



MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE
INSTITUTO CHICO MENDES DE CONSERVAÇÃO DA BIODIVERSIDADE
NGI COSTA DOS CORAIS

**Programa Institucional de Bolsas de Iniciação Científica do Instituto Chico
Mendes de Conservação da Biodiversidade- PIBIC/ICMBio**

Relatório Final
(2020-2021)

**Mitigação dos impactos da possível bio-invasão do coral-sol na APA Costa
dos Corais**

Erandy Gomes da Silva

Orientador(a): Andrei Tiego Cunha Cardoso

Recife
Agosto/2021

Resumo

O coral sol (*Tubastraea* spp.) é o primeiro coral escleractiniano a invadir as águas do Oceano Atlântico Sudoeste, causando várias consequências econômicas, ecológicas e sociais negativas. No Brasil, foi registrado na década de 1980 no Rio de Janeiro. Posteriormente, esse coral já invadiu oito estados do país. O presente estudo teve como objetivo monitorar os recifes naturais e artificiais da Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (APACC), aumentando as chances de diminuição dos danos a partir do registro precoce. Além do monitoramento da cobertura bentônica realizada em municípios presentes na APACC, foram confeccionados materiais gráficos informativos impressos em placas de PVC para fixação em locais estratégicos com maior visibilidade dos atores sociais envolvidos, além de realizados eventos online do tipo “webinar”, focados diretamente na problemática do Coral-Sol. Foi constatado ainda a presença de *Tubastraea coccinea* na praia de Serrambi, que compreende um dos territórios da APA Recifes-Serrambi. Esse registro deve alertar os órgãos gestores, pois a APA Recifes-Serrambi encontra-se apenas 20km da APACC. Não foi encontrada nenhuma colônia de *Tubastraea* spp. no território da APACC. Nossas descobertas reforçam a grande importância do monitoramento ecológico, para ajudar a mitigar a bioinvasão em hotspots de biodiversidade de corais.

Palavras-chave: Coral-sol; Bioinvasão; Áreas marinhas protegidas

Abstract

The Sun Coral (*Tubastraea* spp.) It is the first Scleractinian coral to invade the waters of the Southwest Atlantic Ocean, causing harmful, ecological and social negative consequences. In Brazil, it was registered in the 1980s in Rio de Janeiro. Later, this coral has already invaded eight states in the country. This study aimed to monitor the natural and artificial reefs of the Costa dos Corais Environmental Protection Area (APACC), increasing the chances of reducing damage from early registration. In addition to monitoring the benthic coverage carried out in municipalities present at the APACC, informative graphic materials printed on PVC plates were made for transfer in strategic locations with greater visibility for social actors, in addition to online events such as "webinars", focused directly on the issue of the Sun Coral. The presence of *Tubastraea coccinea* was also found on Serrambi beach, which comprises one of the territories of the APA Recifes-Serrambi. This record should alert the management bodies, as the APA Recifes-Serrambi is just 20km from the APACC. No colonies of *Tubastraea* spp. no APACC territory. Our findings underscore the great importance of ecological monitoring to help mitigate bioinvasion in coral biodiversity hotspots.

Keywords: Sun coral; bioinvasion; Marine Protected Areas

3. Lista de Figuras, Quadros, Tabelas, Abreviaturas e Siglas, Símbolos.

Figura 1 - Mapa da área de estudo.....	8
Figura 2 - Desenho amostral das estruturas de bioincrustação.....	10
Figura 3 - Representação gráfica da composição bentônica dos pontos de coleta de Maragogi e Japaratinga - AL.....	12
Figura 4 - Representação gráfica da composição bentônica dos pontos de coleta de Japaratinga – AL.....	13
Figura 5 - Representação gráfica da composição bentônica dos pontos de coleta de São Miguel dos Milagres – AL.....	14
Figura 6 - Representação gráfica da composição bentônica dos pontos de coleta de Passo do Camaragibe – AL.....	15
Figura 7 - Representação gráfica da composição bentônica dos pontos de coleta de São José da Coroa Grande – PE.....	16
Figura 8 - Representação gráfica da composição bentônica dos pontos de coleta de Paripueira – AL.....	18
Figura 9 - Representação gráfica da composição bentônica dos pontos de coleta de São Miguel dos Milagres - AL.....	19
Figura 10 - Mergulhadores realizando remoção de colônias de coral-sol.....	20
Figura 11 – Material gráfico criado pelo aluno para educação ambiental.....	21
Figura 12 - Plot dos pontos onde foram inseridas as estruturas de bioincrustação no município de Paripueira - AL, no limite Sul da APACC.....	22
Figura 13 - Plot dos pontos onde foram inseridas as estruturas de bioincrustação no município de Tamandaré - PE, no limite Norte da APACC.....	23

Sumário

Introdução.....	5
Objetivos.....	7
Material e métodos.....	7
Resultados.....	11
Discussão e conclusões.....	23
Recomendações para o manejo.....	24
Agradecimentos.....	25
Citações e referências bibliográficas.....	25

Introdução

O processo de introdução ou invasão de novas espécies em ecossistemas consolidados pode modificar a estrutura e função desses ecossistemas e criar interações, ou, alterar os fluxos de energia e matéria através do sistema (Da Silva *et al.*, 2014; Creed *et al.*, 2017; Soares *et al.*, 2020;). As taxas e caminhos pelos quais as espécies invasoras se movem foram completamente modificadas pelas ações humanas (Carlton, 1996; Capel *et al.*, 2017), que contribuíram para a eliminação ou redução de barreiras naturais que sempre protegeram os ecossistemas marinhos (Silva, Souza, 2004; Soares *et al.*, 2018; Rilov e Crooks, 2009) da chegada ou disseminação dessas espécies.

Dentre essas, temos o coral-sol (*Tubastraea* spp.) da família Dendrophylliidae, uma espécie invasora, sendo considerados os primeiros corais escleractinianos a invadirem as águas do sul do Atlântico (Castro e Pires, 2001; Creed *et al.*, 2017; De Paula e Creed, 2004). A invasão deste organismo é monitorada no Brasil há anos (Costa *et al.*, 2014; Creed *et al.*, 2017) inclusive na região do Atlântico Sudoeste (Silva *et al.*, 2014). Eles estão amplamente distribuídos, inclusive em unidades marinhas protegidas (Silva *et al.*, 2011). Os primeiros registros no Brasil ocorreram em 1980, no Rio de Janeiro (Castro, Pires, 2001), e hoje já existem ocorrências nos estados de São Paulo (Mantelatto *et al.*, 2011), Espírito Santo, Santa Catarina (Silva, Barros, 2011), Bahia (Sampaio *et al.*, 2012) e Ceará (Soares *et al.*, 2018, 2020) e ao longo de cerca de 3000 km de costa, bem como em aproximadamente 20 plataformas de petróleo (Soares *et al.*, 2020; Silva *et al.*, 2014; Miranda *et al.*, 2020). Eles são facilmente reconhecidos por suas cores brilhantes: amarelo (*T. tagusensis*), vermelho e laranja (*T. coccínea*) (De Paula, Creed, 2004).

Carlton e Gueller (1993) atribuem o estabelecimento bem sucedido das espécies invasoras marinhas, em grande parte, ao transporte de água de lastro, e a incrustação em navios ou plataformas flutuantes, o que é bastante corroborado pelas regiões onde a espécie tem sido encontrada. É importante destacar que esse coral apresenta um perfil reprodutivo que é típico de espécies oportunistas, como, idade precoce de reprodução e alta produção de ovócitos (De Paula, 2007), além de outras características que conferem a essa espécie a capacidade de alterar a dinâmica dos ecossistemas invadidos (Lages *et al.*, 2011), e sendo, portanto, bastante nocivas para os organismos endêmicos.

Foram registradas, em janeiro de 2020, colônias de *Tubastraea* spp. em cinco naufrágios do Parque de Naufrágios de Pernambuco, na costa do município do Recife, capital do estado de Pernambuco além do Porto de Suape e APA Recifes-Serrambi (aproximadamente 25 km de distância da APA Costa dos Corais). Esse registro pode acautelar os órgãos responsáveis pelo monitoramento e conservação de áreas recifais da região, para evitar ou diminuir os impactos de uma eventual dispersão para a APACC (Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais), considerando os riscos que este organismo pode causar em comunidades marinhas locais que incluem uma biodiversidade significativa de espécies endêmicas e vulneráveis são enormes. A bioinvasão em habitats marinhos tem sido considerada a principal causa da perda de biodiversidade com impactos ecológicos, econômicos e sociais relevantes em todo o mundo (Oigman Pszczol et al., 2017; Floerl et al., 2004; Creed et al., 2017).

