

**Relatório Síntese
2019-2023**



**RECIFES BRASILEIROS
NO ANTROPOCENO**



RECIFES BRASILEIROS NO ANTROPOCENO

Estimando os impactos da perda da biodiversidade sobre o funcionamento e serviços ecossistêmicos para aperfeiçoar o manejo futuro e a subsistência



Relatório Síntese
2019-2023

SUMÁRIO



| | |
|---|-------------|
| Apresentação | 1 ➔ |
| PARTE 1: GRUPOS DE SÍNTESE, BASES DE DADOS E AVANÇOS NA CIÊNCIA | |
| RECIFAL BRASILEIRA | 2 ➔ |
| Grupos de Síntese..... | 3 ➔ |
| Sítios e Números de Estudos..... | 4 ➔ |
| O Conhecimento sobre Recifes Brasileiros..... | 6 ➔ |
| Amostragens ao Longo do Tempo..... | 7 ➔ |
| Bases de Dados..... | 8 ➔ |
| Amostragens em Recifes Brasileiros..... | 9 ➔ |
| PARTE 2: SÍNTESE DA BIODIVERSIDADE NOS RECIFES BRASILEIROS | 10 ➔ |
| Padrões Espaciais nos Recifes Brasileiros..... | 12 ➔ |
| Associações entre Organismos Recifais..... | 14 ➔ |
| A Diversidade Funcional ao longo da Província Brasileira..... | 15 ➔ |
| PARTE 3: SERVIÇOS DE ECOSSISTEMAS RECIFAIS BRASILEIROS | 17 ➔ |
| Serviços Ecosistêmicos..... | 18 ➔ |
| Benefícios de Ambientes Recifais e Percepções de seus Usuários..... | 20 ➔ |
| Serviços de Pesca..... | 22 ➔ |
| Pescado e Nutrição..... | 24 ➔ |
| Serviços Culturais..... | 26 ➔ |
| Espécies e Paisagens Preferidas..... | 27 ➔ |
| Referências | 29 ➔ |

APRESENTAÇÃO

O ReefSYN - Grupo de Síntese Recifal é um grupo de pesquisa encarregado de realizar síntese ecológica com foco nos ecossistemas recifais. O grupo é apoiado pelo Centro de Síntese em Biodiversidade e Serviços Ecosistêmicos (SinBiose) do Conselho Nacional de Desenvolvimento Científico e Tecnológico (CNPq).

Desde o início de suas atividades, em 2020, o ReefSYN reúne pesquisadores de diferentes áreas do conhecimento para investigar a biodiversidade, o funcionamento e os serviços de ecossistemas recifais brasileiros.

Os principais resultados obtidos pelo ReefSYN são apresentados neste **Relatório Síntese ReefSYN (2020-2023)**.

Processo N° 442417/2019-5
Coordenadora: Dra. Mariana Bender
Co-coordenador: Dr. Sergio R. Floeter
Pós-docs: Dr. André Luza e Dra. Linda Eggertsen

Design por





PARTE 1

**GRUPOS DE
SÍNTESE, BASES DE
DADOS E AVANÇOS
NA CIÊNCIA RECIFAL
BRASILEIRA**

GRUPOS DE SÍNTESE



Grupos de síntese em ecologia reúnem pesquisadores, gestores e demais especialistas em diferentes áreas do conhecimento para um objetivo comum: gerar conhecimento novo, amplo, e aplicável em várias instâncias. Estes grupos combinam dados, disciplinas e ferramentas analíticas para resolver uma gama de problemas complexos em ecologia e meio ambiente. Exemplos incluem desvendar padrões da biodiversidade e prever os efeitos de impactos antrópicos sobre os serviços ecossistêmicos. Nestes grupos, a pesquisa é frequentemente desenvolvida em um ambiente de ciência aberta e reprodutível: os dados e as rotinas analíticas são disponibilizadas durante ou ao final da pesquisa.

Os centros de síntese dão suporte às pesquisas dos grupos de síntese, e existem em diferentes países, sobretudo no hemisfério norte (Estados Unidos (ex. NCEAS, SESYNC), França (CESAB), Alemanha (iDiv), Suécia). O SinBiose, Centro de Síntese em Biodiversidade e Serviços Ecossistêmicos, do CNPq, é o único programa permanente de síntese ecológica do país, e o único atualmente ativo no sul global. No Brasil, o ReefSYN é o primeiro grupo de trabalho voltado à síntese em ecologia recifal. O ReefSYN reúne pesquisadores de instituições nacionais e internacionais, com especialistas em distintas áreas - da ecologia recifal e manejo costeiro à ciência de dados e modelagem estatística -, com o objetivo de sintetizar o conhecimento em ecologia recifal na costa e ilhas brasileiras, de modo que este esteja disponível e seja prontamente utilizado na tomada de decisão para o manejo e conservação dos recifes brasileiros.

SÍTIOS E NÚMERO DE ESTUDOS

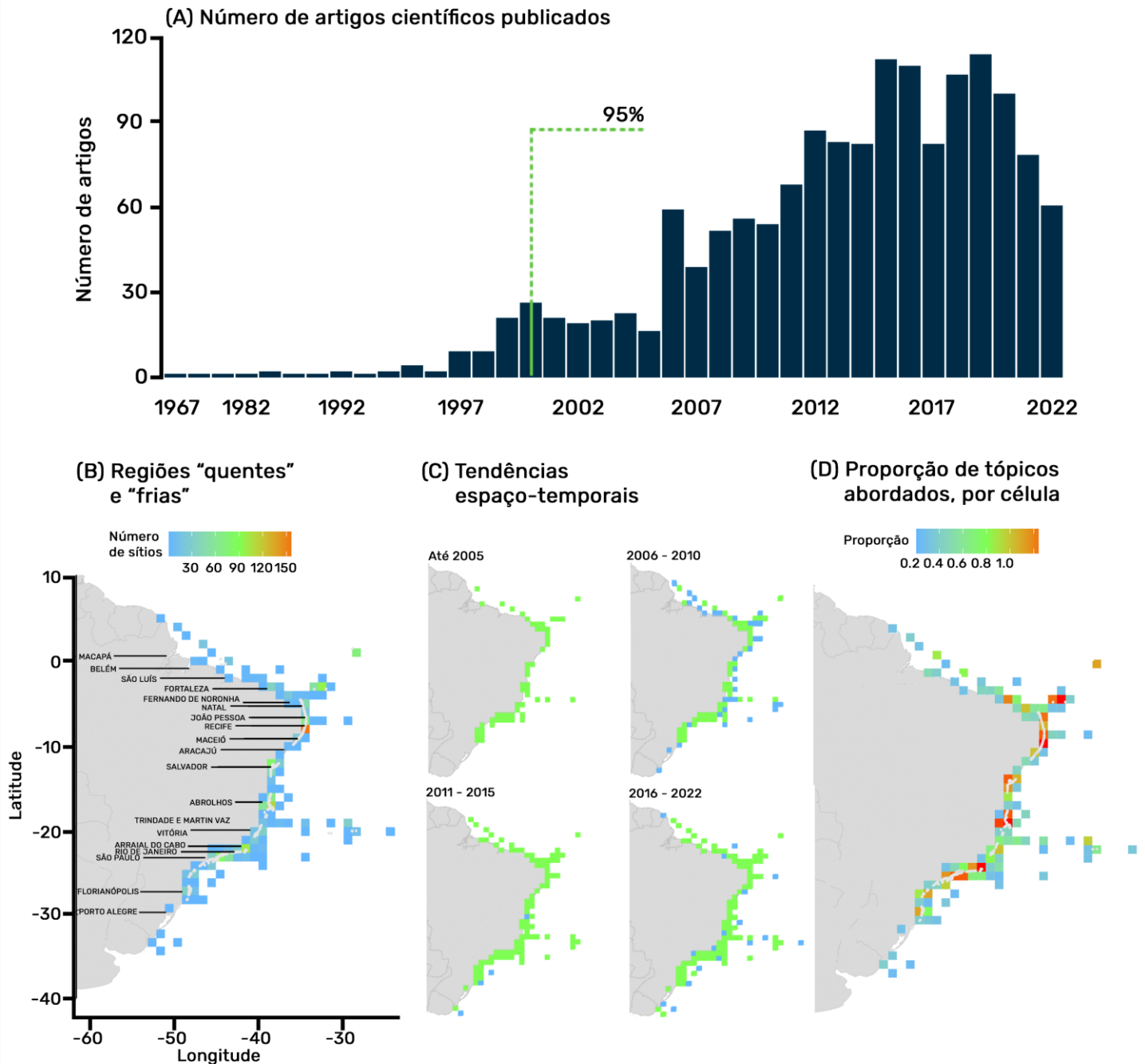


Figura 1.1: (A) Gráfico de barras mostrando o número de artigos científicos publicados em ciência recifal no Brasil desde 1967 até 2022. A linha vertical mostra, em termos retrospectivos, o ponto no tempo onde acumulou-se 95% dos 1526 artigos científicos encontrados em buscas no Google Scholar e ISI Web of Science. Mapas mostrando (B) o número de sítios estudados por célula (1x1 grau de latitude e longitude) em intervalos de 5 anos ou mais, (C) tendências temporais no ganho de sítios, e (D) a proporção de tópicos cobertos nas células. Em (B), o número de sítios é basicamente o número de coordenadas únicas dentro de uma dada célula. Em (D), mostramos a proporção do total dos tópicos estudados, por célula, em relação ao total de tópicos/temas desenvolvidos pela ciência recifal brasileira (n=25). Em B e D também mapeamos em recifes rochosos e biogênicos do Brasil (segundo Magris et al. 2021) a fim de destacar células com recifes mas sem qualquer estudo (locais em branco).

