



**UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DE  
PERNAMBUCO DEPARTAMENTO DE BIOLOGIA  
CURSO DE LICENCIATURA EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS**

**MONITORAMENTO DE COMUNIDADES CORALÍNEAS DA ÁREA DE  
PROTEÇÃO AMBIENTAL MARINHA RECIFES DE SERRAMBI: SUBSÍDIOS  
PARA MANEJO E CONSERVAÇÃO**

**KAWANY PORPILHO**

RECIFE  
2023

**KAWANY PORPILHO**

**MONITORAMENTO DE COMUNIDADES CORALÍNEAS DA ÁREA DE  
PROTEÇÃO AMBIENTAL MARINHA RECIFES DE SERRAMBI: SUBSÍDIOS  
PARA MANEJO E CONSERVAÇÃO**

Monografia apresentada ao Curso de  
Licenciatura em Ciências  
Biológicas/UFRPE como requisito  
parcial para obtenção do grau de  
Licenciado em Ciências Biológicas.

Orientador: Ralf Tarciso Silva Cordeiro

Co-orientador: José Renato Mendes de  
Barros Correia

RECIFE

2023

Dados Internacionais de Catalogação na Publicação  
Sistema Integrado de Bibliotecas da UFRPE  
Bibliotecário(a): Auxiliadora Cunha – CRB-4 1134

P837m Porpilho, kawany.  
Monitoramento de comunidades coralíneas da Área de Proteção Ambiental Marinha Recifes de Serrambi: subsídios para manejo e conservação / kawany Porpilho. - Recife, 2023.  
32 f.; il.

Orientador(a): Ralf Tarciso Silva Cordeiro.  
Co-orientador(a): José Renato Mendes de Barros Correia.

Trabalho de Conclusão de Curso (Graduação) – Universidade Federal Rural de Pernambuco, Licenciatura em Ciências Biológicas, Recife, BR-PE, 2023.

Inclui referências.

1. Biologia dos recifes de coral. 2. Recifes e ilhas de coral - Monitoramento ambiental. 3. Recifes e ilhas de coral - Mudanças climáticas. 4. Branqueamento de corais I. Cordeiro, Ralf Tarciso Silva, orient. II. Correia, José Renato Mendes de Barros, coorient. III. Título

CDD 574

**MONITORAMENTO DE COMUNIDADES CORALÍNEAS DA ÁREA DE  
PROTEÇÃO AMBIENTAL MARINHA RECIFES DE SERRAMBI: SUBSÍDIOS  
PARA MANEJO E CONSERVAÇÃO**

Comissão Avaliadora:

---

Profº Drº – UFRPE

Orientador

---

Profª Drª – UFRPE

Titular

---

Profº Drº – UFPE

Titular

---

Profª Drª – UFRPE Suplente

RECIFE

2023

## RESUMO GERAL

As Áreas de Proteção Ambiental (APA's) são fundamentais para a conservação da natureza e a promoção do desenvolvimento sustentável. Elas desempenham um papel crucial na preservação da biodiversidade e proteção de ecossistemas. A Área de Proteção Ambiental Recifes de Serrambi é a 1ª Unidade de Conservação exclusivamente marinha do estado de Pernambuco, no entanto ainda carece de plano de manejo e zoneamento. O presente estudo teve por objetivo geral monitorar as comunidades coralinas da APA de Serrambi, a fim de fornecer dados que contribuam para seu plano de manejo. Este estudo pretendeu ainda: produzir um censo das comunidades coralíneas dos recifes de Serrambi – PE, realizando monitoramentos trimestrais, avaliando a incidência de branqueamento, doenças e mortalidade dos corais de Serrambi, e registrando a variação das temperaturas médias locais a fim de identificar possíveis anomalias térmicas. Os resultados obtidos mostram uma baixa cobertura coralínea, porém boa saúde das colônias analisadas durante o período de avaliação. Neste estudo também foi criado um mapa com o georreferenciamento das colônias de corais construtores.

## INDICE DE FIGURAS

Figura 1 - Percentual de cobertura de grupos bentônicos presentes nos fotoquadrados por ponto de coleta de dados (P1, P2 e P3) e trimestre (1, 2 e 3). .....	22
Figura 3 - Cobertura coralínea nos foto-quadrados por ponto.....	23
Figura 5 – Temperaturas médias mensais (+desvio padrão) registradas por sensores <i>in situ</i> durante alguns meses das estações seca e chuvosa. ....	25
Figura 6 - Mapeamento de colônias de corais construtores dos recifes de Serrambi, Ipojuca - PE. ....	26

## SUMÁRIO

<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>7</b>
<b>2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA .....</b>	<b>9</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>12</b>
<b>1 INTRODUÇÃO .....</b>	<b>16</b>
<b>2 OBJETIVOS.....</b>	<b>18</b>
<b>2.1 Objetivo Geral.....</b>	<b>18</b>
<b>2.2 Objetivos Específicos .....</b>	<b>18</b>
<b>3 MATERIAL E MÉTODOS .....</b>	<b>19</b>
<b>3.1 Área de estudo .....</b>	<b>19</b>
<b>3.2 Coleta e Análise de Dados.....</b>	<b>20</b>
<b>3.3 Análise de foto-quadrados .....</b>	<b>20</b>
<b>3.4 Análise estatística .....</b>	<b>21</b>
<b>4 RESULTADOS.....</b>	<b>21</b>
<b>4.1 Cobertura bentônica .....</b>	<b>21</b>
<b>4.2 Saúde das espécies de corais.....</b>	<b>24</b>
<b>4.3 Dados de temperatura.....</b>	<b>24</b>
<b>4.4 Censo das comunidades coralíneas.....</b>	<b>25</b>
<b>5 DISCUSSÃO .....</b>	<b>26</b>
<b>6 CONSIDERAÇÕES FINAIS .....</b>	<b>29</b>
<b>REFERÊNCIAS.....</b>	<b>30</b>

## 1 INTRODUÇÃO

Os recifes de coral são ecossistemas de elevada biodiversidade formados pelo acúmulo de carbonato de cálcio produzido por corais escleractíneos e hidrozoários em associação com algas unicelulares simbióticas (Zooxantelas), essas algas fornecem até 95% das necessidades de carbono dos corais para o seu crescimento, sendo altamente dependentes dessa simbiose (Muscatine, 1990; Bates, 2002; Lewis, 2006; Tambutte *et al.*, 2011). No Brasil, os únicos recifes de coral verdadeiros encontram-se limitados ao sul da Bahia, no Banco dos Abrolhos (Castro e Pires, 2001). No restante da costa nordeste, porém, pode-se observar a presença de recifes de arenito, que desempenham um papel de fundação onde corais e outros organismos podem se desenvolver (Villaça, 2002). Independentemente da sua formação, os ambientes recifais geram estruturas tridimensionais que garantem habitat para inúmeras espécies marinhas (Graham e Nash 2012).

A grande biodiversidade dos recifes se traduz em um efeito positivo de serviços ecossistêmicos como o turismo, proteção costeira e aumento da biomassa de peixes para a pesca (Cinner *et al.* 2009), contribuindo com cerca de 16,9% da proteína animal para nutrição em todo o mundo (FAO, 2012). Seu potencial farmacológico também é de interesse científico, pela infinidade de compostos bioativos para uso médico (Souza, Bezerra, Souto, 2020; Altmann, 2017), tendo nos corais, compostos que podem atuar no tratamento de doenças e disfunções humanas como inflamações, tumores e vírus (Costanzo *et al.*, 2019).