É importante notar que estudos como Crivellaro et al., (2020) e Creed et al., (2021), mostram a eficácia das atividades de controle para suprimir a expansão das invasões de coral sol, mesmo se considerando o método de remoção manual como não ideal, seus esforços levaram a uma redução do fornecimento de propágulo de coral sol, traduzido em mais tempo no controle de dispersão. Oigman Pszczol et al., (2017) mostra que algumas medidas devem ser adotadas na gestão ou mitigação dos danos causados pela invasão de *Tubastraea* spp. Essas ações correspondem às três etapas da bioinvasão, que consistem em: prevenção; detecção precoce e resposta rápida e controle e gestão de populações estabelecidas. Nesse caso, a opção mais eficaz para o controle total é a prevenção.

A espécie *T. tagusensis* foi registrada no estado de Pernambuco em cerca de 40 m de profundidade (naufrágio Walsa) e este é o registro mais profundo para a espécie no Oceano Atlântico Sudoeste (Silva et al., in prep.). Segundo Soares et al., (2020) foi observado recentemente em um naufrágio localizado a 32 m de profundidade no estado do Ceará. Por outro lado, *T. coccinea* é frequentemente registrado em naufrágios e recifes artificiais (Fenner, 2001; Fenner e Banks, 2004). O gênero já foi registrado em 2008, em estruturas portuárias no estado do Espírito Santo, em áreas muito rasas e sombreadas de estruturas portuárias, muitas vezes expostas durante a maré baixa (Costa et al., 2014).

Por isso, é preciso controlar a invasão dessas espécies biológicas incrustantes (Fenner, 2001), e para isso, uma série de medidas devem ser adotadas na gestão ou mitigação dos danos

causados por organismos invasores, visto a ameaça que eles podem causar à biodiversidade local.

6. Objetivos (no máximo 1 página)

Dessa forma, o projeto teve como objetivo monitorar os recifes naturais e artificiais da APACC para identificar colônias de coral-sol, aumentando as chances de diminuição dos danos a partir do registro precoce dos corais. Tendo como objetivos específicos:

- Identificar as colônias de coral sol existentes nos recifes naturais e artificiais da APACC;
- Fazer a remoção das colônias por meio de mergulho autônomo, com mergulhadores devidamente capacitados, caso sejam localizadas colônias;
- Promover educação ambiental à comunidade e mergulhadores, integrando banners, pôsteres e palestras em colônias de pescadores e pontos turísticos.

A divulgação de trabalhos como esse reforça a relevância da necessidade de conservação das áreas recifais da região, bem como, a importância da continuidade de projetos desse cunho, a partir de novos desafios ou questionamentos que surgem ao longo do trabalho ou após o atendimento dos objetivos propostos.

Material e Métodos

Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais (APACC)

De acordo com (ICMBio, 2011; APACC, 2020), Área de Proteção Ambiental (APA) é uma Unidade de Conservação (UC) de uso sustentável, geralmente extensa e com relevante grau de ocupação humana, possuindo características importantes para a qualidade de vida e bem-estar de sua população, tais como singularidades abióticas, bióticas, estéticas e culturais, além de possuir como um de seus objetivos a proteção da diversidade biológica, o controle do processo de ocupação e a garantia da sustentabilidade do uso de seus recursos naturais (Figura 1).

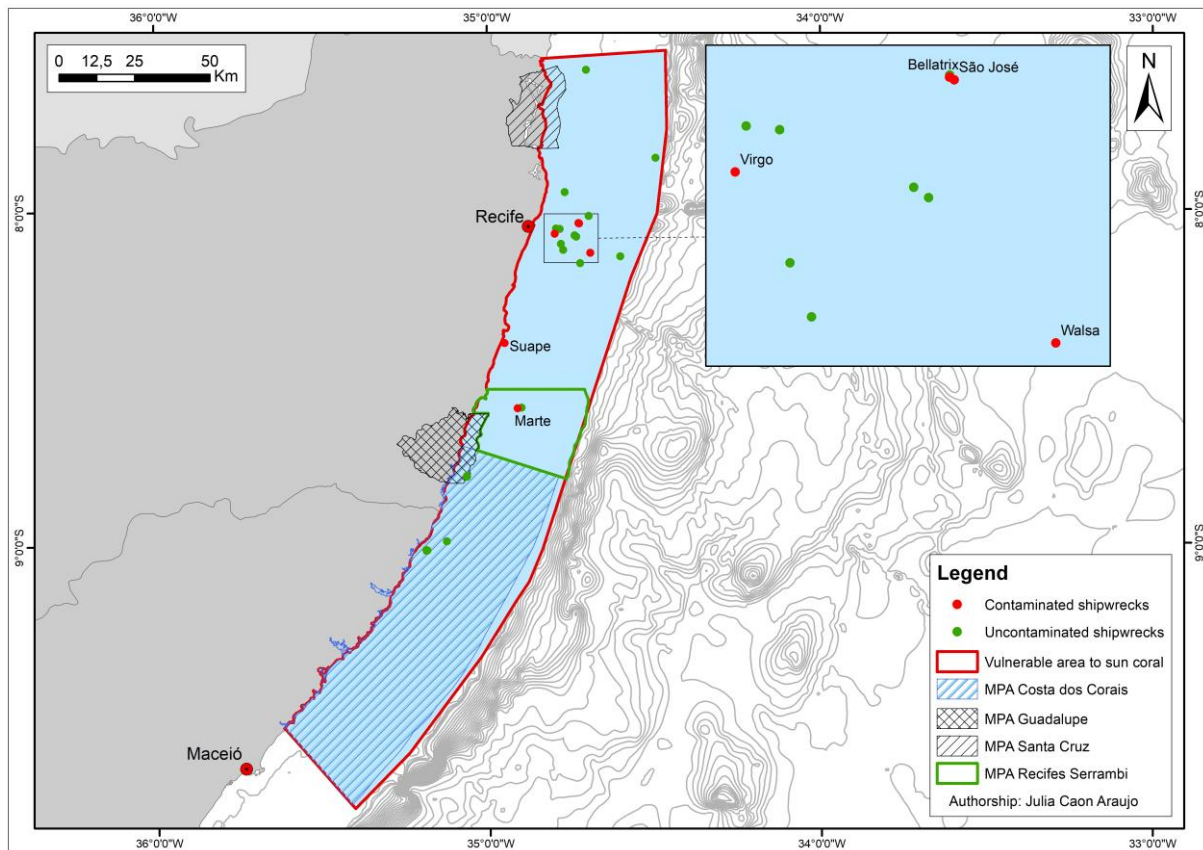


Figura 1 - Mapa da área de estudo. Fonte: O autor.

A APACC foi criada em 1997 e é a maior unidade de conservação marinha costeira, com aproximadamente 120 km de extensão e está sediada no município de Tamandaré no estado de Pernambuco, possuindo ainda bases avançadas nos municípios de Barra de Santo Antônio e Porto de Pedras, situados no estado de Alagoas (AL). Compreende 11 municípios ao longo da linha de costa desde a cidade de Tamandaré até a porção norte Maceió, capital alagoana. Em direção ao oceano, limita-se a cerca de 30 km da costa, na quebra da plataforma continental.

Monitoramento

O levantamento de dados biológicos foi obtido por meio de mergulhos SCUBA (equipamento autônomo). Foi utilizado o método Check-APACC, uma adaptação do Point Intercept Transect (PIT). Este método consiste no posicionamento de um transecto de 20m, em que a cada 0,5m o componente substrato será anotado, totalizando 40 pontos por transecto, sendo 4 transectos por ponto e 24 por Município, totalizando 96 transectos e 3840 pontos. As áreas monitoradas serão recifes naturais e quando presentes, os artificiais presentes nos municípios da APACC.

Quando encontradas as colônias de *Tubastraea spp.*, a abundância relativa foram classificada em 5 categorias de tamanho de acordo com uma adaptação da escala “DAFOR” proposta por Sutherland (2006) e utilizada por Silva (2014): Muito abundantes, quando as colônias de *Tubastraea spp.* forem extremamente aparentes, ocupando áreas > 1m²; Abundantes, quando ocorrerem frequentemente com colônias ocupando 51-100 cm de diâmetro; Comuns, colônias isoladas numerosas e frequentes em áreas de 10-50 cm; Casuais, quando pequenos grupos ocuparem 5-10 cm; Incomuns, quando ocorrerem de 1-5 indivíduos isolados e; Inexistentes, quando não forem avistadas. Todos os dados da comunidade serão posteriormente tratados estatisticamente e a espécie será devidamente identificada.

Identificação dos pontos

A identificação dos pontos aconteceu de forma contínua por busca intensiva ao longo da extensão da APACC, buscando pontos de relevante potencial para colonização do Coral-Sol, como recifes naturais e quando presentes, também os recifes artificiais. Uma vez identificados os pontos, suas coordenadas geográficas são registradas com um equipamento de GPS.