SÍTIOS E NÚMERO DE ESTUDOS

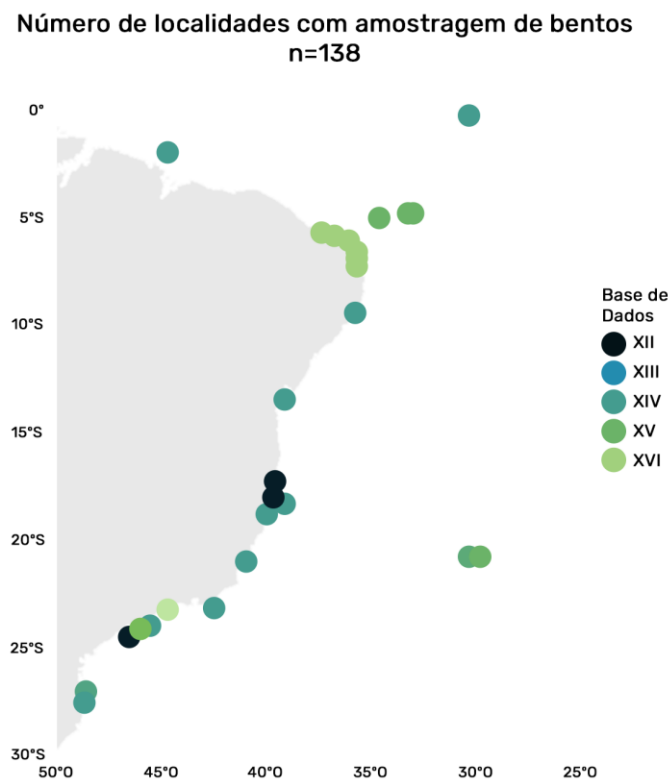
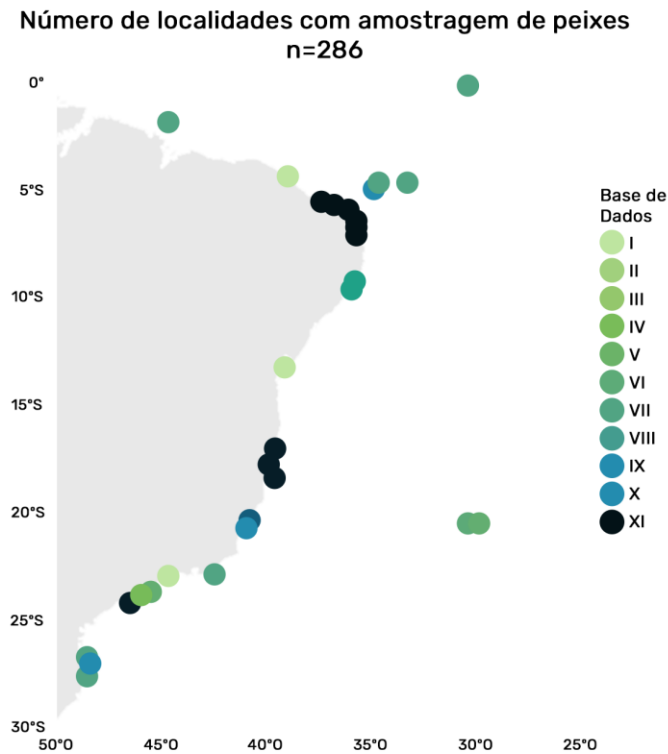


Figura 1.2: Distribuição espacial de localidades de amostragem de peixes (A) e bentos (B) por base de dados (legenda).

O CONHECIMENTO SOBRE RECIFES BRASILEIROS

Os recifes ao longo da costa brasileira e ilhas oceânicas abrigam uma elevada diversidade biológica: são mais de 100 táxons bentônicos, como corais, algas, e outros organismos, e 408 espécies de peixes recifais. Boa parte desta diversidade é endêmica, correspondendo a 27% (n=111) de peixes e 35% (n=7) de corais. O conhecimento a respeito da distribuição e diversidade de espécies associadas aos recifes brasileiros cresceu a partir da década de 90, com o uso de equipamentos apropriados e mergulho *scuba* para a coleta de dados subaquáticos. Neste período e na década seguinte, foram inúmeras as descrições de novas espécies. Nos anos 2000, a formação de recursos humanos no país e exterior contribuiu para o acúmulo do conhecimento sobre a diversidade em nossos recifes. Por exemplo, 95% da pesquisa recifal no Brasil foi produzida nos últimos 20 anos. A partir de 2011, os projetos Sisbiota-MAR e PELD-IIhas Oceânicas (PELD-ILOC) possibilitaram a coleta de dados em ampla escala e padronizada nos recifes costeiros e ilhas oceânicas, e a caracterização destes ambientes de forma completa e integrada. Estes esforços de coleta permitiram, mais recentemente (2016 e 2020), a expansão da pesquisa recifal para o norte do país. Estes dois projetos lançam as bases para a síntese do conhecimento recifal brasileiro no âmbito do projeto ReefSYN.



AMOSTRAGENS AO LONGO DO TEMPO

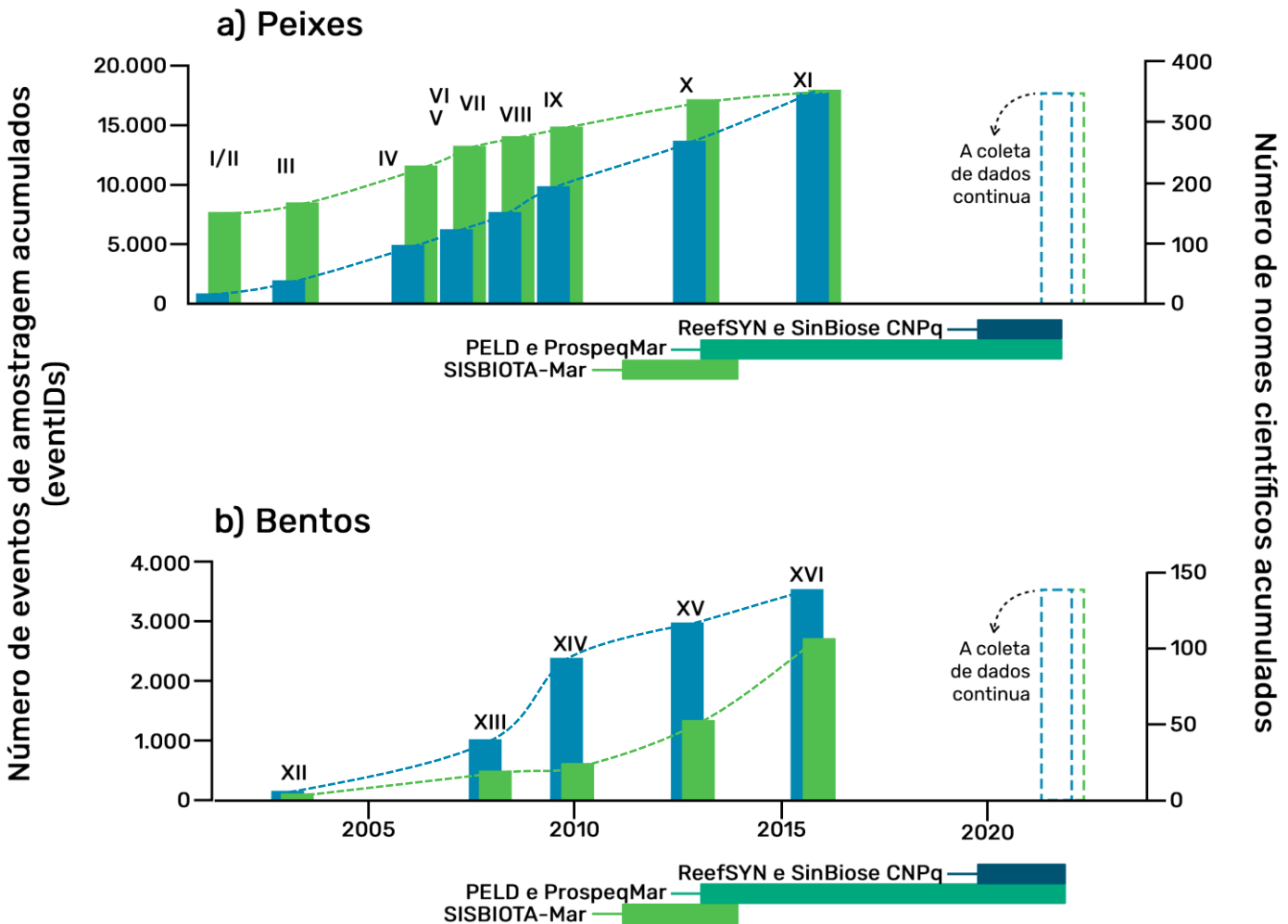


Figura 1.3: Número de eventos de amostragens acumulados ao longo do tempo para peixes (acima) e para bentos (abaixo). Barras em verde estão associadas ao eixo esquerdo; barras azuis estão associadas ao eixo direito. Uma amostragem consiste em, por exemplo, um transecto amostrado em uma localidade. Os segmentos verticais indicam o ano em que os dados incluídos em cada base de dados começaram a ser coletados. As barras horizontais indicam a principal fonte de financiamento, assim sendo: barra azul escuro: ReefSyn, SinBiose CNPq; verde-água: PELD, CNPq e PropecqMar, CNPq; barra verde-limão: Sisbiota, CNPq. Bases de dados: I – Comunidade de peixes da província brasileira, II – monitoramento/séries temporais do Banco de Abrolhos, III – monitoramento/séries temporais em Arraial do Cabo (Rio de Janeiro), IV – Monitoramento/séries temporais nas ilhas oceânicas, V – Assembleias de peixes de Trindade e Martin Vaz, VI – monitoramento/séries temporais de Santa Catarina, VII – Assembleias de peixes de Guarapari (Espírito Santo), VIII – Assembleia de peixes do sul do Espírito Santo, IX – Interações tróficas ao longo do Atlântico Ocidental, X – monitoramento/séries temporais de Alcatrazes, XI – monitoramento/séries temporais do Rio Grande do Norte, XII – monitoramento da comunidade bentônica do Banco de Abrolhos, XIII – Comunidades bentônicas estendidas da província brasileira, XIV – Comunidades bentônicas da província brasileira, XV – Monitoramento/séries temporais de comunidades bentônicas das ilhas oceânicas, XVI – Comunidades bentônicas do Rio Grande do Norte.

BASES DE DADOS

Uma série de iniciativas de pesquisa permitiu a coleta de dados de biodiversidade nos ecossistemas recifais brasileiros, tanto costeiros quanto oceânicos. Estes esforços de coleta de dados têm sido voltados para obter uma ampla cobertura espacial, como o SISBIOTA-Mar, bem como para a coleta de dados ao longo do tempo (PELD-ILOC), além de iniciativas localizadas distribuídas ao longo da costa (Abrolhos, Alcatrazes, Santa Catarina, Rio Grande do Norte/Parrachos/Rio do Fogo, Rio de Janeiro/Arraial do Cabo). Todo este esforço de coleta, com grande aporte de recursos financeiros e mobilização de recursos humanos, permitiram a estruturação de um vasto banco de dados da biodiversidade recifal brasileira. O ReefSYN foi responsável por revisar, padronizar e estruturar essas informações em 13 conjuntos de dados de ocorrência de organismos recifais, sendo oito conjuntos de dados de peixes recifais e cinco de organismos bentônicos recifais. Estes dados serão depositados em um banco global de dados marinhos (OBIS) e estarão disponíveis para usuários de todo o planeta. Todo esse cuidado permitirá uma melhor otimização do controle de versão dos dados, suas correções/adições e seu reuso, contribuindo assim para colocar os recifes brasileiros no mapa global dos recifes.