Apesar da sua importância e incomparável diversificação biológica, os recifes estão sofrendo um grave declínio. Eventos de branqueamento e surtos de doenças estão sendo frequentemente ligados à queda da biodiversidade desses ecossistemas, com seus principais impactos envolvendo a perda de habitats, mortalidade coralina, e declínio de organismos marinhos associados aos corais (Perry *et al.*, 2013; Jones, 2008; Jones *et al.*, 2004; Harvell *et al.*, 2002)

Diante do atual cenário de mudanças climáticas, calcula-se que sejam perdidos entre 30% e 60% de áreas recifais mundiais até 2030 (Hughes *et al.*, 2003). Essa questão gera uma grande imprevisibilidade se os recifes de corais vão conseguir manter a sua atual capacidade social e econômica para as próximas gerações. Estratégias de proteção desses habitats precisam ser fortemente implementadas (Bellwood *et al.*, 2004).

Um dos métodos mais eficientes para a conservação da biodiversidade é a criação e manutenção de Áreas Protegidas. No Brasil essas áreas são conhecidas como Unidades de Conservação (UC's), e algumas dessas englobam áreas marinhas e costeiras, sendo essenciais para a proteção da biodiversidade marinha e a subsistência das comunidades humanas dependentes dos recursos marinhos (Kelleher, Recchia, 1998).

Área de Proteção Ambiental (APA) Recifes de Serrambi é a primeira unidade de conservação exclusivamente marinha do estado de Pernambuco. No entanto, esta ainda carece de plano de manejo e, conseqüentemente, zoneamento. Dessa forma, o intuito desse trabalho é fornecer dados que contribuam para a criação do plano de manejo das comunidades coralinas da APA.

## 2 FUNDAMENTAÇÃO TEÓRICA

Os corais pétreos são animais do Filo Cnidaria (Hatschek, 1888), fazem parte da Classe Anthozoa (Ehrenberg, 1834) e da ordem Scleractinia (Bourne, 1900). Esses animais de vida sésil possuem estreita associação com dinoflagelados simbiotes, -conhecidos como zooxantelas (p. ex. *Symbiodinium*, *Breviolum* e *Cladocopium*) e essa interação confere aos corais uma fonte de nutrição extra que auxilia na reciclagem de nutrientes e contribui para o aumento das taxas de calcificação do coral (Marangoni; Bianchini, 2016). Os corais influenciam na formação de todos os tipos de recifes, como os de franja e barreira, sustentando cerca de 32% de todas as espécies marinhas conhecidas (Fisher *et al.*, 2015).

A associação com as zooxantelas limita os corais zooxantelados à regiões rasas tropicais. Esses recifes coralíneos cobrem cerca de 30% das regiões costeiras tropicais, podendo chegar a 2.000 km de extensão, como é o caso da Grande Barreira de Corais da Austrália (Castro; 2016). A extensão e diversidade de espécies de corais nos recifes é influenciada por diversos fatores, como sua história biológica e geológica. Os recifes do Indo-Pacífico, por exemplo, são os mais diversos, apresentando cerca do dobro de espécies de corais pétreos existentes nos recifes do Caribe, que por sua vez são mais diversos que os encontrados no Brasil (Paulay, 1997).

De forma geral, podemos considerar que os ambientes recifais brasileiros apresentam baixa diversidade de corais, distribuição dispersa e localização frequentemente estreitas e próximas à costa (Castro, 1999). Em contrapartida, a baixa biodiversidade de corais brasileiros é compensada por um alto endemismo e boa adaptação a condições de considerável turbidez das águas costeiras (Leão *et al.*, 2003). Isto torna o estudo desses ambientes importantes para criar estratégias de conservação para recifes também de outras áreas.

Os recifes de corais constituem os mais diversos e produtivos dos ecossistemas marinhos, sendo fontes cruciais de recursos através do seu papel no turismo, pesca, proteção costeira e potencial farmacológico (Connell, 1978; Carte, 1996; Raymundo *et al.*, 2008). Apesar da sua importância, a saúde dos

recifes de coral está seriamente ameaçada. Calcula-se que cerca de 40% dos recifes estejam danificados e que, dentro de 40 anos, 60% das áreas recifais do mundo estarão completamente degradadas (KIKUCHI *et al.*, 2003).

Considerando que a fauna de corais brasileira é composta majoritariamente por espécies endêmicas, a mortalidade de colônias, mesmo em pequena escala, pode comprometer drasticamente a funcionalidade de ecossistemas recifais (Moura, 2002; Neves *et al.*, 2006).

Além do alto endemismo, outro fator que agrava ainda mais a situação dos recifes brasileiros é a sua proximidade aos centros urbanos que estão experimentando um crescimento acelerado bem como um aumento no desenvolvimento turístico Leão *et al.*, (2008). Os recifes localizados próximos à costa e aos centros urbanos tendem a sofrer mais com o aumento acentuado das concentrações de nutrientes (Costa *et al.*, 2006) e o estresse causado pelo turismo mal planejado (Hasler, Ott, 2008).

O aumento das frequências e intensidade de distúrbios como secas e ondas de calor agravam ainda mais a situação (Fischer, 2013). Estudos feitos por Iglesias-Prieto *et al.* (1992), observaram que temperaturas acima de 30°C podem causar uma queda na atividade fotossintética das zooxantelas simbióticas dos corais, enquanto valores de 34°C a 36°C levam a quebra desse sistema, podendo provocar o branqueamento dos corais e aumentando o risco de morte.

Os recifes de corais no mundo todo têm testemunhado os resultados massivos dessas anomalias térmicas. Um evento de El Niño e La Niña em 1998 resultou na morte de aproximadamente 16% dos recifes de coral do mundo. Contudo, 2005 ultrapassou essa marca, sendo considerado o evento mais extremo de branqueamento e mortalidade de corais resultando em estresse de temperatura em larga escala para os corais caribenhos (Wilkinson e Souter, 2008).

Temperaturas elevadas também estão ligadas ao aparecimento de doenças. Desde o início dos anos 1970, houve um aumento no número de doenças relatadas em corais, resultando em uma perda significativa de cobertura de coral principalmente no Caribe (Raymundo, Harvell, 2008). Nesse cenário,

fica claro que as mudanças climáticas têm contribuído para a deterioração dos recifes de corais.

Os recifes de corais brasileiros têm demonstrado uma maior resistência a estresses térmicos. O estudo de Mies *et al* (2020) destacou que os corais do Atlântico Sul exibem melhores adaptações a temperaturas mais elevadas, maior tolerância à turbidez e alta concentração de nutrientes. Tais características os tornam prioritários para a conservação, por se tratarem potenciais refúgios climáticos para as próximas décadas, sendo menos susceptíveis a esses estresses. Por outro lado, estudos demonstram que ondas de calor prolongadas podem anular essas vantagens (Duarte *et al.*, 2020; Pereira *et al.*, 2022). Nesse contexto, estudos e melhorias nas medidas de proteção e programas de monitoramento das UC's são prioridades, pois embora a fauna de corais brasileira tenha apresentado maior resistência ao branqueamento e à mortalidade, uma maior frequência desses eventos pode agravar a capacidade de recuperação dessas comunidades de corais (Leão *et al*, 2016).