Remoção do Coral-Sol

A remoção das colônias de Coral-Sol acontece manualmente com espátulas e bolsa coletora com malha de 200 µm para impedimento da dispersão de ovos e larvas, que possui ~300-1500 µm de diâmetro (Glynn *et al.*, 2008), após a retirada. Por meio de mergulho autônomo, os mergulhadores (que inclui o orientado dessa proposta) realizam o trabalho seguindo as instruções e diretrizes presentes no protocolo do Projeto Coral Sol (Creed, 2017). Quando identificados pontos de invasão, a remoção e monitoramento serão feitos mensalmente, quando dentro da escala de classificação “casuais ou incomuns” proposta para o estudo, e quinzenalmente quando a invasão for classificada como “comuns, abundantes ou muito abundantes”. Da mesma forma ocorrerá o monitoramento pós-remoção.

Educação Ambiental

Foram confeccionados banners, pôsteres e outro materiais gráficos que são fixados em colônia de pescadores e pontos turísticos da APACC com a finalidade de alertar a comunidade e os turistas sobre os hábitos, ecologia e perigos do Coral-sol, além de postagens nas redes sociais e a organização de um evento on-line intitulado “Webinar Coral Sol”. Não foi possível a realização oficinas nos locais e ministrados minicursos para mergulhadores que

os capacitarão para a correta remoção voluntária das colônias de Coral-Sol devido à proibição da organização de eventos presenciais. A APACC já realiza trabalhos de monitoramento na região há alguns anos e possui parceiros locais além de uma estreita relação com as comunidades locais, o que pode facilitar e/ou agilizar as operações.

Estruturas de Bioincrustação

Buscando mais uma alternativa na prevenção à bioinvasão, foram realizadas expedições para inserção de estruturas de bioincrustação nos limites norte e sul da APACC, em recifes naturais e artificiais. Os ambientes naturais e artificiais tiveram estruturas de concreto e barro queimado (14 conjuntos) fixadas diretamente no recife, respeitando o desenho amostral (figura 2).

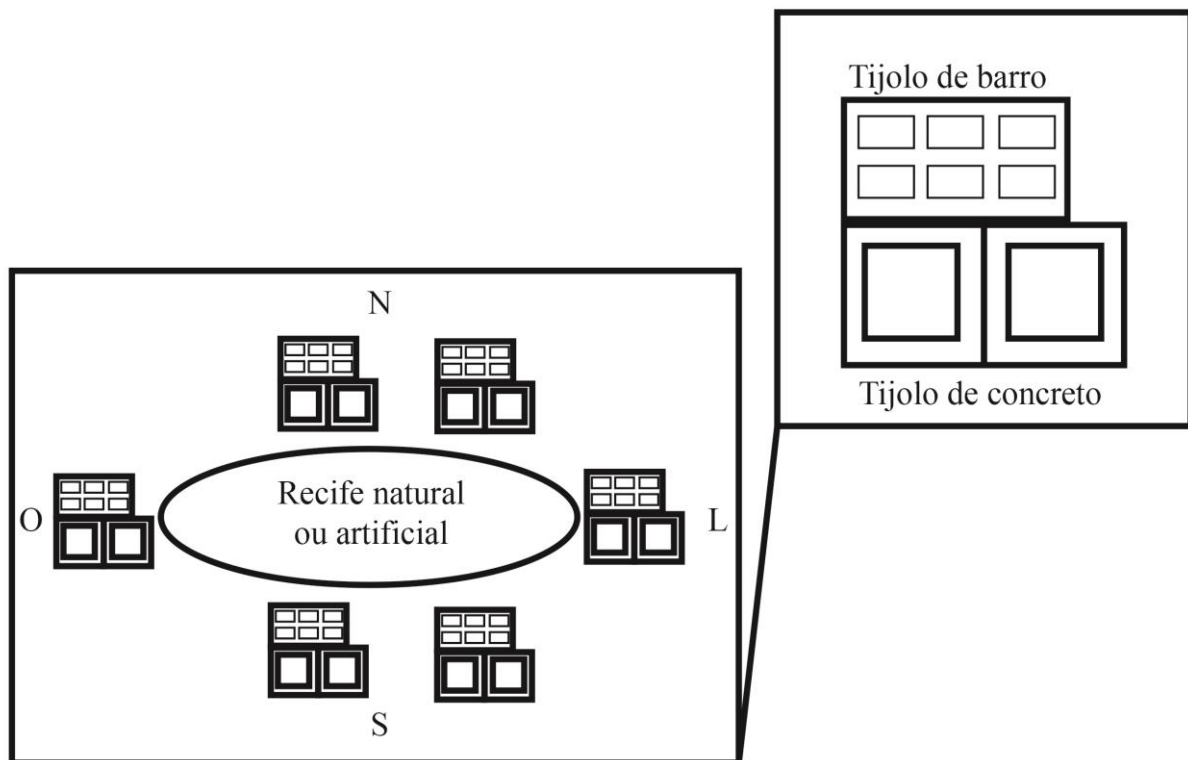


Figura 2 - Desenho amostral das estruturas de bioincrustação. **Fonte:** O autor.

Resultados

Monitoramento

As ações de monitoramento estão acontecendo mensalmente, pelo período de 5 dias, em cada um dos territórios que compreendem a APACC. A composição bentônica dos pontos foram classificadas em 9 categorias: EAM: Matriz de Alga Epilítica; Hard Coral: Coral duro; Octocoral: Octoral; Macroalgae: Macroalgas; Coralline algae: Algas calcáreas; Zoanthids: Zoantídeos; Sponge: Esponjas; Bare Rock: Rocha e Sand: Areia. Os pontos visitados no período de agosto/2020 a abril de 2021 são:

Agosto: Maragogi e Japaratinga - Alagoas

Foram visitados três pontos, no município de Maragogi - Alagoas, entre os dias 18 e 19 de agosto, e um ponto no município de Japaratinga, no dia 20, para coleta de dados de cobertura bentônica (figura 3).

Ponto 1- Galé - Maragogi

Foram realizados quatro transectos neste ponto. Foi observada cobertura de coral de aproximadamente 52%, representada principalmente pelas espécies *Millepora alcicornis* (52%) e *Mussismilia harttii* (22%).

Ponto 2 – Zona de Preservação da Vida Marinha - ZPVM (Pedra do Meio) - Maragogi

Com cerca de 3 metros de profundidade, este sítio foi marcado por apresentar mais de 52% de cobertura de corais pétreos, e 5% de zoantídeos, sendo, *Millepora alcicornis* (73%) a maior representante de sua categoria.

Ponto 3 - Aquário - Maragogi

O ponto teve cobertura de coral, com mais de 45% de cobertura. Espécies como *Mussismilia harttii* (43%), *Millepora alcicornis* e *M. braziliensis* (24%, cada).

Ponto 4 - Aiúia - Japaratinga

Neste ponto, foram realizados 5 transectos. Coberto em mais de 42% por matriz de algas epilíticas, um pouco mais de 50% de corais escleractíneos, em sua maioria, *Mussismilia harttii* (50%), seguida por *Siderastrea stellata* (40%).

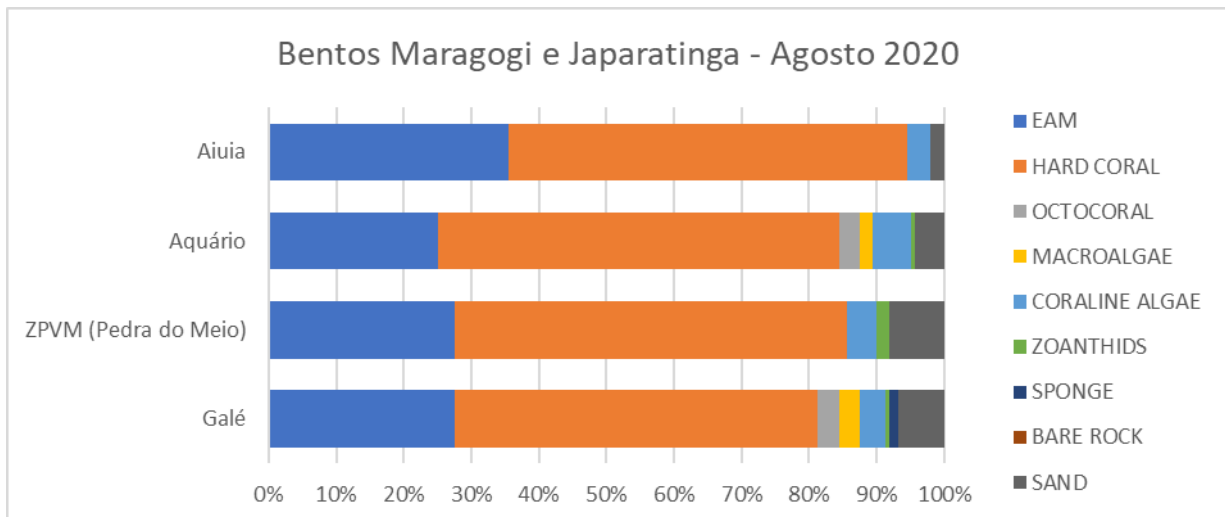


Figura 3 - Representação gráfica da composição bentônica dos pontos de coleta de Maragogi e Japaratinga - AL.
Fonte: O autor.