AMOSTRAGENS EM RECIFES BRASILEIROS

2001–2023 | Amostragens de peixes recifais

2003–2019 | Amostragens para bentos

355 locais visitados

51 SÍTIOS VISITADOS

24.498 eventos amostrais

91 pessoas envolvidas nas amostragens

20.561 mergulhos para amostrar peixes recifais

3.937 mergulhos para amostrar bentos

688 vídeos e mais de 150 horas filmadas

ATÉ AGORA REGISTRAMOS:

316 ESPÉCIES DE PEIXES RECIFAIS

82 GRUPOS BENTÔNICOS

68 famílias
12 filos
4 reinos

182 gêneros
72 famílias entre peixes ósseos cartilaginosos



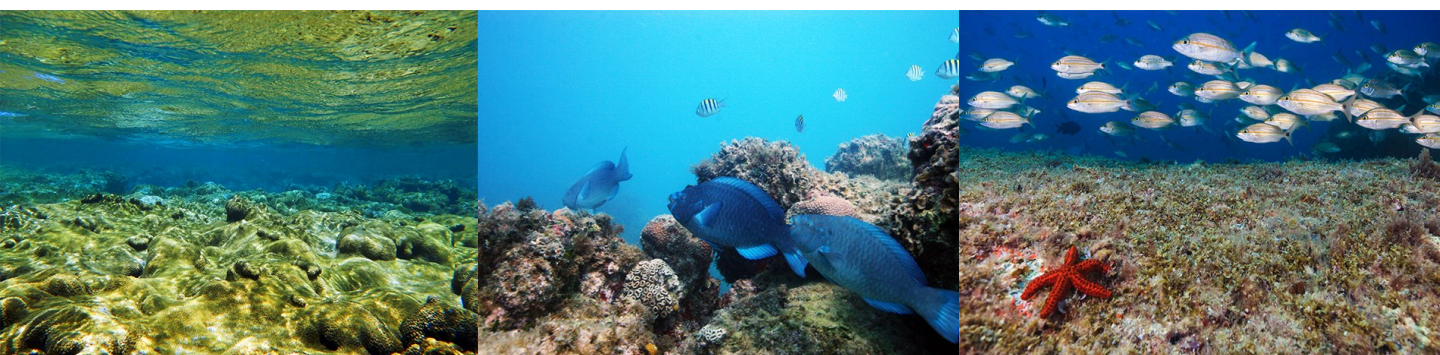
PARTE 2

**SÍNTESE DA
BIODIVERSIDADE
NOS RECIFES
BRASILEIROS**

INTRODUÇÃO



Apesar de cobrirem uma ínfima porção da superfície terrestre (0.000063%), e dos oceanos (0.2%), os recifes abrigam a maior parte da biodiversidade marinha, bem como processos ecológicos e serviços ecossistêmicos dos oceanos. No Brasil, os recifes biogênicos e/ou rochosos ocorrem do norte (Maranhão, 0.90° N) ao sul do país (até Santa Catarina, 27° S), e representam 1.1% da Zona Econômica Exclusiva (rasos biogênicos e rochosos) e os mesofóticos representam 4.5% (onde as estimativas são menos precisas). Embora a biodiversidade recifal seja frequentemente explorada através de uma abordagem taxonômica, concentrando-se em componentes individuais, como peixes, corais e algas, é importante reconhecer que esses organismos interagem de diversas formas e desempenham funções críticas no ecossistema recifal. Portanto, é essencial adotar uma abordagem integrada, que leve em conta diferentes grupos de organismos e suas funções ecológicas. Dessa forma, será possível compreender a complexidade da biodiversidade recifal e as dinâmicas que sustentam esse ecossistema único.



PADRÕES ESPACIAIS NOS RECIFES BRASILEIROS

Uma série de fatores abióticos, como temperatura da superfície do mar, salinidade, turbidez e profundidade ajudam a explicar a distribuição da diversidade biológica em ecossistemas recifais. Somam-se a estes fatores aqueles ligados à influência humana, incluindo a pesca, o aquecimento global e a acidificação dos oceanos, e a poluição. Apesar de diferenças marcantes na temperatura do mar, a riqueza de espécies nos recifes brasileiros não está estruturada conforme o gradiente latitudinal de diversidade. A riqueza de táxons recifais, compreendendo peixes e corais, atinge o seu ápice em latitudes intermediárias. Enquanto os peixes alcançam o seu pico entre Guarapari, no Espírito Santo, e Arraial do Cabo, no Rio de Janeiro (20-22°S), uma zona de transição entre recifes tropicais e subtropicais ao longo da costa brasileira, os corais atingem o seu pico um pouco mais ao norte, no Banco dos Abrolhos (18°S). Os recifes brasileiros são caracterizados pelo predomínio de macroalgas e algas do tipo *turf**, e baixa contribuição de corais para a cobertura (cobertura média de 4%, variando entre 0% e aproximadamente 20% em locais analisados ao longo de toda a costa). Uma análise envolvendo 14 táxons e 139 localidades ao longo da costa e ilhas oceânicas da Província Brasileira revelou que a composição de comunidades de **organismos bentônicos** é estruturada sobretudo pela turbidez, além de profundidade e distância da costa. Em função do aporte de sedimentos terrestres carregados por grandes rios, as águas costeiras dos mares brasileiros são mais turvas quando comparadas às de outras regiões marinhas. Enquanto comunidades de águas claras se caracterizam por uma cobertura mais substancial de **algas frondosas, algas do tipo *turf*** tiveram uma maior predominância em águas turvas. Sete espécies de corais (50%, n=14) também foram mais abundantes em águas turvas, corroborando estudos que ressaltam a natureza fotofóbica de alguns corais da Província Brasileira. Entre os corais, as espécies *Siderastrea spp.* e *Millepora alcicornis* são aquelas que mais contribuem para a cobertura de recifes brasileiros.

**turf*: matriz de algas epilíticas

PADRÕES ESPACIAIS NOS RECIFES BRASILEIROS

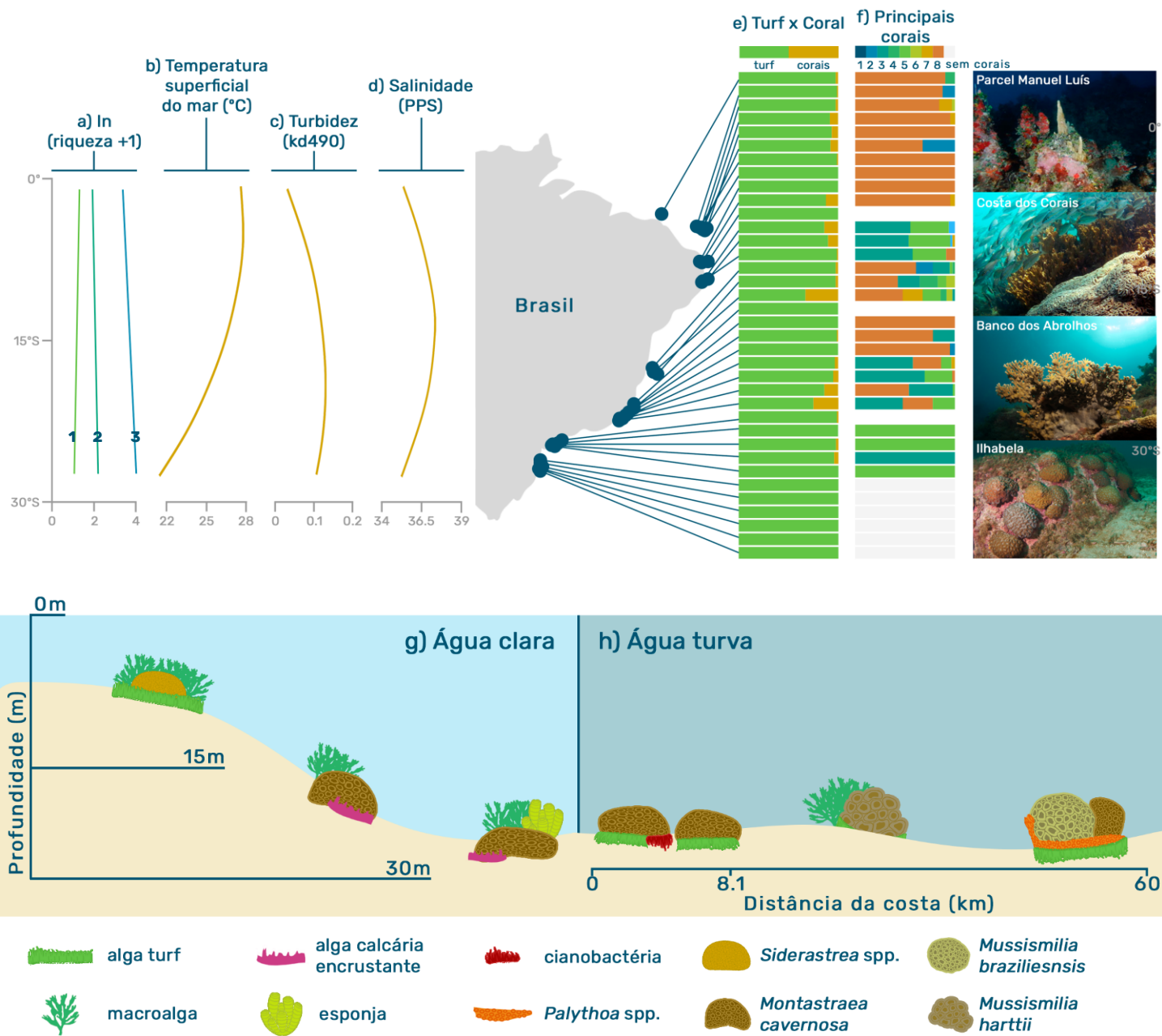
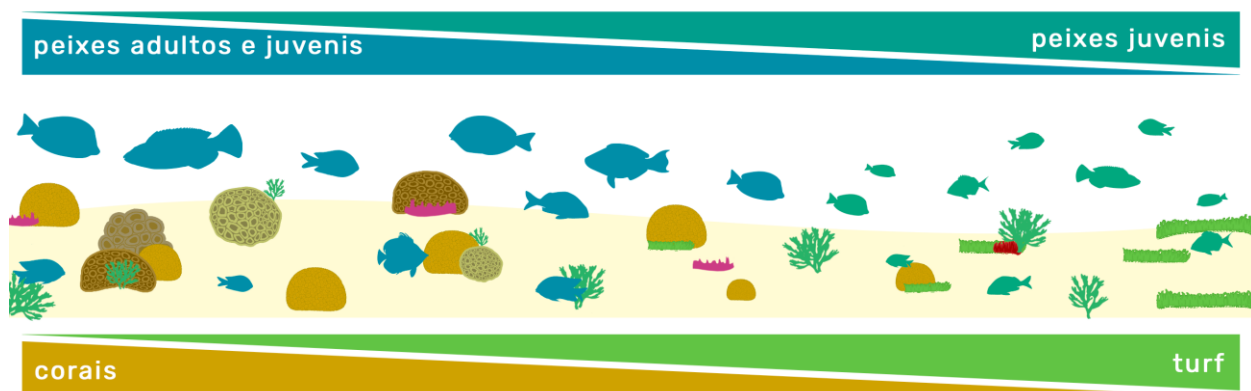


Figura 2.1: Padrões espaciais de distribuição de organismos nos recifes brasileiros. Na parte superior da figura, (a) a (d) mostram as variações abióticas ao longo da costa brasileira. Em (a) as linhas coloridas 1, 2 e 3 referem-se respectivamente à riqueza de corais, algas e peixes. (e) mostra a proporção de cobertura de turf e coral em diferentes localidades. (f) mostra a proporção de cobertura das principais espécies de corais brasileiros diferenciados por cores: 1) *Agaricia* spp., 2) *Favia gravida*, 3) *Millepora alcicornis*, 4) *Montastraea cavernosa*, 5) *Mussismilia harttii*, 6) *Mussismilia hispida*, 7) *Porites astreoides*, 8) *Siderastrea* spp., 9) Nenhum. Na parte inferior, as diferenças da comunidade bentônica de acordo com (g) a profundidade, (h) distância da costa e (g/h) turbidez.