Estratégias direcionadas de conservação podem ajudar a reverter essa situação. Por esse motivo, há uma motivação urgente para entender sobre a sua saúde e processos. Nesse cenário, os estudos de mapeamento dos ambientes recifais estão se tornando grandes aliados na conservação marinha (Purkis *et al*, 2019). O planejamento estratégico e a restauração auxiliada pela tecnologia estão se tornando cruciais para garantir a sobrevivência a longo prazo dos recifes de coral (Foo, Asner, 2019).

Os programas de ciência, gestão e conservação dos recifes de corais se beneficiam muito dos estudos de zonação quando eles estão disponíveis. O mapeamento de habitat é um componente importante das estratégias de manejo e conservação (Kachelriess *et al.* 2014). Estes trabalhos servem de base para delinear unidades de planejamento de gestão e identificação de zonas notáveis para a conservação (Wynsberge *et al.* 2015).

## REFERÊNCIAS

- BELLWOOD, D. R. *et al.* **Confronting the coral reef crisis**. *Nature*, [S. l.], v. 429, n. 6994, p. 827-833, 2004.
- CASTRO, C. B.; PIRES, D. O. **Brazilian coral reefs: what we already know and what is still missing**. *Bulletin of Marine Science*, [S. l.], v. 69, n. 2, p. 357-371, 2001.
- CINNER, J. E. *et al.* **Linking social and ecological systems to sustain coral reef fisheries**. *Current Biology*, [S. l.], v. 19, n. 3, p. 206-212, 2009.
- COSTA JR, O. S.; ATTRILL, M. J.; NIMMO, M. **Seasonal and spatial controls on the delivery of excess nutrients to nearshore and offshore coral reefs of Brazil**. *Journal of Marine Systems*, [S. l.], v. 60, n. 1-2, p. 63-74, 2006.
- COSTA JR, O. S.; ATTRILL, M. J.; NIMMO, M. **Seasonal and spatial controls on the delivery of excess nutrients to nearshore and offshore coral reefs of Brazil**. *Journal of Marine Systems*, [S. l.], v. 60, n. 1-2, p. 63-74, 2006.
- DI COSTANZO, F. *et al.* **Prostaglandins in marine organisms: a review**. *Marine Drugs*, [S. l.], v. 17, n. 7, p. 428, 2019.
- DUARTE, G. A. S. *et al.* **Heat waves are a major threat to turbid coral reefs in Brazil**. *Frontiers in Marine Science*, [S. l.], v. 7, p. 179, 2020.
- FISCHER, E. M.; BEYERLE, U.; KNUTTI, R. **Robust spatially aggregated projections of climate extremes**. *Nature Climate Change*, [S. l.], v. 3, n. 12, p. 1033-1038, 2013.
- FISHER, R. *et al.* **Species richness on coral reefs and the pursuit of convergent global estimates**. *Current Biology*, [S. l.], v. 25, n. 4, p. 500-505, 2015.
- FOO, S. A.; ASNER, G. P. **Scaling up coral reef restoration using remote sensing technology**. *Frontiers in Marine Science*, [S. l.], p. 79, 2019.
- GRAHAM, N. A. J.; NASH, K. L. **The importance of structural complexity in coral reef ecosystems**. *Coral Reefs*, [S. l.], v. 32, p. 315-326, 2013.
- HARVELL, C. D. *et al.* **Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota**. *Science*, [S. l.], v. 296, n. 5576, p. 2158-2162, 2002.

HASLER, H.; OTT, J. A. **Diving down the reefs? Intensive diving tourism threatens the reefs of the northern Red Sea.** *Marine Pollution Bulletin*, [S. l.], v. 56, n. 10, p. 1788-1794, 2008.

HUGHES, T. P. *et al.* **Climate change, human impacts, and the resilience of coral reefs.** *Science*, [S. l.], v. 301, n. 5635, p. 929-933, 2003.

IGLESIAS-PRIETO, R. *et al.* **Photosynthetic response to elevated temperature in the symbiotic dinoflagellate *Symbiodinium microadriaticum* in culture.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, [S. l.], v. 89, n. 21, p. 10302-10305, 1992.

JONES, G. P. *et al.* **Coral decline threatens fish biodiversity in marine reserves.** *Proceedings of the National Academy of Sciences*, [S. l.], v. 101, n. 21, p. 8251-8253, 2004.

JONES, R. J. **Coral bleaching, bleaching-induced mortality, and the adaptive significance of the bleaching response.** *Marine Biology*, [S. l.], v. 154, p. 65-80, 2008.

KACHELRIESS, D. *et al.* **The application of remote sensing for marine protected area management.** *Ecological Indicators*, [S. l.], v. 36, p. 169-177, 2014.

LEÃO, Z. M. A. N. *et al.* **Brazilian coral reefs in a period of global change: a synthesis.** *Brazilian Journal of Oceanography*, [S. l.], v. 64, p. 97-116, 2016.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P.; TESTA, V. **Corals and coral reefs of Brazil.** In: **Latin American coral reefs.** [S. l.]: Elsevier Science, 2003. p. 9-52.

MAIDA, M.; FERREIRA, B. P. **Departamento de Oceanografia, Universidade Federal de Pernambuco, Recife-PE, Brazil, CEP 50739-540.** In: **Proc 8th Int Coral Reef Sym.** [S. l.], 1997. p. 263-274.

MIES, M. *et al.* **South Atlantic coral reefs are major global warming refugia and less susceptible to bleaching.** *Frontiers in Marine Science*, [S. l.], v. 7, p. 514, 2020.

MOURA, R. L. **Brazilian reefs as priority areas for biodiversity conservation in the Atlantic Ocean.** In: **Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium.** [S. l.], 2000. p. 917-920.

NEVES, E. *et al.* **The occurrence of *Scolymia cubensis* in Brazil: revising the problem of the Caribbean solitary mussids.** *Zootaxa*, [S. l.], v. 1366, n. 1, p. 45-54, 2006.

PEARSE, V. B.; MUSCATINE, L. **Role of symbiotic algae (zooxanthellae) in coral calcification.** The Biological Bulletin, [S. I.], v. 141, n. 2, p. 350-363, 1971.

PEREIRA, P. H. C. *et al.* **Unprecedented coral mortality on Southwestern Atlantic coral reefs following major thermal stress.** Frontiers in Marine Science, [S. I.], v. 9, p. 725778, 2022.

PERRY, C. T. *et al.* **Caribbean-wide decline in carbonate production threatens coral reef growth.** Nature Communications, [S. I.], v. 4, n. 1, p. 1402, 2013.

PURKIS, S. J. *et al.* **High-resolution habitat and bathymetry maps for 65,000 sq. km of Earth's remotest coral reefs.** Coral Reefs, [S. I.], v. 38, p. 467-488, 2019.

ROSENBERG, E. *et al.* **The role of microorganisms in coral health, disease and evolution.** Nature Reviews Microbiology, [S. I.], v. 5, n. 5, p. 355-362, 2007.

SCOFFIN, T. P.; DIXON, J. E. **The distribution and structure of coral reefs: one hundred years since Darwin.** Biological Journal of the Linnean Society, [S. I.], v. 20, n. 1, p. 11-38, 1983.

SHEPPARD, C. *et al.* **Coral mortality increases wave energy reaching shores protected by reef flats: examples from the Seychelles.** Estuarine, Coastal and Shelf Science, [S. I.], v. 64, n. 2-3, p. 223-234, 2005.

SULLY, S. *et al.* **A global analysis of coral bleaching over the past two decades.** Nature Communications, [S. I.], v. 10, n. 1, p. 1264, 2019.