Setembro: Japaratinga - Alagoas

Foram visitados quatro pontos, no município de Japaratinga/AL, entre os dias 15 e 17 de setembro, para coleta de dados de cobertura bentônica. Foram realizados quatro transectos por ponto (figura 4).

Ponto 1- Cordões 1

Foi observada cobertura de coral de aproximadamente 47%, representada principalmente pelas espécies *Millepora alcicornis* (57%) e *Mussismilia hartii* (29%).

Ponto 2 - Cordões 2

Com cerca de 3 metros de profundidade, este sítio foi marcado por apresentar mais de 55% de cobertura de corais pétreos, e 10% de macroalgas sendo, *Millepora alcicornis* (91%) a maior representante de sua categoria.

Ponto 3 - Picão

O ponto teve cobertura de mais de 85% de matriz de algas epitilíticas, com 10% de cobertura de corais. As espécies *Millepora alcicornis* (75%) e *Siderastrea stellata* (25%) foram as responsáveis pela cobertura de corais.

Ponto 4 - Aiúia

Coberto em mais de 37% por matriz de algas epilíticas, um pouco mais de 30% de macroalgas e 22% de corais escleractíneos, em sua maioria, *Mussismilia hartii* (60%).

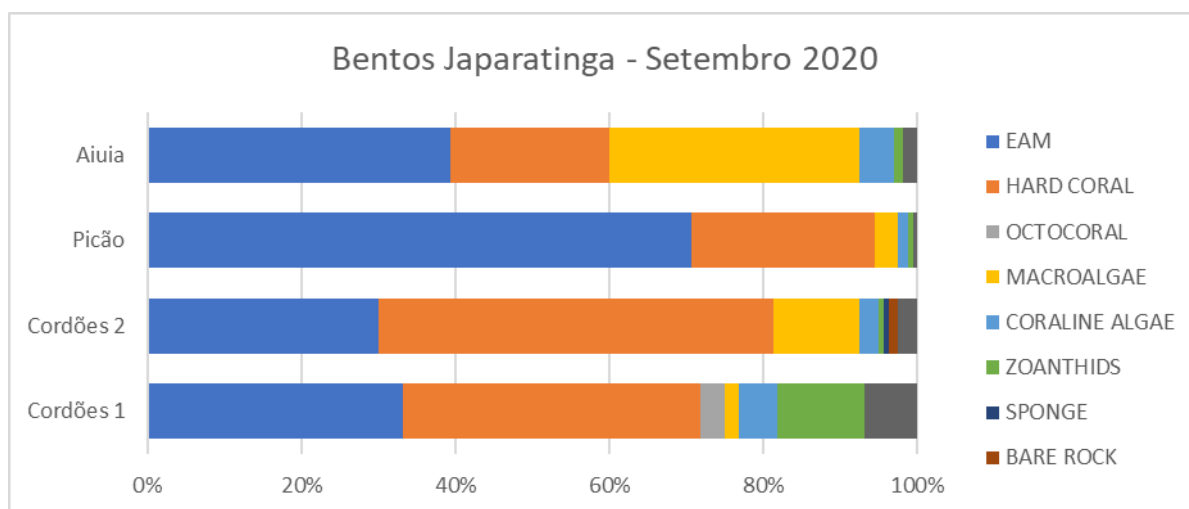


Figura 4 - Representação gráfica da composição bentônica dos pontos de coleta de Japaratinga - AL. **Fonte:** O autor.

Outubro: São Miguel dos Milagres – Alagoas

Foram visitados cinco pontos, no município de São Miguel dos Milagres - Alagoas, entre os dias 14 e 16 de outubro de 2020, para coleta de dados de cobertura bentônica. todos os mergulhos tiveram visibilidade horizontal baixa (figura 5).

Ponto 1 - Barreta

Foram realizados quatro transectos neste ponto. Foi observada cobertura de EAM de 50%, seguida por 20% de algas calcárias. os 10% de cobertura de coral foram representados principalmente pela espécie *Siderastrea stellata* (50% dos corais).

Ponto 2 - Salvador

Neste ponto, foram realizados três transectos. Com cerca de 3 metros de profundidade, este sítio foi marcado por apresentar 25% de cobertura de corais pétreos, sendo respectivamente, *Siderastrea stellata* (40%) e a *Millepora alcicornis* e *Montastrea cavernosa* (20% cada) as espécies mais frequentes.

Ponto 3 - Canal Tapado

Este ponto teve 15% de cobertura de corais. Espécies como *Mussismilia hispida* (33%) e *Millepora alcicornis* (33%), dominaram a representação de sua categoria, seguidas por *Montastrea cavernosa* (17%).

Ponto 4 - Canal

Ponto coberto em mais de 45% por matriz de algas epilíticas, um pouco mais de 23% de corais escleractíneos, em sua maioria, *Siderastrea stellata* (56%), seguidas por *Mussismilia hispida* (22%).

Ponto 5 - Poço Grande

Ponto mais raso visitado, foram realizados dois transectos. Destaca-se por sua cobertura considerável de zoantídeos (23%), aqui representados pelas espécies *Palythoa caribaeorum* (50%) e *Zoanthus sociatus* (6%).

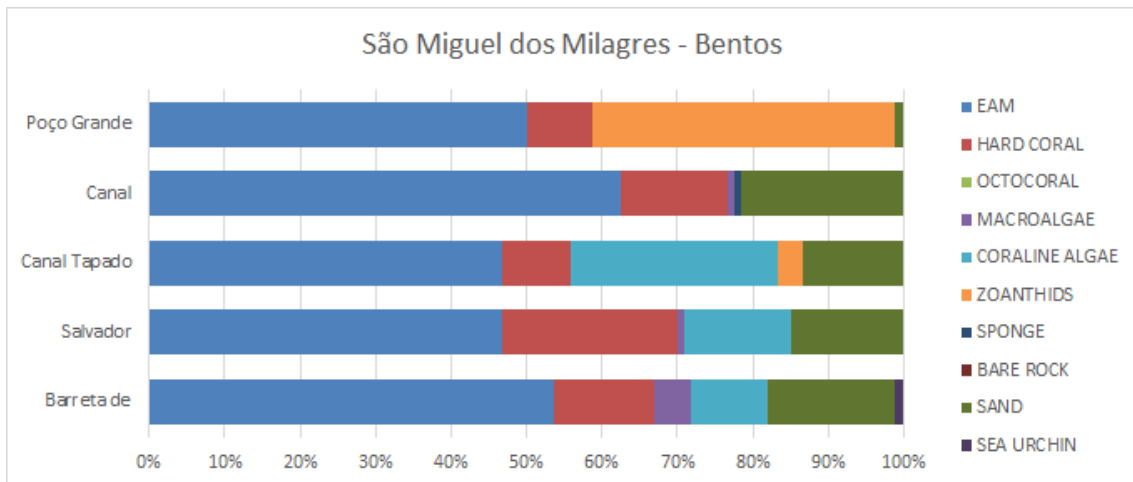


Figura 5 - Representação gráfica da composição bentônica dos pontos de coleta de São Miguel dos Milagres - AL. **Fonte:** O autor.

Novembro: Passo do Camaragibe – Alagoas

Nesta expedição, foram visitados quatro pontos, no município de Passo do Camaragibe - Alagoas, durante os dias 24, 25 e 26 de novembro de 2020, para coleta de dados de cobertura bentônica (figura 6).

Ponto 1 - Mileporoza

Caracterizado pela ocorrência de várias colônias de *Millepora alcicornis* ao redor da formação recifal. Foram realizados quatro transectos neste ponto, e observada cobertura de corais de 35%, seguida por 30% de EAM. 65% da cobertura de coral foi pela *Millepora alcicornis*.

Ponto 2 - Pulseirão

Mergulhos realizados no dia 25/11. Com cerca de 20 metros de profundidade, o ponto apresentou 38% de cobertura de macroalgas, sendo seguido por 25% de esponjas e 22% de EAM. Os 15% de cobertura de corais foram predominantemente constituídos por *Siderastrea stellata* (83%).

Ponto 3 - Pedra da Lama Preta

Por dificuldades com a maré e visibilidade da água, foram realizados neste ponto dois transectos. A área apresentou cobertura de EAM de 65% e de 18% de esponjas. *Siderastrea stellata* foi a principal representante dos corais, neste ponto.

Ponto 4 - Piscina de Passo do Camaragibe

Ponto com cerca de 5 metros de profundidade, 80% de cobertura de matriz de algas apitílicas e 10% de corais pétreos. *Siderastrea stellata* e *Scolymia wellsi* foram as principais representantes (75% e 25%, respectivamente).