ASSOCIAÇÕES ENTRE ORGANISMOS RECIFAIS

OS CORAIS SÃO FUNDAMENTAIS PARA A OCORRÊNCIA DE PEIXES NA PROVÍNCIA BRASILEIRA

Os recifes são ecossistemas complexos onde os organismos estabelecem diversas interações, tais como forrageamento e predação, além de interações de limpeza e reprodutivas. Além disso, a matriz recifal proporciona um habitat propício para a associação de outros organismos, tornando-se um verdadeiro oásis nos oceanos. Por exemplo, a ocorrência de espécies de peixes pode estar associada à ocorrência de organismos que constituem a comunidade bentônica. Um estudo do ReefSYN investigou a influência da cobertura de corais e de algas turf sobre a probabilidade de ocupação de sítios por peixes recifais, para um total de **36 localidades, oito táxons de corais, e uma comunidade de 113 espécies de peixes**. A cobertura de corais nos recifes brasileiros favorece a ocorrência de 42 (37%) espécies de peixes recifais, incluindo juvenis e adultos. Já a cobertura de algas turf tem um efeito positivo na ocorrência de peixes juvenis, proporcionando uma área de forrageamento durante as etapas iniciais de desenvolvimento dos peixes. Apesar da sua baixa contribuição para a cobertura total dos recifes na Província Brasileira, os corais são essenciais para a manutenção da biodiversidade e funcionamento do recife, facilitando a ocorrência de peixes.



A DIVERSIDADE FUNCIONAL AO LONGO DA PROVÍNCIA BRASILEIRA

Os organismos apresentam funções importantes nos seus ecossistemas. Nos recifes, os peixes têm papel crítico nos processos de predação e herbivoria, influenciando a ciclagem de nutrientes. A complexidade tridimensional, acreção de carbonato e também o fluxo de nutrientes, são papéis importantes garantidos pelos organismos bentônicos. Dada sua associação, é esperado que organismos bentônicos, como algas e corais, e peixes, apresentem padrões de diversidade funcional congruente ou correspondentes no espaço. Análises da estrutura funcional de assembleias de peixes, corais e algas de sítios recifais ao longo da Província Brasileira sugerem que a maior diversidade de funções destes grupos não se sobrepõem no espaço: enquanto corais têm maior diversidade funcional na região de Abrolhos, algas apresentam picos de diversidade funcional nos limites norte e sul da costa, enquanto peixes têm maior diversidade de funções no sul.

A DIVERSIDADE FUNCIONAL DE ORGANISMOS RECIFAIS VARIA AO LONGO DA PROVÍNCIA BRASILEIRA

EXPECTATIVAS TEÓRICAS

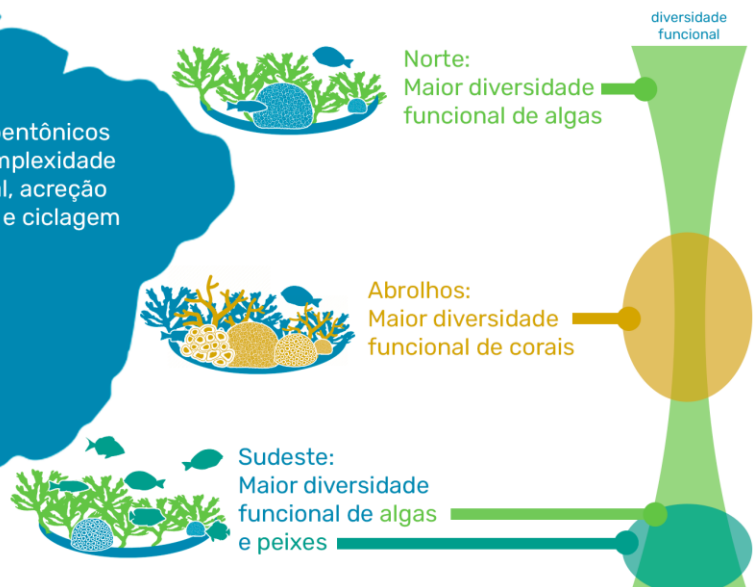
Nos recifes, peixes realizam a predação, herbivoria, e regulam o fluxo de nutrientes

Organismos bentônicos fornecem complexidade tridimensional, acreção de carbonato e ciclagem de nutrientes

Espera-se que organismos bentônicos, e peixes apresentem padrões de diversidade funcional correspondentes no espaço

REALIDADE DA PROVÍNCIA BRASILEIRA

A maior diversidade de funções destes grupos não se sobrepõem no espaço



A diversidade funcional entre peixes e algas, e peixes e corais foi mais forte do que a relação entre algas e corais, provavelmente devido às estreitas interações entre estes organismos



Impactos como mudanças climáticas, poluição e pesca predatória podem gerar perdas de espécies e de redundância funcional

Aumento de impactos

Aumento da vulnerabilidade



Outro estudo com simulações revelou que a perda de espécies de peixes associados a corais poderia não ter grandes impactos sobre a riqueza funcional de comunidades de peixes, dada a redundância entre funções dentro deste grupo

ASSEMBLEIAS DE PEIXES PARECEM RESISTENTES ÀS POSSÍVEIS PERDAS DE ESPÉCIES DE CORAL

A correlação das métricas de diversidade funcional foi mais forte entre corais/algas e peixes, o que pode ser explicado pela diversidade de habitats fornecidos por organismos bentônicos para peixes. Além disso, a importância da temperatura e de fatores que nos contam sobre processos biogeográficos (regionalização) e bióticos (riqueza de espécies) para gerar esses padrões sugere que a estrutura funcional dos recifes brasileiros pode ser vulnerável à mudanças climáticas, poluição e pesca predatória que geram perdas de espécies e de redundância funcional (i.e. perda de espécies com funções similares). Em alguns casos, a redundância funcional poderia garantir a resiliência do ecossistema recifal, e a manutenção de funções. Simulações revelam que a perda de espécies de peixes cuja ocorrência é associada a espécies de corais não teria grandes impactos sobre a riqueza funcional de assembleias de peixes recifais. De fato, a redundância funcional poderia assegurar uma certa resistência a impactos antrópicos, mas estudos ainda devem incorporar a abundância local de espécies, bem como os efeitos em cascata destas perdas.



PARTE 3

**SERVIÇOS DE
ECOSSISTEMAS
RECIFAIS
BRASILEIROS**

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS



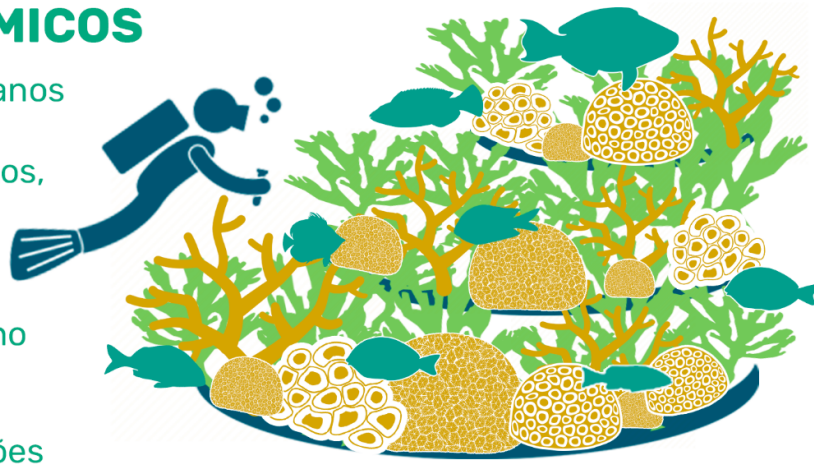
Serviços ecossistêmicos* são benefícios que os seres humanos obtêm da natureza, e incluem, por exemplo, a provisão de alimentos, a manutenção do clima e a ciclagem de nutrientes. Estima-se que a cada ano os recifes de corais forneçam U\$ 30 bilhões de dólares em serviços ecossistêmicos às economias mundiais, entre os quais U\$ 5.7 bilhões correspondem a recursos pesqueiros, e U\$ 9.6 bilhões são obtidos em rendimentos de serviços como mergulho e turismo. Ao mesmo tempo, os recifes estão dentre os ecossistemas mais sensíveis aos impactos ambientais de origem antrópica. Infelizmente, o potencial dos recifes em fornecer serviços ecossistêmicos já foi reduzido pela metade (diminuído em 50%) desde 1960. Estudos têm se concentrado em investigar sobretudo os serviços culturais de recifes, como mergulho e turismo, e a provisão de alimentos. No Brasil, o entendimento das contribuições de recifes para o bem-estar da população ainda é incipiente. Nas próximas seções, apresentaremos os avanços do ReefSYN no estudo de serviços de ecossistemas recifais brasileiros.



*Segundo IPBES 2019: o termo Contribuições da natureza tem sido utilizado para substituir o termo serviços ecossistêmicos, incluindo, além de benefícios da natureza, possíveis impactos negativos sobre sociedades humanas, como, por exemplo, a transmissão de doenças através de vetores.

SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS

São **benefícios** que os seres humanos obtêm da natureza, e incluem, por exemplo, a provisão de alimentos, a manutenção do clima e a ciclagem de nutrientes, e estima-se que os **recifes** podem movimentar **US\$30 bilhões** por ano