TAMBUTTÉ, S. *et al.* **Coral biomineralization: from the gene to the environment.** Journal of Experimental Marine Biology and Ecology, [S. I.], v. 408, n. 1-2, p. 58-78, 2011.

VAN WYNSBERGE, S. *et al.* **Conservation and resource management in small tropical islands: trade-offs between planning unit size, data redundancy and data loss.** Ocean & Coastal Management, [S. I.], v. 116, p. 37-43, 2015.

## MONITORAMENTO DE COMUNIDADES CORALÍNEAS DA ÁREA DE PROTEÇÃO AMBIENTAL MARINHA RECIFES DE SERRAMBI: SUBSÍDIOS PARA MANEJO E CONSERVAÇÃO

Kawany Porpilho

### ABSTRACT

Marine Protected Areas (MPAs) are important tools for the conservation of marine biodiversity. Many MPAs encompass reef ecosystems that can be monitored using techniques that characterize the habitat by the presence and absence, abundance, composition, and distribution of their main species of organisms. In this study, the reefs of the MPA Recife Serrambi (Ipojuca-PE) were monitored at three points during the quarters from September 2022 to May 2023, by evaluating the percentage of benthic groups coverage and the health of zooxanthellate coral colonies using photoquadrats. In situ sea temperature recordings and GPS mapping of coral colonies were also conducted. The coral, algae, and sand groups each recorded a coverage greater than 20%. Coral coverage did not vary significantly by quarters. The percentage coverage at point P3 was statistically higher than at points P1 and P2. The species *Montastraea cavernosa* accounted for 95.5% of the relative coverage at point P1, 63% at point P2, and 92% at point P3, followed by *Mussismilia hispida* with 40% at P2 and the species *Siderastraea* sp. with 4.5% coverage at point P1 and 7.8% at point P3. Regarding health, it was observed that all corals were healthy in quarters 1 and 3. In quarter 2, approximately 8.5% of the corals exhibited bleaching. The water temperature ranged between 26.84°C and 29.40°C. Mapping identified 349 coral colonies, with 42% being of the species *M. cavernosa*, 38.10% *Millepora alcicornis*, 18.62% *M. hispida*, and 1.14% *Mussismilia harttii*.

**Keywords:** Climate change, Brazilian reefs, Coral bleaching; Endemic fauna.

### RESUMO

As áreas marinhas protegidas (AMP's) são ferramentas importantes para a conservação da biodiversidade marinha. Ecossistemas recifais são frequentemente monitorados por técnicas que caracterizam o habitat pela presença e ausência, abundância, composição e distribuição das principais espécies de organismos. Foi utilizado fotoquadrados com auxílio do programa CPCe para analisar a cobertura bentônica e saúde das colônias de corais zooxantelados em três pontos e trimestres diferentes, os grupos coral, alga e areia foram escolhidos por terem cobertura maior que 20%. a cobertura de coral não variou significativamente ao longo dos trimestres, porém os percentuais de

cobertura entre pontos foram diferentes, com o ponto P3 sendo maior estatisticamente do que P1 e P2. Sobre a cobertura relativa de corais nos foto-quadrados, a espécie *Montastraea cavernosa* foi responsável por 95,5% da cobertura coralínea no ponto P1, 63% no ponto P2 e 92% no ponto P3., seguida por *Mussismilia hispida* com 40% de cobertura no ponto P2, e a espécie *Siderastraea* sp. com 4,5% de cobertura no ponto P1 e 7,8% no ponto P3. Em relação à saúde, foi observado que todos os corais no trimestre 1 e 3 estavam saudáveis. No trimestre 2 cerca de 8,5% dos corais apresentaram branqueamento. Sobre temperatura, observou-se que as temperaturas variaram entre 26,84°C e 29,40°C, correspondendo ao período chuvoso e seco respectivamente. Através do Censo das comunidades coralíneas foi possível georreferenciar um total de 349 colônias georreferenciadas sendo 42% da espécie *Montastraea cavernosa*, 38,10% *Millepora alcicornis*, 18,62% *Mussismilia hispida* e 1,14% *Mussismilia hartii*.

**Palavras-chave:** Mudanças climáticas, branqueamento de corais, recifes brasileiros, Fauna endêmica.

## 1 INTRODUÇÃO

Os recifes de corais são ecossistemas marinhos de alta biodiversidade, ricos em recursos naturais, possuindo um importante papel ecológico (Maida e Ferreira ,1997). Além do mais, abrigam uma gama de espécies marinhas por meio de sua estrutura complexa, atuando também como proteção da costa contra erosão causada pelas ondas (Sheppard *et al.* 2005). Avaliações qualitativas comprovam que a complexidade estrutural tem um efeito positivo para serviços ecossistêmicos, como o turismo e proteção costeira (Graham e Nash 2012).

Estima-se que cerca de 500 mil pessoas que vivem em países em desenvolvimento dependem dos recursos providos pelos recifes para sua sobrevivência (Wilkinson, 2002). Apesar de cobrirem apenas 0,2% do fundo oceânico, em relação à área total, calcula-se que cerca de 40% dos recifes estejam danificados e que, dentro de 40 anos, 60% das áreas recifais do mundo estarão completamente degradadas (Wilkinson, 2002; Kikuchi *et al.*, 2003). Recifes prístinos, que se caracterizam por manter seu aspecto original sem nenhuma alteração de origem antrópica, não devem mais existir, ou são muito raros nos oceanos atuais (Jackson *et al.*, 2001; Pandolfi *et al.*, 2003).

Os ecossistemas marinhos são extremamente sensíveis a alterações ambientais, como excesso de nutrientes, variações de temperatura das águas oceânicas e erosão costeira (Goreau, 1994). Recifes próximos à costa enfrentam ameaças à sua existência, principalmente associadas a atividades humanas locais, como poluição e sobrepesca (Leão *et al.*, 2010). Além disso, variações de temperatura podem acarretar na quebra da delicada simbiose que existe entre os corais e as algas dinoflageladas, conhecidas como zooxantelas. O produto da fotossíntese das algas beneficia os corais, fornecendo boa parte da sua nutrição e coloração (Zilberg *et al.*, 2016). A quebra dessa simbiose resulta no branqueamento do coral, uma vez que o aumento da temperatura gera um estresse fisiológico que resulta na expulsão dessas microalgas dos tecidos do coral hospedeiro, pelo aumento geração de radicais livres, causando assim um estresse oxidativo (Debarros-Marangoni; Marques; Bianchini, 2016). O impacto do branqueamento é variável, desde relativamente leve até a mortalidade em massa de corais, além de surtos consecutivos de doenças no recife (Douglas, 2003).

A temperatura média das regiões costeiras tem ultrapassado o limite térmico que os corais podem tolerar (Garrido *et al.*, 2016). Isto, quando associado a impactos locais como poluição, contaminação e eutrofização, tende a agravar o cenário de deterioração dos recifes. Assim, é facilitada a transmissão de patógenos entres os corais, e até mesmo outros organismos próximos (Harvell *et al.*, 1999; Harvell *et al.*, 2002), prejudicando a produtividade marinha e resultando no colapso do ecossistema (Ainsworth *et al.*, 2007; Francini-Filho *et al.*, 2008).

As implicações ecológicas do branqueamento são abrangentes, e podem redundar em uma grande variedade de consequências negativas para o ecossistema recifal como um todo (Bianchini, 2019). Considerando que a fauna de corais brasileira é composta majoritariamente por espécies endêmicas, a mortalidade de colônias, mesmo em pequena escala, pode comprometer drasticamente a funcionalidade de ecossistemas recifais (Moura, 2002; Neves *et al.*, 2006).