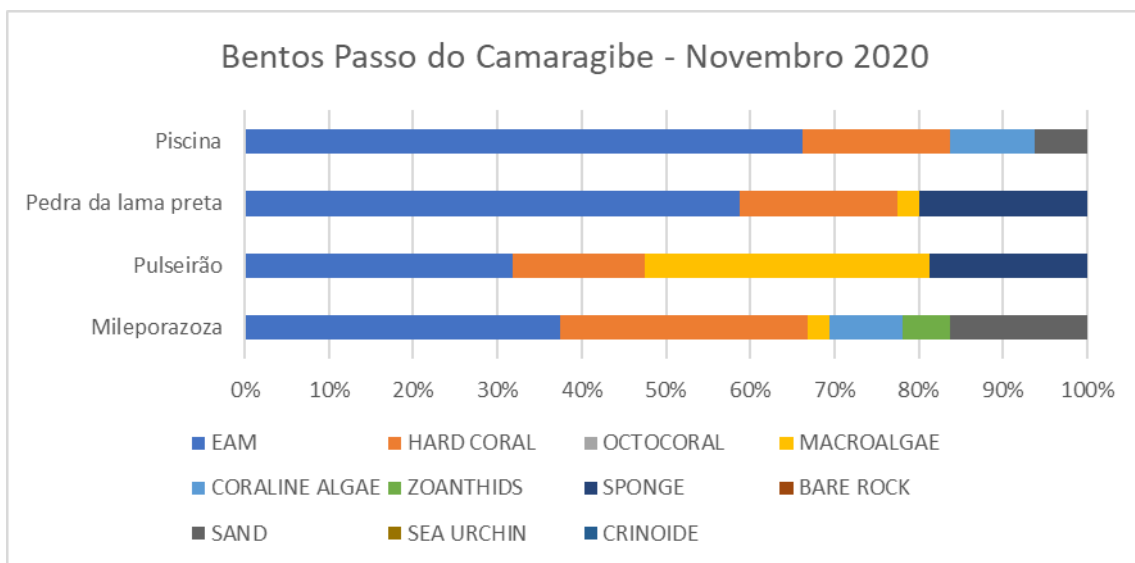


Figura 6 - Representação gráfica da composição bentônica dos pontos de coleta de Passo do Camaragibe - AL. **Fonte:** O autor.

Dezembro: São José da Coroa Grande – Pernambuco

Foram visitados cinco pontos, no município de São José da Cora Grande - Pernambuco, entre os dias 15 e 17 de dezembro de 2020, para coleta de dados de cobertura bentônica (figura 7).

Ponto 1 - Baixa dos Brancos

Foram realizados quatro transectos neste ponto. Foi observada cobertura de EAM de 45%, seguida por 22% de esponjas. os 5% de cobertura de coral foram representados principalmente pela espécie *Montastrea cavernosa* (50% dos corais).

Ponto 2 - Baixa dos Meninos

Neste ponto, foram realizados quatro transectos. Com cerca de 14 metros de profundidade, este sítio foi marcado por apresentar 25% de cobertura de corais pétreos, sendo

respectivamente, *Montastrea cavernosa* (70%) e a *Mussismilia hispida* e 20% as espécies mais frequentes.

Ponto 3 - Escorre Água

Este ponto teve 68% de cobertura de corais. Espécies como *Agaricia humilis* (34%) e *Millepora alcicornis* (28%), dominaram a representação de sua categoria, seguidas por *Mussismilia harttii* (17%).

Ponto 4 - Gravatá

Ponto coberto em mais de 52% por corais escleractíneos, 30% de matriz de algas epilíticas. Os corais eram, em sua maioria, *Montastrea cavernosa* (76%), seguidas por *Millepora brasiliensis* (19%).

Ponto 5 - Cruzeiro

Ponto com aproximadamente 8 metros de profundidade, foram realizados quatro transectos. Destaca-se por sua cobertura considerável de algas calcárias (17%) e EAM (37%). Corais, aqui representados pelas espécies *Siderastrea stellata* (63%) e *Stylaster roseus* (38%).

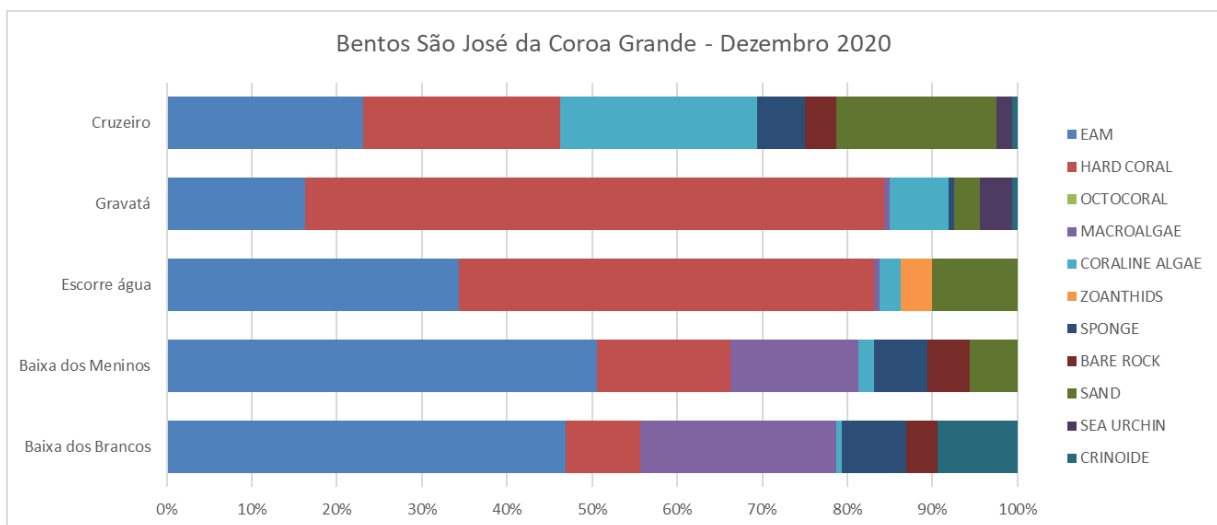


Figura 7 - Representação gráfica da composição bentônica dos pontos de coleta de São José da Coroa Grande - PE. **Fonte:** O autor.

Janeiro/2021 - Paripueira – AL

Nos dias 19, 20 e 21 de janeiro de 2021, foram visitados cinco pontos, do município de Paripueira – Alagoas, para coleta de dados de cobertura bentônica (figura 8).

Ponto 1 - Oiteiro

Foram realizados três transectos neste ponto. Foi observada cobertura de Macroalgas de 38%, seguida por 23% de esponjas. Os 22% de cobertura de coral foram representados principalmente pela espécie *Siderastrea stellata* (56% dos corais).

Ponto 2 - Cabeço do Paru-Branco

Neste ponto, foram realizados três transectos. Com cerca de 19 metros de profundidade, este sítio foi marcado por apresentar 22% de cobertura de corais pétreos, sendo respectivamente, *Siderastrea stellata* (56%) e a *Montastrea cavernosa* (44%) as espécies mais frequentes.

Ponto 3 - Cabeço da Salema

Este ponto teve 55% de cobertura de macroalgas e 8% de cobertura de corais. Novamente, as espécies *Montastrea cavernosa* (67%) e a *Siderastrea stellata* (33%), dominaram a representação de sua categoria.

Ponto 4 - Beto

Ponto coberto em mais de 50% por macroalgas, 23% de corais escleractíneos e 15% de esponjas. Os corais eram, em sua maioria, *Siderastrea stellata* (56%), seguidas por *Montastrea cavernosa* (44%).

Ponto 5 - Cabeço das Algas

Ponto com aproximadamente 19 metros de profundidade, foram realizados três transectos. Assim como nos pontos anteriores, possui cobertura considerável de macroalgas (37%) e EAM (17%). Corais (25% da cobertura), aqui representados pelas espécies *Siderastrea stellata* (60%) e *Montastrea cavernosa* (40%).