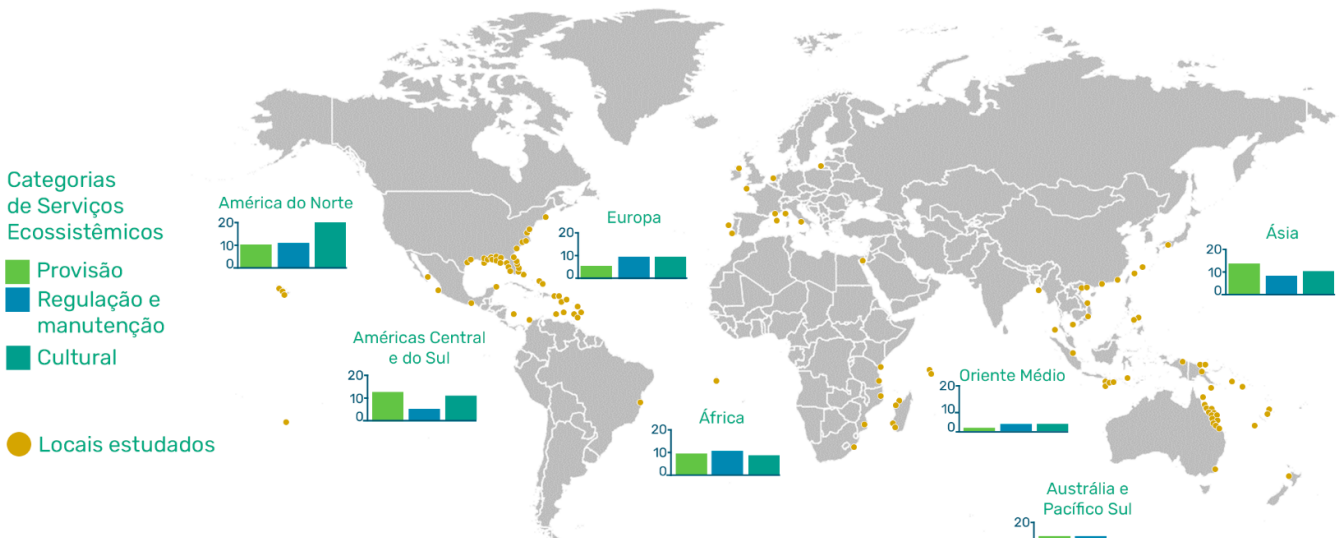


US\$5,7 bilhões recursos pesqueiros

US\$9,6 bilhões serviços culturais

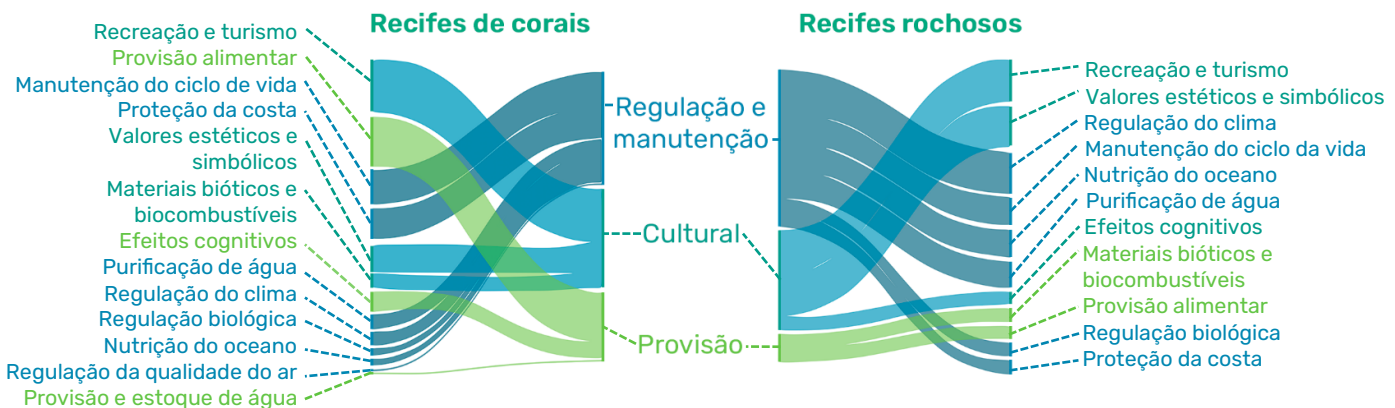
SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS EM RECIFES

Em uma revisão sistemática, pesquisadores do ReefSYN contaram o número de estudos sobre serviços ecossistêmicos em recifes ao redor do mundo



SERVIÇOS ECOSSISTÊMICOS E SUBCATEGORIAS

Relação entre categorias de serviços ecossistêmicos e suas subcategorias



BENEFÍCIOS DE AMBIENTES RECIFAIS E PERCEPÇÕES DE SEUS USUÁRIOS

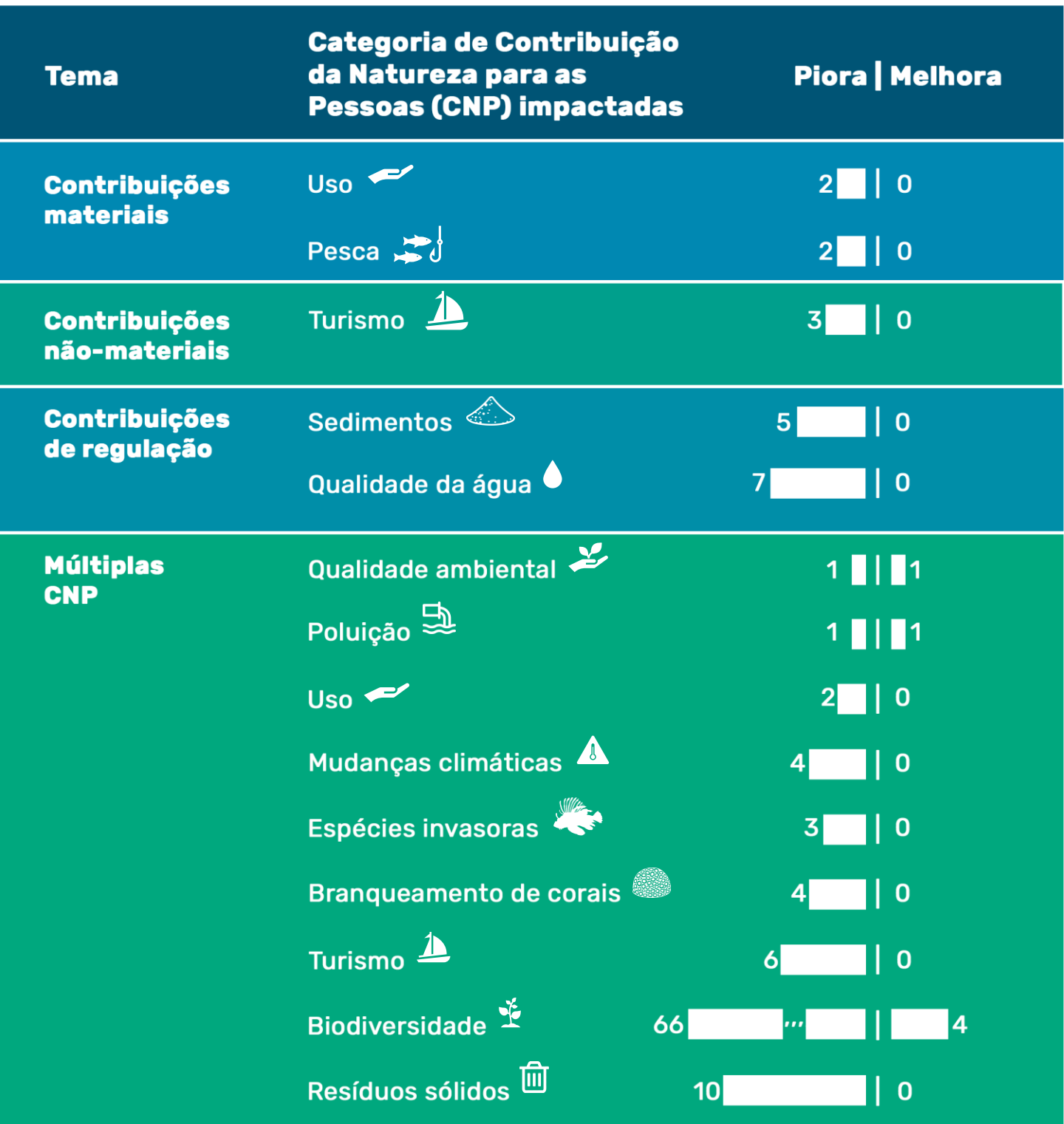


Pelo menos 500 milhões de pessoas vivem em comunidades costeiras ao redor do mundo e são altamente dependentes dos benefícios providos pelos recifes de corais. Os benefícios providos pelos ambientes recifais brasileiros (Porto de Galinhas-PE, Caravelas/Abrolhos-BA e Arraial do Cabo-RJ), para pesquisadores e pessoas que frequentam esses ambientes como mergulhadores e operadores de turismo, são diferentes para a sua vida pessoal e para a atividade exercida neste ambiente. Os principais benefícios percebidos estão relacionados ao bem-estar (mostrando a importância dos recifes para a vida das pessoas) e com a capacidade dos recifes para a manutenção e criação de hábitat para outros organismos. Além disso, a maior mudança notada pelas pessoas foi uma diminuição da biodiversidade, provavelmente devido ao declínio geral na abundância de espécies, tornando o recife menos atrativo. Apesar da percepção de um ambiente recifal menos diverso, algumas mudanças positivas foram observadas, como o avanço na conscientização em relação ao ambiente marinho. Percepções como estas refletem a importância de intensificar ações de conscientização e engajamento da população em relação aos ambientes marinhos.

Importante destacar também a lacuna em relação às percepções de povos e comunidades tradicionais acerca de ambientes recifais no Brasil. Isso mostra que embora a inclusão de povos e comunidades tradicionais seja necessária em propostas de manejo e conservação, ainda faltam estudos que incorporem os conhecimentos tradicionais desses grupos de usuários sobre ambientes recifais.

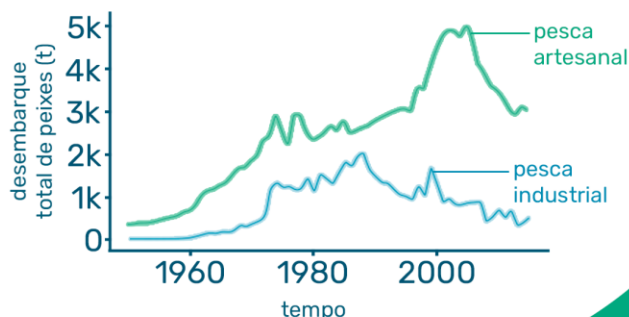
BENEFÍCIOS DE AMBIENTES RECIFAIS E PERCEPÇÕES DE SEUS USUÁRIOS

Principais mudanças percebidas comparando a primeira e última visita ao recife. Números ao lado das barras mostram o número de respostas.



NOS RECIFES BRASILEIROS, A PESCA ARTESANAL É A PREDOMINANTE

Norte e Nordeste são as regiões com maior volume de captura de peixes



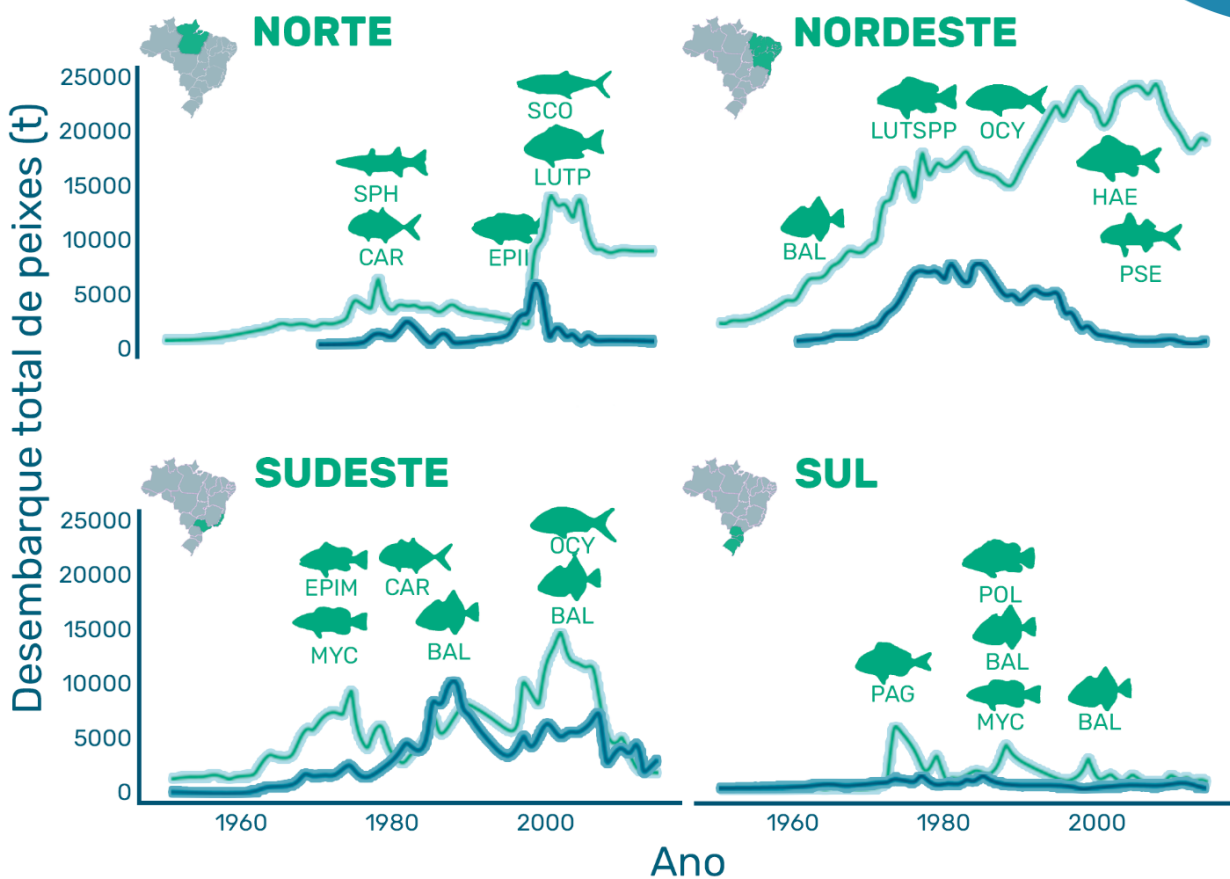
E também passaram a capturar espécies de níveis tróficos mais baixos ao longo do tempo