Os recifes de corais são, portanto, áreas prioritárias para o manejo e a conservação marinha (Silveira *et al.*, 2013). Dessa forma, as ações de monitoramento são imprescindíveis para acompanhar e avaliar os efeitos dos impactos sobre os corais, estimulando a criação de ações que visem a conservação dos ecossistemas recifais. Neste sentido, o presente estudo se dedica a uma caracterização inicial e ao monitoramento de comunidades coralíneas na Área de Proteção Ambiental Marinha Recifes de Serrambi, que ainda carece de zoneamento e plano de manejo, dependentes de estudos acerca das comunidades de corais.

## **2 OBJETIVOS**

### **2.1 Objetivo Geral**

Monitorar comunidades coralíneas da APA Marinha Recifes de Serrambi a fim de identificar a incidência de estressores que comprometam a saúde dos corais.

### **2.2 Objetivos Específicos**

- Realizar monitoramentos trimestrais de cobertura bentônica recifal de Serrambi com ênfase nos corais duros;
- Avaliar a incidência de branqueamento, doenças e mortalidade dos corais de Serrambi;
- Registrar a variação das temperaturas médias locais a fim de identificar possíveis anomalias térmicas.
- Produzir um censo das comunidades coralíneas dos recifes de Serrambi – PE;

### 3 MATERIAL E MÉTODOS

#### 3.1 Área de estudo

A área de estudo compreende os recifes da Praia de Serrambi, situada no município de Ipojuca (8°33'21"S e 35°00'21"O), a cerca de 70 km ao sul da cidade do Recife, possuindo aproximadamente 4 km de extensão (Alepe, 2018).. A praia está localizada na Área de Proteção Ambiental (APA) Recifes de Serrambi, que defronta com os municípios de Ipojuca, Sirinhaém, Rio Formoso e Tamandaré até o limite de 500 metros de profundidade. Sendo a primeira Unidade de Conservação (UC) estadual exclusivamente marinha, criada através de decreto do Governo do Estado de Pernambuco (no 46.052,23 de maio de 2018). Serrambi apresenta uma população fixa de 4.300 habitantes, onde a maioria dessas famílias utiliza a

pesca artesanal como fonte secundária de renda. Devido a sua beleza e diversidade, em épocas de alta estação (novembro a fevereiro), esta população dobra em número e a Praia de Serrambi torna-se mais visitada pelos turistas, o que potencializa a geração de resíduos sólidos e detritos. Os recifes da região são do tipo franja, possuindo 2 km de extensão por 0,7 km de largura na porção mais ampla, ficando parte dele emerso na baixa-mar, havendo formação de piscinas naturais, e totalmente submerso na preamar Sua formação morfológica decorre da presença de arenitos de praia (beachrocks), geralmente encontra-se esse tipo de formação paralela à costa, como é o caso de Serrambi e servem de substrato para o desenvolvimento de algas e corais, atuando também como uma proteção para o litoral (Manso *et al.* 2003). Outra característica desse ambiente recifal é sua proximidade com dois rios, sendo ao norte e mais próximo, o rio Maracaípe, o qual faz divisa entre a Praia de Serrambi e a Praia de Maracaípe, e ao sul, o rio Sirinhaém a aproximadamente 7,5 km de distância (Jales *et al.*, 2009).

### 3.2 Coleta e Análise de Dados

Todos os dados foram coletados através de mergulhos livres e autônomos (SCUBA). Para a avaliação da saúde dos corais, foram delimitados três pontos no recife com a utilização de quatro vergalhões para demarcar uma área de 2,25 m<sup>2</sup>, em cada ponto.

Para o monitoramento trimestral da saúde e cobertura coralínea, foram obtidos oito foto-quadrados em cada ponto para acompanhar a saúde das colônias da região delimitada, totalizando 24 fotos a cada trimestre.

Para o monitoramento de dados de temperatura foi utilizando dataloggers (Hobo Pendant MX2202 posicionados em três pontos fixos do recife. Os dataloggers coletaram os dados a cada trinta minutos por cinco dias a cada mês.

Sobre o censo das comunidades coralíneas, durante os mergulhos foram feitas buscas ativas em toda a extensão do recife em suas respectivas áreas de costa recifal, canais e parte da frente recifal acessível, pelas espécies de corais construtores: *Mussismilia harttii*, (Verrill, 1868), *Mussismilia hispida* (Verrill, 1901), *Millepora alcicornis* (Linnaeus, 1758), e *Montastraea cavernosa* (Linnaeus, 1767). Posteriormente, as colônias foram fotografadas e georreferenciadas por meio do GPS.

### 3.3 Análise de foto-quadrados

Os foto-quadrados foram analisados com auxílio do programa CPCe (Kohler e Gill, 2006), sendo utilizados 30 pontos de controle aleatoriamente colocados na área analisada. As categorias bentônicas consideradas foram: Coral, Esponja, Zoantídeo, Macroalga, Outros organismos, Coral morto, Alga calcárea, Areia e Cascalho. Na categoria Macroalga foram consideradas todas as algas frondosas e filamentosas, separando-se assim da categoria Alga Calcárea. A categoria Outros organismos envolveu todos os demais organismos marinhos (bentônicos e nectônicos) não contemplados nas mencionadas previamente e que pudessem estar presentes no foto-quadrado. A categoria

Coral morto diferenciava-se da categoria Coral apenas pela classificação morto ou vivo.

Para a categoria Coral foram considerados como subcategorias as espécies mais comuns presentes no ambiente recifal de Serrambi de corais duros (hidróides calcários e corais escleractínios): *Montastraea cavernosa*, *Millepora alcicornis*, *Mussismilia hispida*, *Mussismilia harttii*, *Siderastraea sp.* (Ellis & Solander, 1786), *Porites branneri* (Rathbun, 1888), *Porites astreoides* (Lamarck, 1816), *Agaricia agaricites* (Linnaeus, 1758), *Favia gravida* (Verrill, 1868), *Stylaster roseus* (Pallas, 1766), *Scolymia wellsi* (Laborel, 1967).

A categoria Coral ainda foi classificada quanto à saúde do indivíduo no ponto de controle relacionado: Branqueamento, Doença, Síndrome, Saudável.