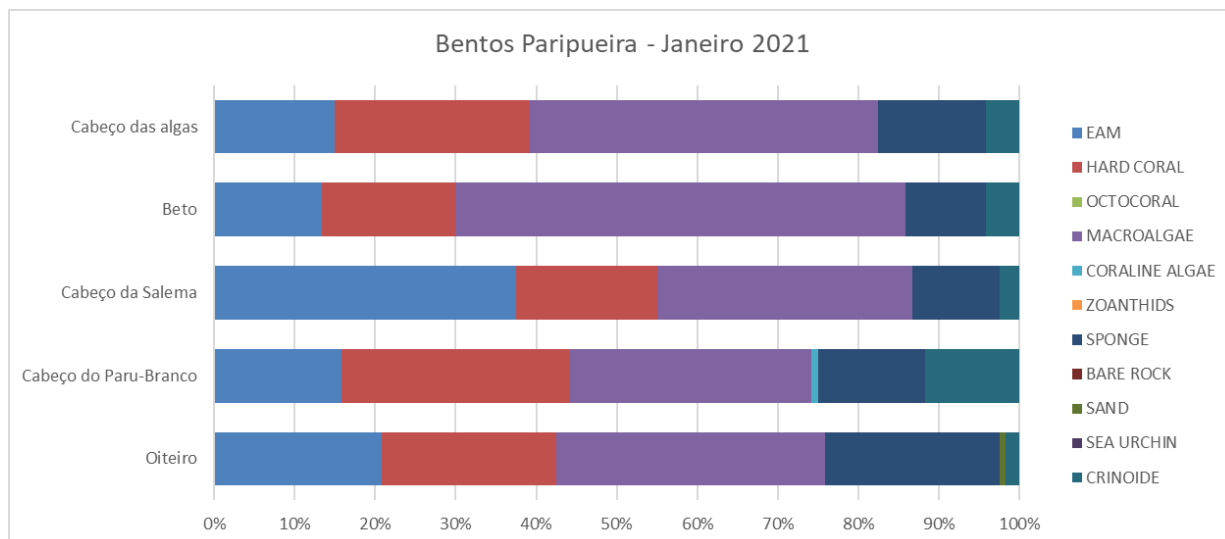


Figura 8 - Representação gráfica da composição bentônica dos pontos de coleta de Paripueira - AL. Fonte: O autor.

Abril/2021 - São Miguel dos Milagres - Alagoas

Foram visitados seis pontos, no município de São Miguel dos Milagres - Alagoas, entre os dias 19 e 23 de abril, para coleta de dados de cobertura bentônica (figura 9)

Ponto 1 - Cabeço dois Irmãos

Foram realizados quatro transectos neste ponto. Foi observada cobertura dominante de EAM (57%), seguida por esponjas (33%) e com, aproximadamente, 7% de corais, representados pelas espécies *Montastrea cavernosa* (48%), *Mussismilia hispida* (26%) e *Siderastrea stellata* (26%).

Ponto 2 - Cabeço da Âncora

Com 19.8 metros de profundidade, este sítio foi marcado por apresentar mais de 57% de cobertura de EAM, e 12% de corais pétreos, sendo, *Siderastrea stellata* (52%) a maior representante de sua categoria.

Ponto 3 - Cabeço da Lagosta

O ponto teve cobertura de coral de um pouco mais de 25%. Espécies como *Siderastrea stellata* (50%) e *Montastrea cavernosa* (38%) foram responsáveis por esta categoria.

Ponto 4 - Cabeço da Lama

Neste ponto, foram realizados 4 transectos. Coberto em mais de 67% por matriz de algas epilíticas, 28% esponjas, teve 5% de cobertura de corais escleractíneos, em sua maioria, *Siderastrea stellata* (40%), seguida por *Mussismilia hispida* (26%).

Ponto 5 - Cabeço do Ciliaris

O ponto teve cobertura de 25% de coral. Seus principais representantes foram as espécies *Montastrea cavernosa* (44%) e *Siderastrea stellata* (42%). O ponto também foi marcado pela cobertura de 20% de esponjas e 52% de EAM.

Ponto 6 - Cabeço do Carijoa

Neste ponto, o aspecto mais marcante foi a presença de cobertura de cerca de 25% de octocorais da espécie *Carijoa riisei*. Também foram amostrados 20% de esponjas e 5% de corais pétreos. Entre os corais, 64% foram *Siderastrea stellata*.

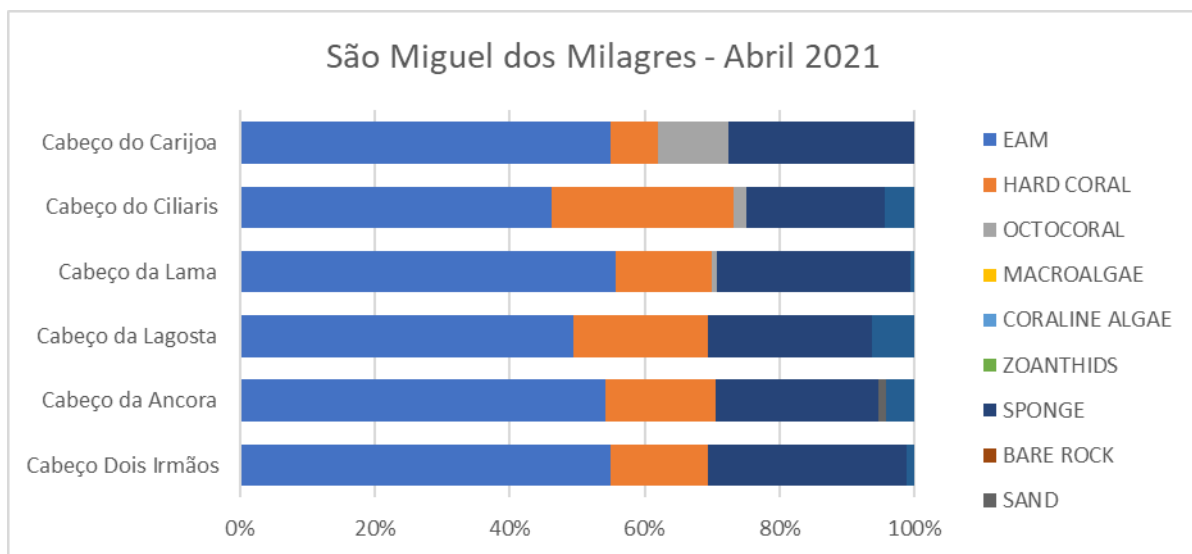


Figura 9 - Representação gráfica da composição bentônica dos pontos de coleta de São Miguel dos Milagres - AL. Fonte: O autor.

Em fevereiro a atividade de campo foi focada na inserção das estruturas de bioincrustação em vez do monitoramento dos ambientes, e em março a expedição de monitoramento dos recifes rasos não foi realizada.

Identificação dos pontos

Não foram encontradas colônias de coral-sol em nenhum dos pontos investigados dentro do território da APACC.

Remoção do Coral-Sol

Além do monitoramento que acontece na APACC, estão sendo realizadas outras expedições para remoção de coral-sol nas proximidades da APACC, nas quais o aluno participa ativamente (Figura 10). Foram encontradas colônias de coral-sol em naufrágios do

Recife e na Área de Proteção Ambiental Recifes-Serrambi, além de estruturas do Porto de Suape. Esses locais, embora não estejam incluídos nos territórios da APACC, estão bem próximos, e servem como alerta para a possível chegada na APACC. Não foi removida nenhuma colônia de coral-sol dentro do território da APACC, pois não foram encontradas durante as expedições de busca do presente estudo.



Figura 10 - Mergulhadores realizando remoção de colônias de coral-sol. **Fonte:** O autor

Educação Ambiental

Foram confeccionados, pelo aluno, banners informativos impressos em PVC para fixação em locais de fácil avistamento dos atores sociais envolvidos na problemática do coral-sol (Figura 11).



Figura 11 – Material gráfico criado pelo aluno para educação ambiental. Fonte: O autor

Estruturas de bioincrustação

Em fevereiro de 2021 foram inseridas estruturas de barro e concreto em recifes naturais inseridos dentro do território da APACC nos municípios de Paripueira (Alagoas, Sul da APACC) e Tamandaré (Pernambuco, norte da APACC), (Figura 12 e 13).

Paripueira/AL 22/02 - Ponto 1: Oiteiro (9°29'59.97"S 35°29'37.48"O)

O recife caracteriza-se por ser um cabeço circular com 15-20m de diâmetro, aos 25m de profundidade na base e aproximadamente 20m no topo, cercado por areia. Possui alta diversidade de peixes e organismos bentônicos.

Foram presos 14 conjuntos de tijolos, ao cabeço, de concreto e barro espalhados aleatoriamente na borda de todo ponto, cada tijolo com a distância de pelo menos 1 metro entre eles.

Paripueira/AL 23/02 - Ponto 2: Canal das Ostras (9°29'18.06"S 35°32'49.91"O)

O local é uma formado por um arrecife arenoso com profundidade máxima de 6 metros e com o fundo de areia fina. Possui uma grande diversidade e abundância de corais. Catorze conjuntos de tijolo/concreto foram colocados no ponto distribuídos em bordas opostas do recife.



Figura 12 - Plot dos pontos onde foram inseridas as estruturas de bioincrustação no município de Paripueira - AL, no limite Sul da APACC. Fonte: O autor

Tamandaré/PE 23/02 – Ponto: Carapitanga (8°49'36.30"S 35° 2'41.40"O)

Grande formação rochosa e alta e profundidade de 28 metros, com grande presença de algas e peixes, a estrutura do recife é bem complexa nas bordas e conta com uma grande laje a profundidade de 24 metros. Os 14 conjuntos de tijolos foram colocados um pouco ao sul do ponto inicial e distribuídos aleatoriamente no recife, na borda e na parte da rocha.