Ao longo do tempo, pescadores capturaram diferentes composições de espécies de peixes recifais

SERVIÇOS DE PESCA

No Brasil, a pesca de organismos recifais é majoritariamente artesanal. Apesar de se estender ao longo da costa, o maior volume de capturas de espécies de peixes recifais ocorre no nordeste e, mais recentemente, no norte do país. Ao longo do tempo, além de alterações na composição de espécies capturadas, a pesca avançou através da teia trófica, atingindo desde predadores e mesopredadores até herbívoros. A expansão da pesca sobre o espaço funcional de assembleias de peixes foi maior nos estados do nordeste, sobretudo a partir da década de 70. A crescente demanda nacional e internacional provocou o declínio de estoques pesqueiros, que tem sido acompanhado por diminuições no nível trófico médio e no tamanho, além de diferenças na profundidade máxima habitada por espécies de peixes que compõem as capturas. Um esforço padronizado de monitoramento da pesca ao longo da costa brasileira é fundamental para aprimorar as estimativas de *status* de estoques e assegurar este importante serviço de provisão.

SERVIÇOS DE PESCA POR REGIÃO



— Pesca artesanal
 — Pesca industrial
 BAL: *Balistes*
 CAR: *Caranx*

EPII: *Epinephelus itajara*
 EPIM: *Epinephelus morio*
 HAE: *Haemulon*
 LUTP: *Lutjanus purpureus*

LUTSPP: *Lutjanus spp*
 MYC: *Mycteroperca*
 OCY: *Ocyurus*
 PAG: *Pagrus*

POL: *Polyprion*
 PSE: *Pseudupeneus sp.*
 SCO: *Scomberomorus*
 SPH: *Sphyraena*

A PESCA TEM EFEITOS SOBRE A ESTRUTURA FUNCIONAL DE PEIXES EM RECIFES BRASILEIROS

EFETOS DA PESCA SOBRE ATRIBUTOS FUNCIONAIS

Tamanho corporal (cm)



Variável

Nível trófico



Diminiu

Profundidade mínima (m)



Variável

Profundidade máxima (m)



Diminiu

Tamanho do cardume e nível da água



Estável

PESCADO E NUTRIÇÃO

As *blue foods*, como são denominados alimentos produzidos ou extraídos de ambientes aquáticos (ou 'pescado'), são nutricionalmente mais ricos em zinco, ferro, cálcio, vitaminas e ácidos graxos do que fontes de proteína de animais terrestres. A população brasileira, tradicionalmente, consome mais carne bovina e frango, e pouco pescado, não chegando a atingir os 12 kg/ano recomendados pela FAO (*Food Agriculture Organization*). O consumo fica em torno de 10 kg anuais per capita quando pescado de água doce e salgada são considerados, e somente 5 kg quando o pescado marinho é considerado.

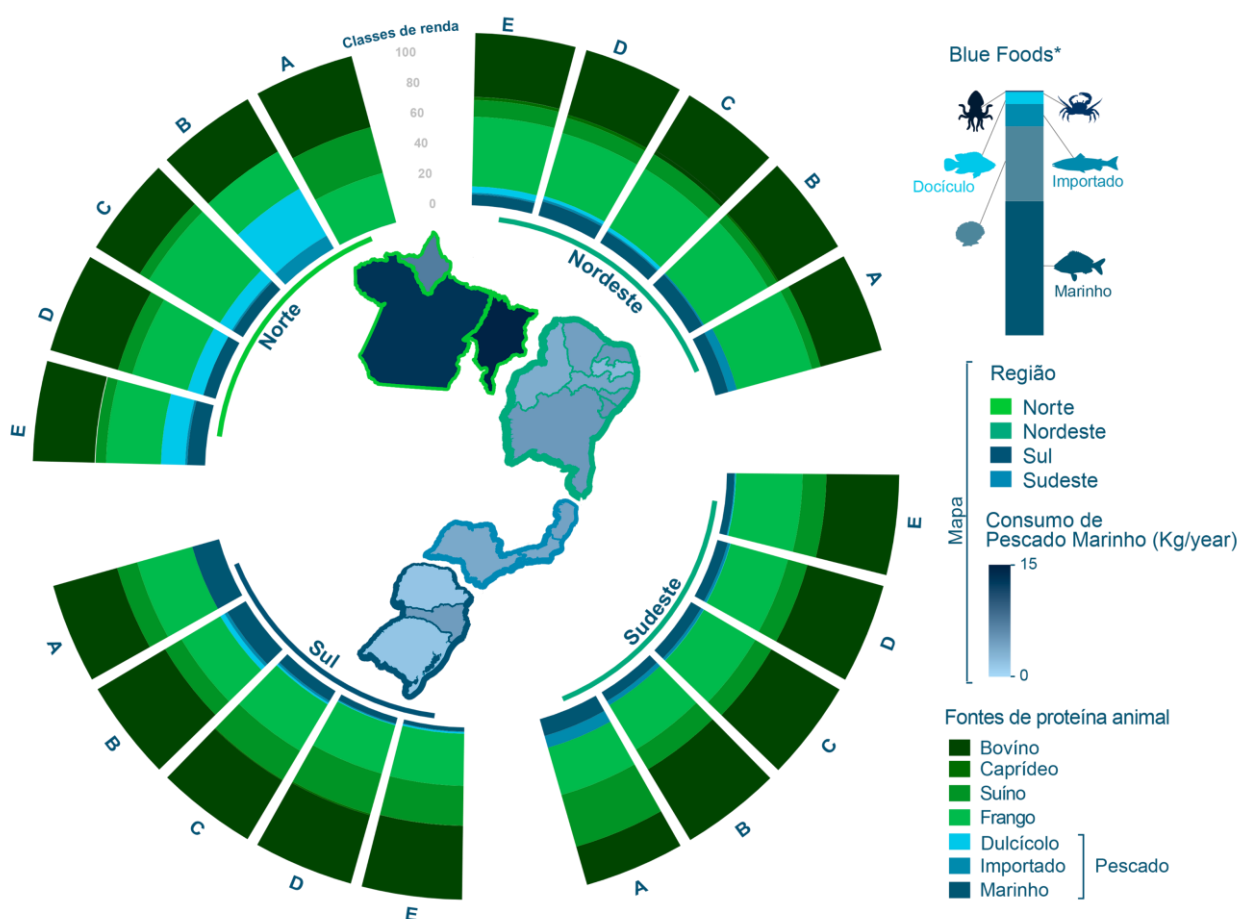



Figura 3.1: Contribuição de diferentes fontes de proteína animal na dieta, por região do Brasil e classe social/renda (letras). A barra azul no canto superior direito representa a contribuição diferencial dos grupos de alimentos para os blue foods: cefalópodes, crustáceos, peixes de água doce, peixes importados, moluscos e peixes de água salgada (de cima para baixo, respectivamente). O mapa do Brasil foi colorido para representar o consumo médio anual per capita de frutos do mar, em Kg.

PESCADO MARINHO E NUTRIÇÃO



ALÉM DA TERRA: O ELEVADO POTENCIAL NUTRICIONAL DE ALIMENTOS DO MAR PARA A POPULAÇÃO BRASILEIRA

Apesar disso, as principais espécies marinhas capturadas ao longo da costa oferecem uma ampla variedade de micronutrientes para a população, e a relação entre consumo e desembarque per capita/ por estado indicam que as capturas poderiam sustentar as demandas estaduais. Atualmente a dieta da população brasileira não atinge os limites da FAO para os principais micronutrientes presentes no pescado. O teor nutricional da dieta pode melhorar pelo consumo das espécies desembarcadas na costa.

| | | Cálcio (Ca) | Magnésio (Mg) | Zinco (Zn) | Ferro (Fe) | Vitamina A | Ômega 3 | Proteína |
|---|---------|-------------|---------------|------------|------------|------------|---------|----------|
| Recomendação diária FAO por pessoa | | 1000mg | 310mg | 11mg | 22mg | 800µg | 2,5g | 50mg |
| Norte  | Seafood | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| | Outros | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↑ |
| Nordeste  | Seafood | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| | Outros | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↑ |
| Sudeste  | Seafood | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| | Outros | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↑ |
| Sul  | Seafood | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ |
| | Outros | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↓ | ↑ |

↓ Muito abaixo
↓ Pouco abaixo
↓ Abaixo
↑ Acima

*Seafood = frutos do mar

SERVIÇOS CULTURAIS

PEIXES E FORMAÇÕES RECIFAIS AGREGAM VALOR ESTÉTICO À PAISAGEM DO LITORAL BRASILEIRO

A fauna subaquática e os componentes da paisagem marinha aguçam os sentidos e a percepção das pessoas sobre a biodiversidade e os serviços da natureza. Nos recifes, os peixes são notáveis por suas cores vibrantes, comportamentos curiosos e abundância, atraindo anualmente milhares de turistas às zonas costeiras em busca de atividades recreativas. Através de entrevistas com pescadores, mergulhadores, turistas e pesquisadores, o ReefSYN investigou o valor estético de 821 espécies de peixes recifais e mapeou o valor estético de 9 sítios recifais distribuídos de norte a sul do Brasil (latitude 0 à 27°S).



ESPÉCIES E PAISAGENS PREFERIDAS

Entre as espécies preferidas estão peixes-papagaio (e.g. gênero *Scarus*), raia-chita (*Aetobatus narinari*), cavalos-marinhos (*Hippocampus reidi*) e os coloridos peixes-anjo (*Holacanthus ciliaris*) e o gramma brasileiro (*Gramma brasiliensis*). Imagens subaquáticas com a presença de predadores/mesopredadores e cardumes foram consideradas as mais bonitas pelos entrevistados. Além disso, imagens com elementos recifais, como recifes emersos em sua paisagem, tiveram os maiores valores estéticos.