### 3.4 Análise estatística

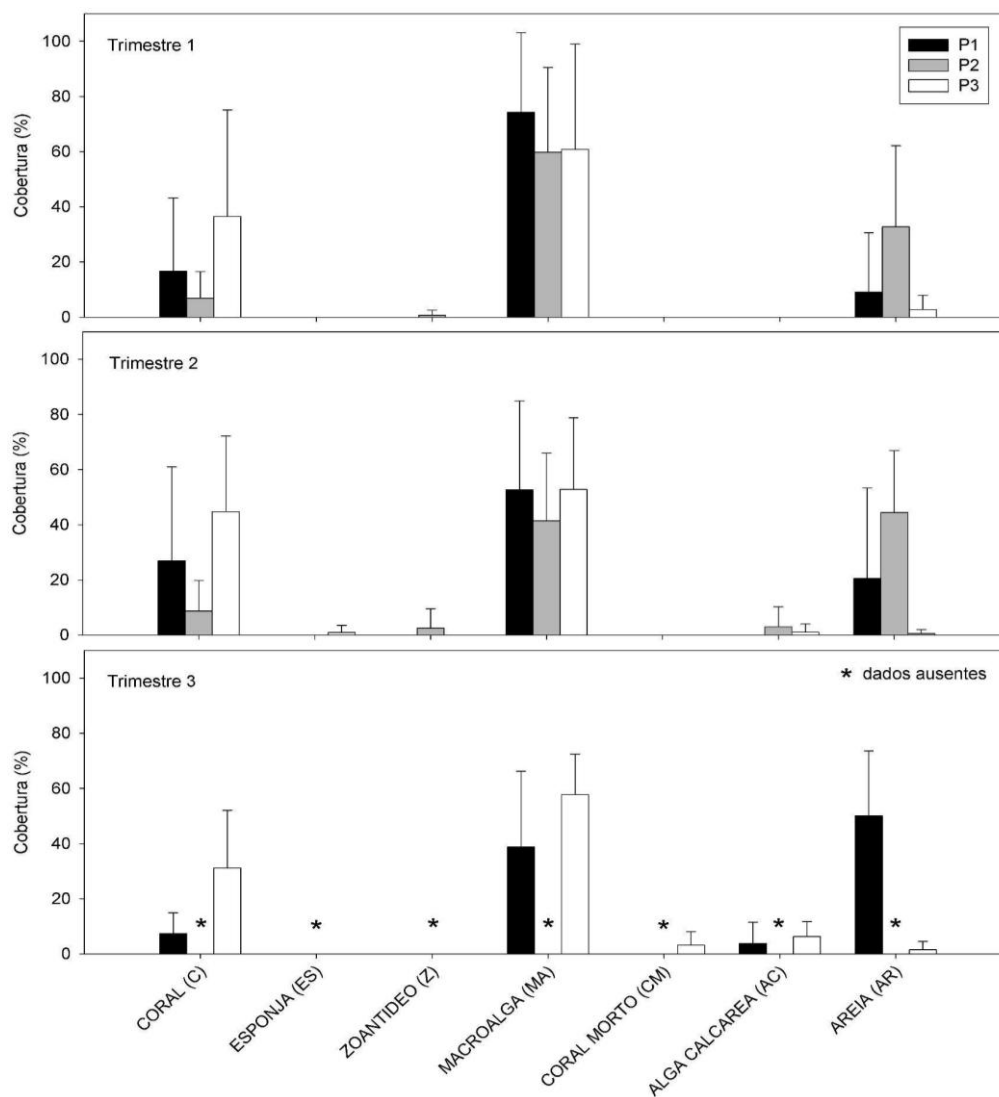
Os grupos bentônicos com uma ou mais médias de percentual de cobertura superiores a 20% foram testados quanto à normalidade pelo teste de Kolmogorov-Smirnov e homocedasticidade pelo teste de Levene e comparados via GLM utilizando os fatores Ponto (P1, P2 e P3) e Trimestre (1, 2 e 3) sem interações entre eles e pós-teste de Tukey. Para todos os testes o nível de significância adotado foi de 0,05 ( $\alpha=0,05$ ). Esses dados foram representados por gráficos de barras agrupadas das médias com desvio-padrão positivo. Os dados de cobertura de corais foram representados em barras empilhadas dos percentuais relativos de cada uma das espécies de corais identificadas nos foto-quadrados.

## 4 RESULTADOS

### 4.1 Cobertura bentônica

Três grupos foram selecionados para os testes estatísticos por obterem coberturas iguais ou superiores a 20%: corais, macroalgas e areia (Figura 1).

Figura 1 - Percentual de cobertura de grupos bentônicos presentes nos fotoquadrados por ponto de coleta de dados (P1, P2 e P3) e trimestre (1, 2 e 3).



Fonte: O autor.

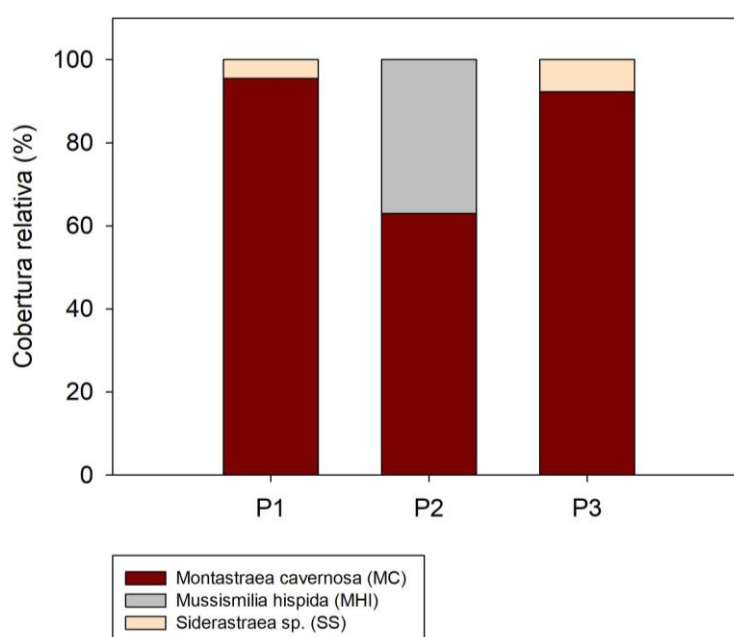
Os testes mostraram que a cobertura de coral não variou significativamente ao longo dos trimestres ( $p=0,154$ ). Entretanto, os percentuais de cobertura entre pontos foram diferentes ( $p<0,001$ ), com o ponto P3 sendo maior estatisticamente do que P1 e P2 (Tabela 1). O percentual de cobertura de macroalgas não variou entre trimestre ( $p>0,05$ ) e pontos ( $p=0,513$ ). Já a cobertura de areia variou tanto entre trimestres ( $p=0,014$ ) quanto pontos ( $p<0,001$ ). Para a areia, os dados do trimestre 3 indicam volumes maiores do

que o trimestre 1, sendo todos os pontos diferentes entre si, com o ponto P2 possuindo o maior valor de cobertura (Tabela 1).

Fator	Coral	Macroalga	Areia
Trimestre 1	19,9 ±4,8	65,2 ±4,8	14,5 ±4,4
Trimestre 2	26,8 ±4,9	48,9 ±4,9	21,8 ±4,5
Trimestre 3	11,4 ±4,8	45,0 ±4,8	36,0 ±5,6
Ponto 1	16,8 ±4,7	55,2 ±4,8	26,7 ±4,3
Ponto 2	3,8 ±6,4	46,6 ±4,8	44,5 ±5,9
Ponto 3	37,5 ±4,8	57,5 ±4,8	1,1 ±4,4

Em relação a cobertura relativa de corais nos foto-quadrados nota-se que a espécie *Montastraea cavernosa* foi responsável por 95,5% da cobertura coralínea no ponto P1, 63% no ponto P2 e 92% no ponto P3. A espécie *Mussismilia hispida* contabilizou 40% de cobertura no ponto P2. Já a espécie *Siderastraea* sp. participou com 4,5% de cobertura no ponto P1 e 7,8% no ponto P3 (Figura 2).

Figura 3 - Cobertura coralínea nos foto-quadrados por ponto.

