaz pela maneira rápida e aplicada de acessar resiliência, principalmente pelo fato desse atributo ainda ser difícil de mensurar. Conseguimos trazer um leque de indicadores relevantes e formas de abordagens distintas que, avaliando as particularidades dos locais e fazendo os devidos ajustes, poderão encaixar-se em qualquer recife brasileiro. Desse modo, esperamos que essa ferramenta seja replicada em outras áreas recifais do Brasil, fornecendo subsídios para a implementação de novas UCs, visto que os recifes costeiros do país ainda carecem de proteção, ou melhorando a gestão de UCs existentes, como foi o caso da APACC. Lá conseguimos i) validar o atual zoneamento que a APA possui; ii) apontar indicadores que tem levado às baixas pontuações do potencial de resiliência em algumas formações recifais e iii) confirmar que áreas de visitação bem geridas podem continuar recebendo turistas enquanto permanecerem com pontuações elevadas de indicadores de alto potencial de resiliência.