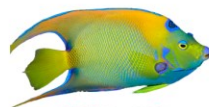
OS PEIXES MAIS BONITOS DO BRASIL (n=82 espécies)



Tubarão-martelo
Sphyrna tiburo



Tubarão-galha-preta
Carcharhinus limbatus



Peixe-anjo
Holacanthus ciliaris



Tubarão-baleia
Rhincodon typus



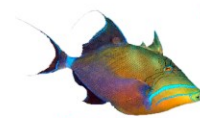
Cavalo-marinho
Hippocampus reidi



Grama brasileiro
Gramma brasiliensis



Tubarão-seda
Carcharhinus falciformis



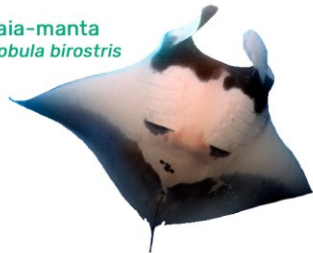
Cangulo rei
Balistes vetula

Garoupa verdadeira
Mycteroperca marginatus



Raia chita
Aetobatus narinari

Raia-manta
Mobula birostris



Donzelinha
Stegastes rocasensis



Peixe-cirurgião
Acanthurus coeruleus



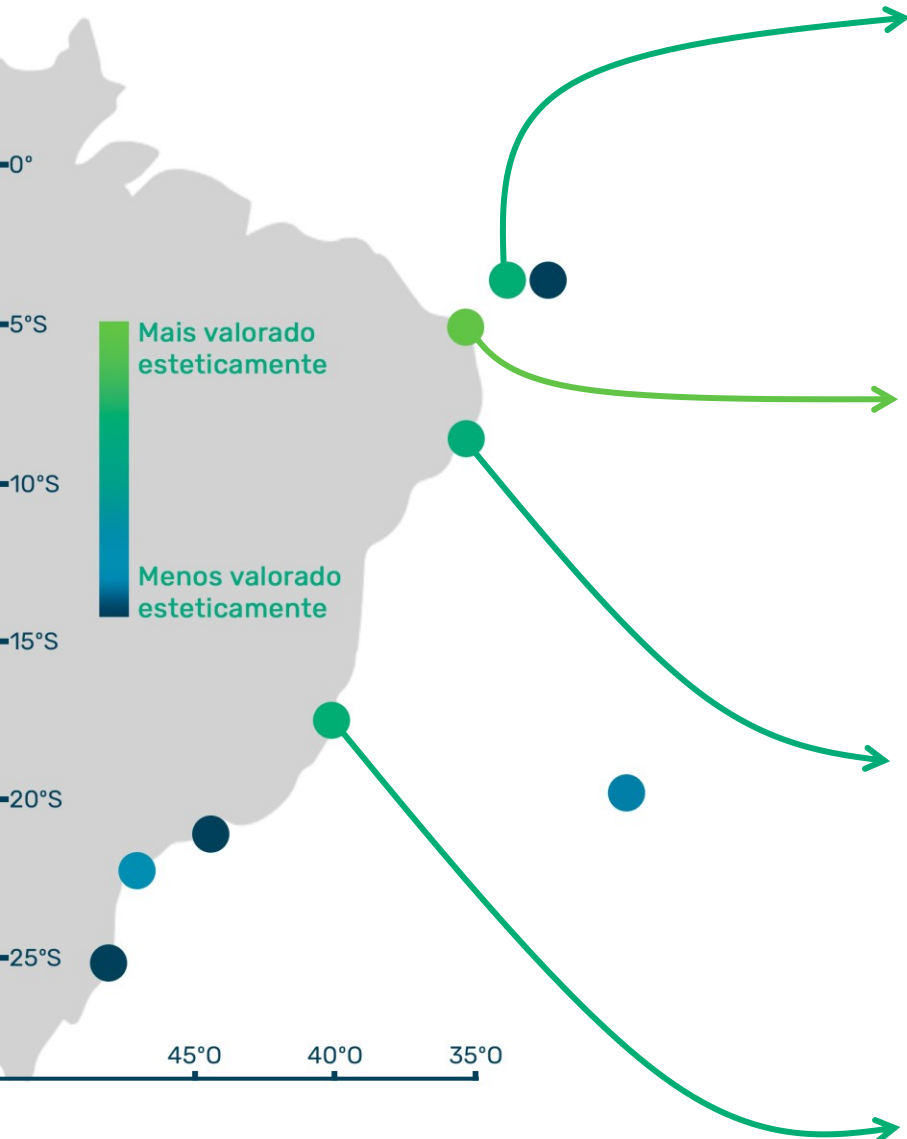
Paru
Pomacanthus paru

AS PAISAGENS SUBAQUÁTICAS MAIS APRECIADAS POR SUA BELEZA SÃO AQUELAS COM GRANDES CARDUMES E PREDADORES DE TOPO



OS RECIFES MAIS BONITOS DO BRASIL

Sítios recifais do nordeste, incluindo Parrachos, Costa dos Corais, Atol das Rocas e Abrolhos, tiveram os maiores valores estéticos. A valoração de peixes e elementos recifais na paisagem enfatiza a necessidade de implementar ações de conservação e preservação de áreas recifais e populações de peixes. Isso contribui para a economia, o turismo sustentável e o funcionamento do ecossistema recifal.



REFERÊNCIAS

Destaques em negrito são produções científicas do ReefSYN

Albuquerque, F.C., Bleuel, J., Pinto, M.P. Longo, G.O. (2023). In the right place at the right time: representativeness of corals within marine protected areas under warming scenarios in Brazil, *Ocean & Coastal Management*, 233, 106469.

Almeida-Neto, M., Guimarães, P., Guimarães, P.R., Jr, Loyola, R.D., Ulrich, W. (2008). A consistent metric for nestedness analysis in ecological systems: reconciling concept and measurement. *Oikos*, 117, 1227-1239.

Aubin, I., Venier, L., Pearce, J., & Moretti, M. (2013). Can a trait-based multi-taxa approach improve our assessment of forest management impact on biodiversity? *Biodiversity and Conservation*, 22, 2957-2975.

Aued, A.W., Smith, F., Quimbayo, J.P., Cândido, D.V., Longo, G.O., Ferreira, C.E.L., ... Segal, B. (2018). Large-scale patterns of benthic marine communities in the Brazilian Province. *PLoS ONE*, 13(6), e0198452.

Barbier, E.B. et al., (2011). The value of estuarine and coastal ecosystem services. *Ecological monographs*, 81(2), 169-193.

Bellwood, David R., et al. (2004); Confronting the coral reef crisis. *Nature* 429.6994: 827-833.

Bender, M.G., Pie, M.R., Rezende, E.L., Mouillot, D., & Floeter, S.R. (2013). Taxonomic and functional structure of reef fish assemblages. *Global Ecology and Biogeography*, 22, 1173-1182.

Bender, M.G. et al. (2023). Como garantir o futuro dos recifes brasileiros? Ações regionais no contexto de impactos globais. *Sinbiose/CNPq*, 2023, 4p.

Bonham, M., Duffy, E., Robson, P., Wallace, J., Myers, G., Davidson, P., . . . Livingstone, M. (2009). Contribution of fish to intakes of micronutrients important for fetal development: A dietary survey of pregnant women in the Republic of Seychelles. *Public Health Nutrition*, 12(9), 1312-1320.

Brandl, S. J. et al. (2019) Coral reef ecosystem functioning: eight core processes and the role of biodiversity. *Front. Ecol. Environ.* 17, 445-454.

Ceretta, Bruna F., et al. (2020). Testing the accuracy of biological attributes in predicting extinction risk. *Perspectives in Ecology and Conservation* 18.1 (2020): 12-18.

Coker, D. J., Wilson, S. K. & Pratchett, M. S. Importance of live coral habitat for reef fishes. (2014) *Rev. Fish Biol. Fisheries* 24, 89-126.

Costanza, R., d'Arge, R., de Groot, R. et al. (1997) The value of the world's ecosystem services and natural capital. *Nature* 387, 253-260.

Cord, I. et al. (2022) Brazilian marine biogeography: a multi-taxa approach for outlining sectorization. *Mar. Biol.* 169(5), 61.

Cordeiro CAMM, Aued AW, et al. (2022). Long-term monitoring projects of Brazilian marine and coastal ecosystems. *PeerJ* 10:e14313

Darling, E.S., Graham, N.A.J., Januchowski-Hartley, F.A., Nash, K.L., Pratchett, M.S., & Wilson, S.K. (2017). Relationships between structural complexity, coral traits, and reef fish assemblages. *Coral Reefs*, 36, 561-575.

Darwin Core Task Group (2009). Darwin Core. Biodiversity Information Standards (TDWG) <http://www.tdwg.org/standards/450>

Díaz, S., & Cabido, M. (2001). Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(11), 646-655.

Díaz, S., & Cabido, M. (2001). Vive la différence: plant functional diversity matters to ecosystem processes. *Trends in Ecology & Evolution*, 16(11), 646-655.

Eddy, T.D., Lam, V.W.Y., Reygondeau, G., Cisneros-Montemayor, A.M., Greer, K., Palomares, M.L.D., Bruno, J.F., Ota, Y., Cheung, W.W.L. (2021). Global decline in capacity of coral reefs to provide ecosystem services. *One Earth* 4: 1278-1285.

Eggertsen L, Luza A, Cordeiro C, Dambros C, Ferreira C, Floeter S, Francini-Filho R, Freire K, Gasalla M, Giarizzo T, Giglio V, Hanazaki N, Lopes P, Longo G, Luiz O, Magris R, Mendes T, Pinheiro H, Quimbayo J, Reis-Filho A, Vila-Nova D, Bender M (in press). Complexities of reef fisheries in Brazil: a retrospective and functional approach. *Reviews in Fish Biology and Fisheries*