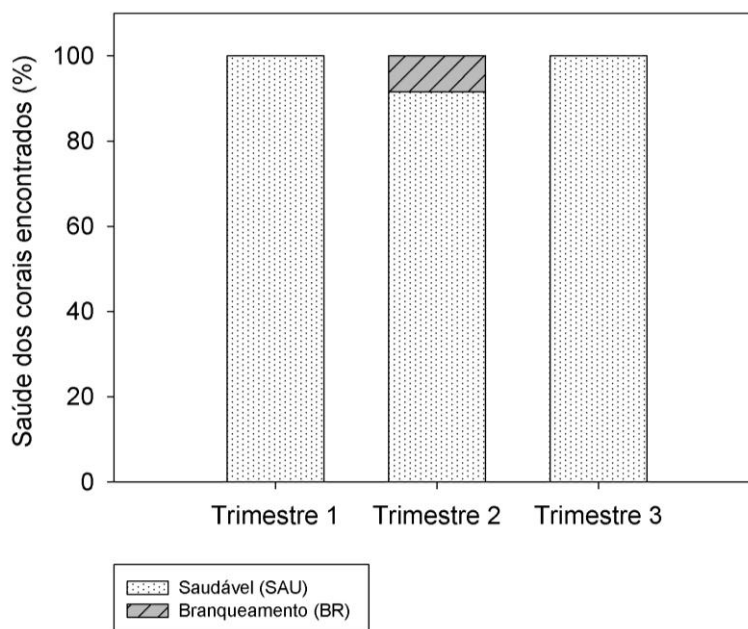


Fonte: O autor.

## 4.2 Saúde das espécies de corais

Em relação a saúde dos corais encontrados, foi observado que todos os corais no trimestre 1 e 3 estavam saudáveis sem indícios de branqueamento, síndromes ou doenças. No trimestre 2 cerca de 8,5% dos corais apresentavam branqueamento e 91,5% estavam saudáveis (Figura 3).

Figura 4 - Saúde dos corais por trimestre.

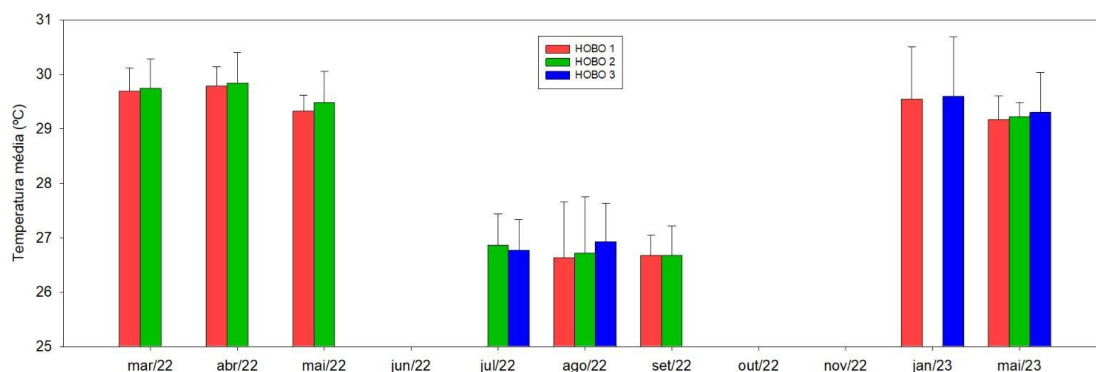


Fonte: O autor.

## 4.3 Dados de temperatura

Não houve diferença na temperatura média registrada em cada mês monitorado entre os três pontos. Entre os meses pertencentes a uma variação média de 3°C entre os meses pertencentes ao período seco (janeiro a maio) e chuvoso (julho a setembro).

Figura 5 – Temperaturas médias mensais (+desvio padrão) registradas por sensores *in situ* durante alguns meses das estações seca e chuvosa.

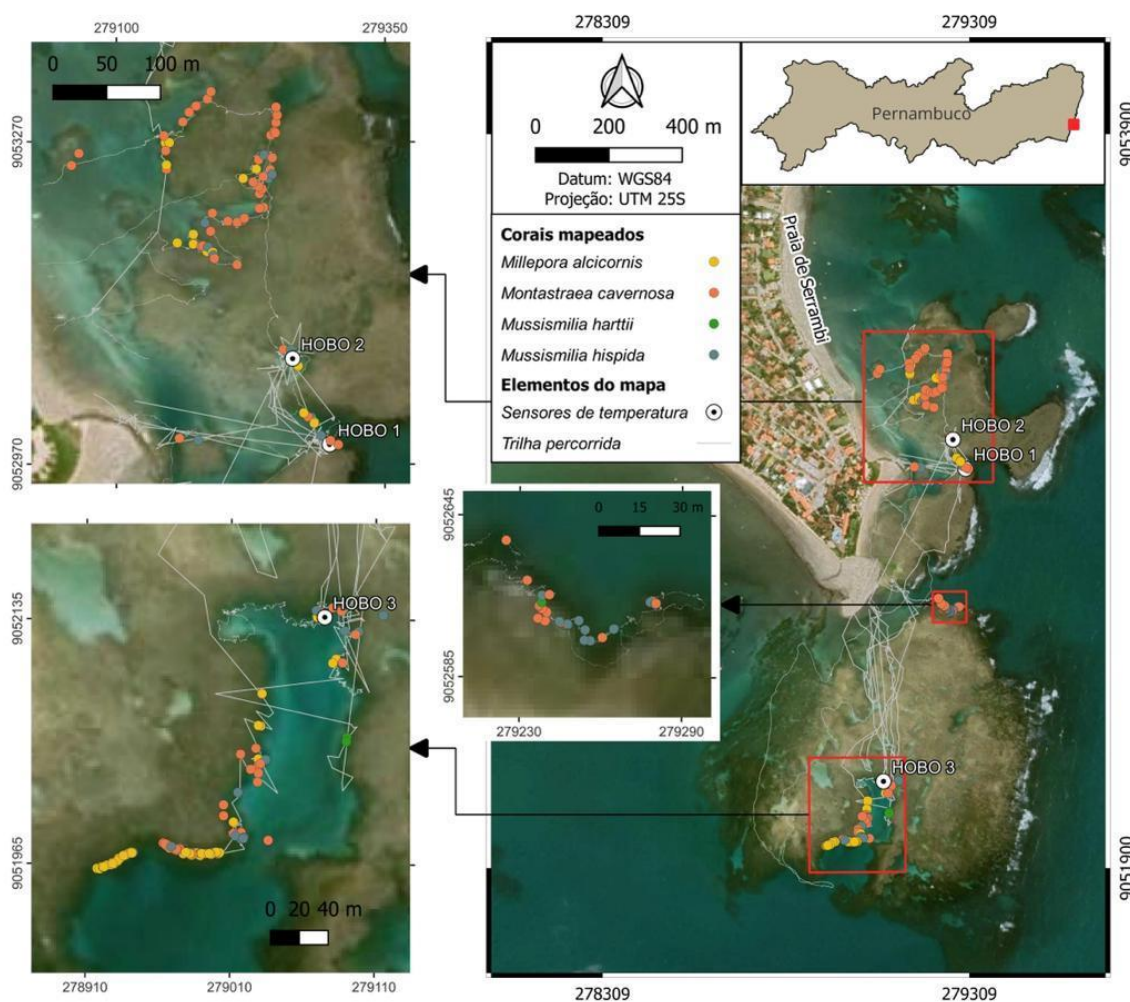


Fonte: O autor

#### 4.4 Censo das comunidades coralíneas

Entre os meses de agosto de 2022 e maio de 2023, foi realizado um censo das espécies de corais construtoras nos recifes, através de busca ativa em mergulhos livres e autônomos. toda a extensão do recife foi percorrida, com um total de 349 colônias georreferenciadas sendo 42% da espécie *Montastraea cavernosa*, 38,10% *Millepora alcicornis*, 18,62% *Mussismilia hispida* e 1,14% *Mussismilia hartii*.