Tamandaré/PE 23/02 – Ponto: 8°42'36.13"S 35° 4'11.07"O

Ponto de recifes com profundidade de 4 metros e fundo de areia grossa. Local apresenta uma alta complexidade e presença de várias tocas e pequenas cavernas. Com pequena presença de corais. Foram colocados 13 conjuntos de tijolos no local distribuídos nas bordas do recife.

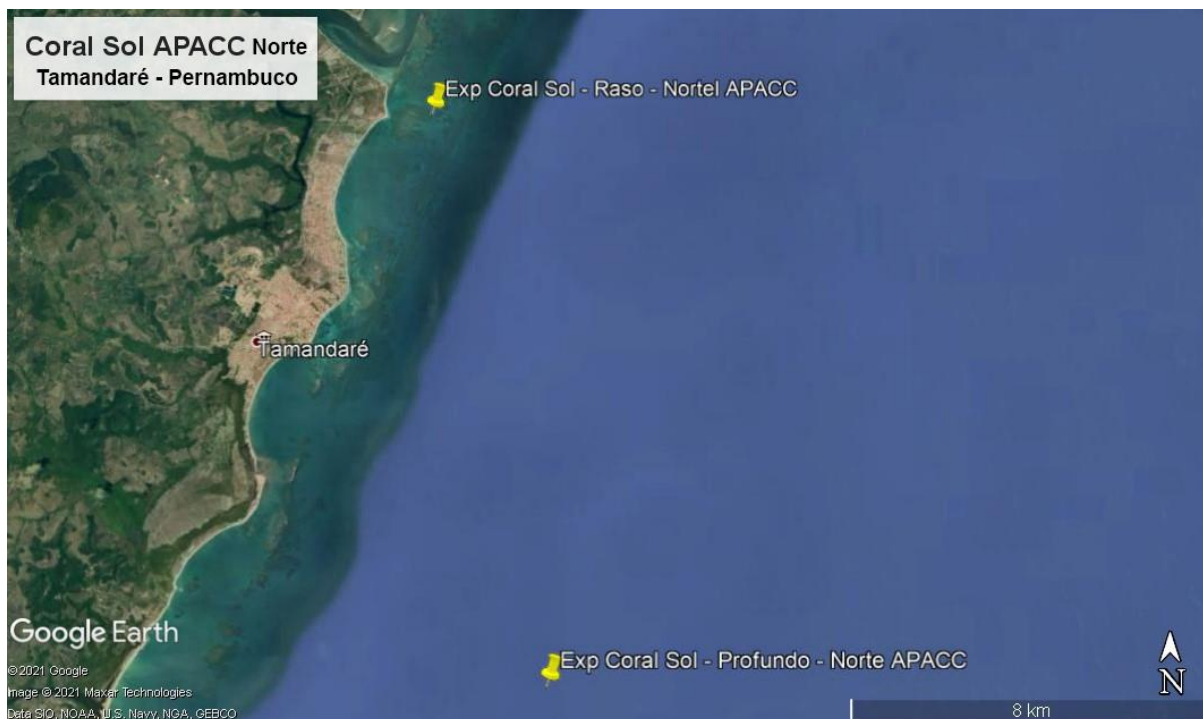


Figura 13 - Plot dos pontos onde foram inseridas as estruturas de bioincrustação no município de Tamandaré - PE, no limite Norte da APACC. Fonte: O autor

As condições climáticas do período chuvoso impediram a realização da retirada das estruturas de bioincrustação programadas para o intervalo de três meses após a inserção, que ocorreu em fevereiro de 2021. Contudo, tão logo haja condições climáticas para remoção das estruturas de bioincrustação, elas serão recolhidas e examinadas nos laboratórios de bentos da UFPE (Universidade Federal de Pernambuco) e UFAL (Universidade Federal de Alagoas).

Discussão e Conclusões

O tamanho das colônias encontradas nos naufrágios do Recife-PE indica que já haviam sido introduzidas nos naufrágios há dois anos, devido à idade reprodutiva precoce, ou seja, 2 meses e 20 dias para larvas assexuadas, e *T. tagusensis* demonstrou uma taxa de aumento dos pólipos de 6,72. ano⁻¹ (De Paula, 2007). Luz *et al.*, (2020) observaram que *T. coccinea* pode liberar sua prole em múltiplos estágios de desenvolvimento, de embriões posteriores a larvas maduras, com um padrão reprodutivo entre janeiro e março aumentando diretamente o potencial de dispersão em APAs adjacentes.

O atual registro na APA Recifes-Serrambi é bastante preocupante, por estar inserido em área de proteção ambiental estadual, e cada vez mais próximo, aproximadamente 20 km, da maior área de proteção ambiental marinha costeira do Brasil, a APA Costa dos Corais (APACC), uma área considerada uma das maiores formações de recifes do Oceano Atlântico

Sul. Da Silva *et al.*, (2014), demonstraram que *Tubastraea* spp. expandiu sua distribuição geográfica a uma taxa de 2,1 km por ano, em 11 anos de monitoramento, na parte oeste da baía da Ilha Grande (Estado do Rio de Janeiro), nessas condições, a chegada do coral-sol na APACC levaria cerca de 10 anos. A invasão do coral Sol na APACC pode causar vários impactos ecológicos, econômicos e sociais, como efeitos no turismo e na subsistência das comunidades locais (Schuhmann *et al.*, 2013; Mantelatto e Creed, 2015). As mencionadas APAs foram criadas com o objetivo de mitigar o esgotamento da vida marinha e estuarina no nordeste do Brasil. A possível chegada do coral sol nessas áreas aparece como um ultimato à mobilização de todos os atores, principalmente pesquisadores, para monitorar e desenvolver estratégias para conter essa dispersão.

Sávio *et al.*, (2021) sugerem que áreas invadidas devem passar por pelo menos duas ações de gestão ao ano, respeitando um intervalo de 2–3 meses entre os eventos de remoção. Também salientam que, a fim de controlar adequadamente a propagação de *Tubastraea* spp., as ações de remoção devem ser realizadas não apenas anualmente, mas também remover a maioria das colônias em toda a área invadida. Várias técnicas de gestão já foram testadas para prevenir a propagação de corais desde a chegada do gênero *Tubastraea* ao Brasil (Moreira, Ribeiro & Creed, 2014; Mantelatto *et al.*, 2015-b; Altwater *et al.*, 2017; De Paula *et al.*, 2017; Creed, Masi & Mantelatto, 2019).

Recomendações para o manejo (no máximo 1 página)

Estudos recentes têm demonstrado a importância das estruturas artificiais na expansão do coral sol no Oceano Atlântico Sudoeste (Miranda *et al.*, 2020; Soares *et al.*, 2020). Esses habitats podem atuar como trampolins (Soares *et al.*, 2018) e recifes artificiais ajudando na expansão de *Tubastraea* spp. no Oceano Atlântico (Sammarco *et al.*, 2014, 2015; Creed *et al.*, 2017a; López *et al.*, 2019; Miranda *et al.*, 2020). A presença de *Tubastraea* spp. em substratos artificiais já foi confirmada. Conforme discutido por Soares *et al.* (2020), o controle dos vetores de expansão é essencial para evitar a propagação geográfica do coral sol. Uma forma eficaz de fazer o levantamento desses vetores é aplicar os métodos de monitoramento já utilizados nos recifes naturais da região, para cobrir e acompanhar as comunidades associadas aos naufrágios, visando reconhecer e suprimir a invasão em seus estágios iniciais, principalmente nas áreas de maior risco no mapa de dispersão.

Agradecimentos

Gostaríamos de agradecer às instituições fomentadoras ICMBio e CNPq, além de todo o apoio nas operações de campo da equipe do Projeto Conservação Recifal e operadora de mergulho Syrien Dive.

Citações e referências bibliográficas

ALTVATER, L., de Messano, L.V.R., Andrade, M., Apolinário, M. & Coutinho, R. (2017). Use of sodium hypochlorite as a control method for the non-indigenous coral species *Tubastraea coccinea* Lesson, 1829. *Management of Biological Invasions*, 8(2), 197–204. <https://doi.org/10.3391/mbi.2017.8.2.07>

APACC. Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais. Pernambuco: vários anos. <Disponível em: <https://www.icmbio.gov.br/apacostadoscorais/quem-somos.html>>. Acesso em 12/05/2020.

CAPEL, K. C. C., Toonen, R. J., Rachid, C. T., Creed, J. C., Kitahara, M. V., Forsman, Z., & Zilberberg, C. (2017). Clone wars: asexual reproduction dominates in the invasive range of *Tubastraea* spp. (Anthozoa: Scleractinia) in the South-Atlantic Ocean. *PeerJ*, 5, e3873.

CARLTON, J.T.; GELLER, J.B., 1993. Ecological roulette: the global transport of nonindigenous marine organisms. *Science* 261, 78 e 82.