REFERÊNCIAS

Destaques em negrito são produções científicas do ReefSYN

- Elliff, Carla I., and Ruy KP Kikuchi. (2017) Ecosystem services provided by coral reefs in a Southwestern Atlantic Archipelago; *Ocean & Coastal Management* 136: 49–55.
- Fogliarini, C.O., Longo, G.O., Francini-Filho, R.B., McClenachan, L., & Bender, M.G. (2022). Sailing into the past: Nautical charts reveal changes over 160 years in the largest reef complex in the South Atlantic Ocean. *Perspectives in Ecology and Conservation*, 20(3), 231–239.
- Francini-Filho RB, Coni EOC, Meirelles PM, Amado-Filho GM, Thompson FL, Pereira-Filho GH, et al. (2013) Dynamics of Coral Reef Benthic Assemblages of the Abrolhos Bank, Eastern Brazil: Inferences on Natural and Anthropogenic Drivers. *PLoS ONE* 8(1): e54260.
- Pereira-Filho, G.H., ... Moura, R.L. (2013) Dynamics of coral reef benthic assemblages of the Abrolhos Bank, Eastern Brazil: inferences on natural and anthropogenic drivers. *PLoS ONE*, 8(1), e54260.
- Freire K, Almeida da Silva Z, Trindade Amador J, Aragão JA, Araújo da Rocha AR, Avila-da-Silva AO, Bentes B, et al. (2021) Reconstruction of Marine Commercial Landings for the Brazilian Industrial and Artisanal Fisheries From 1950 to 2015. *Front Mar Sci* 8:1–16
- Froese, R., & Pauly, D. (2021). FishBase. Available at: <https://www.fishbase.se/search.php>
- Fulton, C. J. et al. (2020) Macroalgal meadow habitats support fish and fisheries in diverse tropical seascapes. *Fish Fish.* 21, 700– 717.
- Golden, C.D., Koehn, J.Z., Shepon, A. et al. (2021) Aquatic foods to nourish nations. *Nature* 598, 315–320.
- Grillo, AC, Bonaldo, RM, Segal, B. (2018). Physical contact interactions with scleractinian corals in hard substrate communities. *Marine Ecology*, 39, e12482.
- Haas, A.F., Guibert, M., Foerschner, A., Calhoun, S., George, E., Hatay, M., Dinsdale, E., Sandin, S.A., Smith, J.E., Vermeij, M.J., Felts, B., (2015). Can we measure beauty? Computational evaluation of coral reef aesthetics. *PeerJ*, 3, e1390.
- Hammerschlag, Neil, et al. (2019). Ecosystem function and services of aquatic predators in the Anthropocene." *Trends in Ecology and Evolution* 34.4: 369–383.
- Heithaus, Michael R., et al.. (2008) Predicting ecological consequences of marine top predators; *Trends in Ecology and Evolution* 23.4 : 202–210
- Hicks, C.C., Cohen, P.J., Graham, N.A.J. et al. (2019) Harnessing global fisheries to tackle micronutrient deficiencies. *Nature* 574, 95–98.
- Hoegh-Guldberg, Ove; Pendleton, Linwood; KAUP, Anne. People and the changing nature of coral reefs. *Regional Studies in Marine Science*, v. 30, p. 100699, 2019.
- Hughes T.P., Rodrigues, M.J., Bellwood, D.R., Ceccarelli, D., Hoegh-Guldberg, O., McCook, L., ... Willis, B. (2007). Phase shifts, herbivory, and the resilience of coral reefs to climate change. *Current Biology* 17:360–365
- Hughes, T. P. et al. (2003) Climate Change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs. *Science* 301, 929–933.
- Inagaki, K. Y., Pennino, M. G., Floeter, S. R., Hay, M. E. & Longo, G.O. (2020) Trophic interactions will expand geographically but be less intense as oceans warm. *Glob. Change Biol.* 26, 6805–6812.
- IPBES (2019): Summary for policymakers of the global assessment report on biodiversity and ecosystem services of the Intergovernmental Science–Policy Platform on Biodiversity and Ecosystem Services. S. Díaz, J. Settele, E. S. Brondízio E.S. et al. (eds.). IPBES secretariat, Bonn, Germany. 56 pages. Available at: <https://zenodo.org/record/3553579#.Y6lflHbMKUK>
- Liberati, A., Altman, D.G., Tetzlaff, J., Mulrow, C., Gøtzsche, P.C., Ioannidis, J.P.A., Clarke, M., Devereaux, P.J., Kleijnen, J., & Moher, D. (2009). The PRISMA Statement for Reporting Systematic Reviews and Meta-Analyses of Studies That Evaluate Health Care Interventions: Explanation and Elaboration. *PLOS Medicine*, 6(7), e1000100.

REFERÊNCIAS

Destaques em negrito são produções científicas do ReefSYN

- Liquete, C. et al., (2013). Current Status and Future Prospects for the Assessment of Marine and Coastal Ecosystem Services: A Systematic Review. *PLoS ONE*, 8(7), e67737.
- Longo, G. O., Hay, M. E., Ferreira, C. E. L. & Floeter, S. R. (2019) Trophic interactions across 61 degrees of latitude in the Western Atlantic. *Glob. Ecol. Biogeogr.* 28, 107-117.
- Lonzetti, B.C., Vieira, E.A., & Longo, G.O. (2022). Ocean warming can help zoanthids outcompete branching hydrocorals. *Coral Reefs*, 41, 175–189.
- Luza, A.L., Quimbayo, J.P., Ferreira, C.E.L. et al. (2022) Low functional vulnerability of fish assemblages to coral loss in Southwestern Atlantic marginal reefs. *Sci Rep* 12, 17164.**
- Luza, A. L., Aued, A. W., Barneche, D. R., Dias, M. S., Ferreira, C. E. L., Floeter, S. R., Francini-Filho, R. B., Longo, G. O., Quimbayo, J. P., & Bender, M. G. (2023). Functional diversity patterns of reef fish, corals and algae in the Brazilian biogeographical province. *Journal of Biogeography*, 50, 1163–1176.**
- Luza, A. L., Barneche, D. R., Cordeiro, C. A. M. M., Dambros, C. S., Ferreira, C. E. L., Floeter, S. R., Giglio, V. J., Luiz, O. J., Mendes, T. C., Picolotto, V. A. P., Quimbayo, J. P., Silva, F. C., Waechter, L., Longo, G. O., & Bender, M. G. (2023). Going across taxa in functional ecology: Review and perspectives of an emerging field. *Functional Ecology*. <https://doi.org/10.1111/1365-2435.14442>.**
- Magris, R.A., Costa, M.D.P., Ferreira, C.E.L., Vilar, C.C., Joyeux, J.-C., Creed, J.C., ... Floeter, S.R. (2021). A blueprint for securing Brazil's marine biodiversity and supporting the achievement of global conservation goals. *Diversity and Distributions*, 27, 198– 215.
- McAfee AJ, McSorley EM, Cuskelly GJ, Moss BW, Wallace JM, Bonham MP, Fearon AM (2010). Red meat consumption: an overview of the risks and benefits. *Meat Sci.* 84(1):1-13.
- McLean, M., et al. (2021) Trait similarity in reef fish faunas across the world's oceans. *PNAS* 118(12), e2012318118.
- Mies M. et al. (2020) South Atlantic Coral Reefs Are Major Global Warming Refugia and Less Susceptible to Bleaching. *Front. Mar. Sci.* 7, 514.
- Morais, R. A., C. E. L. Ferreira, and S. R. Floeter. (2017) Spatial patterns of fish standing biomass across Brazilian reefs. *Journal of Fish Biology* 91.6: 1642-1667.
- Moretti, M., & Legg, C. (2009). Combining plant and animal traits to assess community functional responses to disturbance. *Ecography*, 32(2), 299–309.
- Neumann, B., Vafeidis, A.T., Zimmermann, J., Nicholls, R.J., (2015). Future coastal population growth and exposure to sea-level rise and coastal flooding – a global assessment. *PLoS ONE* 10, e0118571.
- Newman, M.E.J. (2006). Modularity and community structure in networks. *PNAS*, 103 (23), 8577-8582.
- Pinheiro, H.T., Rocha, L.A., Macieira, R.M., Carvalho-Filho, A., Anderson, A.B., Bender, M.G., ... Floeter, S.R. (2018). Southwestern Atlantic reef fishes: zoogeographic patterns and ecological drivers reveal a secondary biodiversity center in the Atlantic Ocean. *Diversity and Distributions*, 24, 951–965.
- Power, M. E. et al. Challenges in the Quest for Keystones. (1996) *BioScience* 46, 609–620.
- Quimbayo, J. P. et al. (2021) Life-history traits, geographical range, and conservation aspects of reef fishes from the Atlantic and Eastern Pacific. *Ecology* 102, e03298.**
- Quimbayo, J.P. et al. (2023). TimeFISH: Long-term assessment of reef fish assemblages in a transition zone in the Southwestern Atlantic. *Ecology*. e3966. DOI:10.1002/ecy.3966. <https://doi.org/10.1002/ecy.3966>
- Reed, M.S., (2008). Stakeholder participation for environmental management: a literature review. *Biological Conservation*, 141(10), 2417–2431.

REFERÊNCIAS

Destaques em negrito são produções científicas do ReefSYN

- Roos NC, Pennino MG, Carvalho AR, Longo GO (2019) Drivers of abundance and biomass of Brazilian parrotfishes. *Mar Ecol Prog Ser* 623:117-130.
- Santana et al. (2022). Dataset: Turbidity shapes shallow Southwestern Atlantic benthic reef communities. Available at: <https://zenodo.org/record/7299381>
- Santana, E.F.C., Mies, M., Longo, G.O., Menezes, R., Aued, A.W., Luza, A.L., ... Francini-Filho, R.B. (2023). Turbidity shapes shallow Southwestern Atlantic benthic reef communities. *Marine Environmental Research*, 183, 105807.**
- Smith, A., Yee, S.H., Russell, M., Awkerman, J., Fisher, W.S., (2017). Linking ecosystem services supply to stakeholder concerns on both land and sea: An example from Guánica Bay watershed, Puerto Rico. *Ecological Indicators*, 74, 371-383.
- Souter, D., Planes, S., Wicquart, J., Logan, M., Obura, D., Staub, F. (2021) Status of coral reefs of the world: 2020 report. Global Coral Reef Monitoring Network (GCRMN)/International Coral Reef Initiative (ICRI). Accessed: <https://gcrmn.net/2020-report/>
- Spalding, M., Burke, L., Wood, S.A., Ashpole, J., Hutchison, J., Zu Ermgassen, P., (2017). Mapping the global value and distribution of coral reef tourism. *Marine Policy*, 82, 104-113.
- Strona, G. et al. (2021) Global tropical reef fish richness could decline by around half if corals are lost. *Proc. R. Soc. B* 288, 20210274.
- Strona, G., & Bradshaw, C.J.A. (2022). Coextinctions dominate future vertebrate losses from climate and land use change. *Science Advances*, 8(50).
- Sumi, M., Segal, B., Nunes, F. & Hanazaki, N. Nature's contributions to people who depend on Brazilian coral and rocky reefs. Submetido para *Environment, Development & Sustainability*.**
- Tavares, DC, et al. (2019) Traits shared by marine megafauna and their relationships with ecosystem functions and services. *Frontiers in Marine Science* 6: 262.
- Tittensor, D.P., Mora, C., Jetz, W., Lotze, H.K., Ricard, D., Berghe, E.V., & Worm, B. (2010). Global patterns and predictors of marine biodiversity across taxa. *Nature*, 466(7310), 1098-101.
- Tribot, A.S., Mouquet, N., Villéger, S., Raymond, M., Hoff, F., Boissery, P., Holon, F., Deter, J., (2016). Taxonomic and functional diversity increase the aesthetic value of coralligenous reefs. *Scientific Reports*, 6(1), 1-12.
- Waechter, Luiza S., et al. (2021) Functional biogeography of marine vertebrates in Atlantic Ocean reefs. *Diversity and Distributions* 28.8 (2022): 1680-1693.
- Waechter, L, Luza, A., Eggertsen, L., Quimbayo, J., Hanazaki, N., Pinheiro, H., Giglio, V., Cordeiro, C., Mendes, T., Luiz, O., Dambros, C., Longo, G., Almeida-Neto, M., and Bender, M, 2023. The Aesthetic Value of Brazilian Reefs: From Species to Seascape. Available at SSRN: <https://ssrn.com/abstract=4494374>**
- Weiss, K.C.B., & Ray, C.A. (2019). Unifying functional trait approaches to understand the assemblage of ecological communities: synthesizing taxonomic divides. *Ecography*, 42, 2012-2020.
- Wilkinson MD, Dumontier M, et al. (2016) The FAIR Guiding Principles for scientific data management and stewardship. *Sci Data*. 15:3:160018. Erratum in: *Sci Data*. 2019 Mar 19;6(1):6. PMID: 26978244; PMCID: PMC4792175.
- Wilson, S. K., Graham, N. A. J., Pratchett, M. S., Jones, G. P. & Polunin, N. V. C. (2006) Multiple disturbances and the global degradation of coral reefs: are reef fishes at risk or resilient? *Glob. Change Biol.* 12, 2220-2234.
- Woodhead, A.J., Hicks, C.C., Norström, A.V., Williams, G.J., Graham, N.A., (2019). Coral reef ecosystem services in the Anthropocene. *Functional Ecology*, 33(6), 1023-1034.



REEF
SYN