CARLTON, J. T. (1996). Pattern, process, and prediction in marine invasion ecology. *Biological conservation*, 78(1-2), 97-106.

CASTRO, C. B.; PIRES, D. O. 2001. Brazilian coral reefs: what we already know and what is still missing. *Bull. Mar. Sci.* 69: 357–371.

COSTA, T. J., Pinheiro, H. T., Teixeira, J. B., Mazzei, E. F., Bueno, L., Hora, M. S., ... & Rocha, L. A. (2014). Expansion of an invasive coral species over Abrolhos Bank, Southwestern Atlantic. *Marine pollution bulletin*, 85(1), 252-253.

CREED, J.C., Masi, B.P. & Mantelatto, M.C. (2019). Experimental evaluation of vinegar (acetic acid) for control of invasive corals (*Tubastraea* spp.) and a review of knowledge for other aquatic pests. *Biological Invasions*, 21(4), 1227–1247. <https://doi.org/10.1007/s10530-018-1895-9>

CREED, J. C., Fenner, D., Sammarco, P., Cairns, S., Capel, K., Junqueira, A. O., ... & Oigman-Pszczol, S. (2017a). The invasion of the azooxanthellate coral *Tubastraea* (Scleractinia: Dendrophylliidae) throughout the world: history, pathways and vectors. *Biological Invasions*, 19(1), 283-305.

CREED, J. C., Junqueira, A. D. O. R., Fleury, B. G., Mantelatto, M. C., & Oigman-Pszczol, S. S. (2017b). The Sun-Coral Project: the first social-environmental initiative to manage the

biological invasion of *Tubastraea* spp. in Brazil. *Management of Biological Invasions*, 8(2), 181.

DE PAULA, A.F., Fleury, B.G., Lages, B.G. & Creed, J.C. (2017). Experimental evaluation of the effects of management of invasive corals on native communities. *Marine Ecology Progress Series*, 572, 141–154. <https://doi.org/10.3354/meps12131>

DE PAULA, A.F., 2007. *Biologia reprodutiva, crescimento e competição dos corais invasores Tubastraea coccinea e Tubastraea tagusensis (Scleractinia: Dendrophylliidae) com espécies nativas*. Thesis. Museu Nacional, Universidade Federal do Rio de Janeiro, Rio de Janeiro, Brazil.

DE PAULA, A.F.; CREED, J.C. 2004. Two species of the coral *Tubastraea* (Cnidaria, Scleractinia) in Brazil: a case of accidental introduction. *Bull. Mar. Sci.* 74, 175 e 183.

FENNER, D. 2001. Biogeography of three Caribbean corals (Scleractinia) and a rapid range expansion of *Tubastraea coccinea* into the Gulf of Mexico. *Bull. Mar. Sci.* 69: 1175–1189.

FENNER, D., & BANKS, K. (2004). Orange cup coral *Tubastraea coccinea* invades Florida and the Flower Garden Banks, northwestern Gulf of Mexico. *Coral Reefs*, 23(4), 505-507.

GLYNN, Peter W. et al. Reproductive ecology of the azooxanthellate coral *Tubastraea coccinea* in the Equatorial Eastern Pacific: Part V. Dendrophylliidae. *Marine Biology*, v. 153, n. 4, p. 529-544, 2008.

ICMBio. Diferença entre APA e APP não é clara para todos, diz artigo. <Disponível em:<https://www.icmbio.gov.br/portal/ultimas-noticias/20-geral/889-diferenca-entre-apa-e-app-nao-e-clara-para-todos-diz-artigo>>. Acesso em 12/05/2020.

LAGES, B.G.; FLEURY, B.G.; MENEGOLA, C.; CREED, J.C., 2011. Change in tropical rocky shore communities due to an alien coral invasion. *Mar. Ecol. Prog. Ser.* 438, 85 e 96.

LÓPEZ, C., Clemente, S., Moreno, S., Ocaña, O., Herrera, R., Moro, L., ... & Brito, A. (2019). Invasive *Tubastraea* spp. and *Oculina patagonica* and other introduced scleractinians corals in the Santa Cruz de Tenerife (Canary Islands) harbor: Ecology and potential risks. *Regional Studies in Marine Science*, 29, 100713.

LUZ, B. L., Di Domenico, M., Migotto, A. E., & Kitahara, M. V. (2020). Life-history traits of *Tubastraea coccinea*: Reproduction, development, and larval competence. *Ecology and Evolution*, 10(13), 6223-6238.

MANTELATTO, M.C., CREED, J.C., MOURÃO, G.G., MIGOTTO, A.E., Lindner, A., 2011. Range expansion of the invasive corals *Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis* in the Southwest Atlantic. *Coral Reefs* 30, 397.

MANTELATTO, M.C. AND CREED, J.C., 2015-a. Non-indigenous sun corals invade mussel beds in Brazil. *Marine Biodiversity*, 45(4), pp.605-606.

- MANTELATTO, M.C., Pires, L.M., de Oliveira, G.J.G. & Creed, J.C. (2015-b). A test of the efficacy of wrapping to manage the invasive corals *Tubastraea tagusensis* and *T. coccinea*. *Management of Biological Invasions*, 6(4), 367–374. <https://doi.org/10.3391/mbi.2015.6.4.05>
- MIRANDA, R. J. et al. Brazil policy invites marine invasive species. *Science* (New York, NY), v. 368, n. 6490, p. 481, 2020.
- MOREIRA, P.L., Ribeiro, F.V. & Creed, J.C. (2014). Control of invasive marine invertebrates: An experimental evaluation of the use of low salinity for managing pest corals (*Tubastraea* spp.). *Biofouling*, 30(5), 639–650. <https://doi.org/10.1080/08927014.2014.906583>
- RILOV, G., & CROOKS, J. A. (2009). Marine bioinvasions: conservation hazards and vehicles for ecological understanding. In *Biological invasions in marine ecosystems* (pp. 3-11). Springer, Berlin, Heidelberg.
- SAMMARCO, P. W., Porter, S. A., Sinclair, J., & Genazzio, M. (2014). Population expansion of a new invasive coral species, *Tubastraea micranthus*, in the northern Gulf of Mexico. *Marine Ecology Progress Series*, 495, 161-173.
- SAMMARCO, P. W., Porter, S. A., Genazzio, M., & Sinclair, J. (2015). Success in competition for space in two invasive coral species in the western Atlantic—*Tubastraea micranthus* and *T. coccinea*. *PloS one*, 10(12), e0144581.
- SAMPAIO, C.L.S.; MIRANDA, R.J.; NOGUEIRA, R.M., NUNES, J.A.C.C., 2012. New occurrences of the nonindigenous orange cup corals *Tubastraea coccinea* and *T. tagusensis* (Scleractinia: Dendrophylliidae) in Southwestern Atlantic. *Check List*. 8, 528e530.
- SAVIO, L.A.C., Dias, G.M., Leite, K.L., Godoi, S.N., Figueiroa, A.C., Neto, G.F.O. et al. (2021). Sun coral management effectiveness in a wildlife refuge from south-eastern Brazil. *Aquatic Conservation: Marine and Freshwater Ecosystems*, 1– 12. <https://doi.org/10.1002/aqc.3657>
- SCHUHMANN, P.W., CASEY, J.F., HORROCKS, J.A. AND OXENFORD, H.A., 2013. Recreational SCUBA divers' willingness to pay for marine biodiversity in Barbados. *Journal of environmental management*, 121, pp.29-36.
- SILVA, E.C.; BARROS, F., 2011. Macrofauna bentônica introduzida no Brasil: lista de espécies marinhas e dulcícolas e distribuição atual. *Oecologia Aust.* 15, 326e 344. <http://dx.doi.org/10.4257/oeco.2011.1502.10>. Sutherland, W.J., 2006. *Ecological Census Techniques*, second ed. Cambridge University Press, New York, USA.
- SILVA, J.S.V.; SOUZA, R.C.C.L., 2004. *Água de Lastro e Bioinvasão*. Interciência, Rio de Janeiro, Brasil.
- SILVA, A.G., DE PAULA, A.F., FLEURY, B.G. AND CREED, J.C., 2014. Eleven years of range expansion of two invasive corals (*Tubastraea coccinea* and *Tubastraea tagusensis*) through the southwest Atlantic (Brazil). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, 141, pp.9-16.

SOARES, M. O., Davis, M., & de Macêdo Carneiro, P. B. (2018). Northward range expansion of the invasive coral (*Tubastraea tagusensis*) in the southwestern Atlantic. *Marine Biodiversity*, 48(3), 1651-1654.

SOARES, M. O., Salani, S., Paiva, S. V., & Braga, M. D. A. (2020). Shipwrecks help invasive coral to expand range in the Atlantic Ocean. *Marine Pollution Bulletin*, 158, 111394.

SUTHERLAND, WILLIAN J. (ED.) *Ecological census Techniques: a handbook*. Cambridge university press, 2006.