Figura 6 - Mapeamento de colônias de corais construtores dos recifes de Serrambi, Ipojuca - PE.



Fonte: José Renato Correia.

## 5 DISCUSSÃO

Este foi o primeiro trabalho descritivo das comunidades coralíneas dos recifes de Serrambi. O estudo mais abrangente disponível sobre os corais da região data de 70 anos atrás (Laborel, 1969). Na época, a região foi rapidamente mencionada, sendo apenas descrita como similar aos recifes de Porto de Galinhas. Todos os dados aqui levantados são, portanto, inéditos.

Com relação aos dados obtidos pelos foto-quadrados sobre a cobertura coralínea, foi possível observar uma variação média de 3,8% a 37,5%, e *Montastraea cavernosa* foi a espécie mais abundante. Esse resultado corrobora

com Ferreira *et al.* (2006), onde variação semelhante de cobertura foi detectada em Áreas de Proteção Ambiental. No mesmo estudo, *M. cavernosa* também foi descrita como a mais abundante para a região de Tamandaré, localizada dentro da APA Costa dos Corais. Vale destacar que um dos motivos da escolha de Serrambi para se tornar uma APA se deve ao fato de que o limite sul da unidade faz conexão com a parte da praia de Tamandaré, além de criar um corredor ecológico. Essa ligação pode explicar a similaridade entre as espécies mais abundantes nas duas áreas.

No que se refere à análise trimestral de saúde dos corais, as colônias se mantiveram estáveis com uma pequena variação na segunda avaliação, onde foi observado início de branqueamento em algumas colônias de *Siderastraea spp.* Esse período correspondeu ao mês de Janeiro, no qual também foi registrada a maior temperatura durante os meses da pesquisa, chegando a 30°C. O estudo de Dias e Gondim (2016), que documentou a ocorrência de branqueamento para escleractíneos e hidrocorais, em recifes rasos no estado da Paraíba, mostrou que *Siderastraea spp.*, *Mussismilia harttii* e *Millepora alcicornis* sofreram branqueamento na mesma temperatura enquanto *Mussismilia hispida* e *Montastraea cavernosa* se mantiveram saudáveis. Provavelmente, durante este estudo, as comunidades de Serrambi foram expostas por menos tempo a essas médias de temperatura, explicando o possível motivo das colônias não terem branqueado. Outro estudo feito por Jales *et al.* (2009) também mostra que temperaturas mais elevadas já foram observadas na área, chegando a 33°C na mesma estação analisada, trazendo outra possível resposta ao baixo estresse térmico sofrido pelas comunidades analisadas. Durante os meses de estudo, foi possível notar que os recifes de Serrambi possuem um ambiente de águas turvas durante a maior parte do ano, alguns trabalhos como o de Morgan *et al.* (2016) já mostram que recifes com essas condições sofrem menos com o branqueamento de corais se comparados com recifes de águas claras. Em relação à presença de doenças, não foi observada nos pontos fixos de monitoramento.

Vale ressaltar que no ano de 2020 a maior AMP costeira brasileira (APACC) ligada pelo limite norte com a APA Recifes de Serrambi, sofreu uma

perda de cobertura coralínea de 18,1% após o maior evento de estresse térmico já registrado para a região Pereira *et al.* (2022). Mesmo sem dados para a região, podemos considerar pela grande proximidade que danos parecidos ocorreram nos recifes de Serrambi. Para os recifes da Bahia, perdas significativas também foram observadas em 2019 por Duarte *et al.* (2020), que enfrentou o primeiro evento massivo de mortalidade de corais já registrado na região, tais ocorrências reafirmam a importância dos estudos e medidas de conservação, além de trazer a tona o questionamento sobre até que ponto os recifes brasileiros podem ser considerados refúgios térmicos.

Trabalhos de mapeamento de corais, têm se mostrado de grande importância, pois ajudam na compreensão desses ambientes e contribuem para moldar as estratégias de conservação de espécies e habitats, além de favorecer políticas de gestão e conservação de recursos (Hamylton, 2017). No entanto, os decisores envolvidos na criação de políticas públicas brasileiras voltadas às áreas de proteção buscam utilizar abordagens mais globais para este tipo de trabalho, desconsiderando, muitas vezes, a relevância de fatores locais determinantes, como por exemplo a baixa cobertura coralínea dos recifes brasileiros, que muitas vezes acabam sendo desfavorecidos com tais estratégias de conservação (KELLER *et al.*, 2009; WILSON *et al.*, 2020). Recifes com baixa cobertura coralínea, como no nordeste do Brasil, tendem a não se beneficiar tanto de estratégias de mapeamentos mais globais questões como tamanho e viabilidade de populações de corais podem permanecer ignoradas por muito tempo com tais abordagens.

Através deste estudo, conseguimos georreferenciar 349 colônias de corais construtores, identificando áreas de maior concentração desses animais bem como pontos de concentração de espécies. A área norte dos recifes mostrou maior concentração de *M. cavernosa*, o canal teve maior concentração de *Mussismilia hispida* e *M. cavernosa*, enquanto a área sul obteve as maiores concentrações de *Millepora alcicornis*. Reforçando a importância de mapeamentos de fauna coralínea baseados em busca ativa a fim de prover subsídios para estratégias de conservação e restauração mais direcionadas

## 6 CONSIDERAÇÕES FINAIS

A pesquisa desenvolvida observou que diante do atual cenário de mudanças climáticas, UC's têm se mostrado cada vez mais importantes para a manutenção e proteção da biodiversidade. No Brasil, as Áreas Marinhas Protegidas representam 26,5% do bioma marinho, no entanto sua eficácia depende de bons planos de manejo, bem embasados em dados prévios e gestão e fiscalização eficazes. Trabalhos voltados para o levantamento de dados são, portanto, a base para o seu sucesso.

Os objetivos do estudo foram alcançados, visto que conseguimos levantar os primeiros dados sobre a saúde, cobertura bentônica, distribuição e incidência de branqueamento, doenças e mortalidade dos corais de Serrambi. Conseguimos constatar que, apesar da baixa cobertura coralínea na região, não foi observado nenhum surto de doença ou branqueamento durante os meses de estudo, o que favoreceu a saúde das colônias. Através do censo também foi possível identificar regiões com maiores densidades de corais, sendo elas possíveis áreas prioritárias para conservação.

Assim, conclui-se, que esse estudo inicial pode contribuir para o desenvolvimento de um plano de manejo e para futuros trabalhos voltados a conservação dos corais da APA marinha recifes de Serrambi. No entanto, monitoramentos contínuos da saúde dessas comunidades são de extrema importância para entender como esses recifes vão se comportar nos cenários de mudanças climáticas nos próximos anos.

Como limitações deste estudo, houve a dificuldade em cobrir e acessar algumas áreas do recife sem a assistência de um barco e equipe de mergulho autônomo. A baixa visibilidade também dificulta o mapeamento das áreas externas do recife. Futuros trabalhos utilizando as novas tecnologias remotas podem trazer bons resultados, visto que nessas regiões se encontram as maiores coberturas e diversidade de espécies de corais.

## REFERÊNCIAS

AINSWORTH, T. D. *et al.* **Coral disease diagnostics**: what's between a plague and a band? *Applied and Environmental Microbiology*, v. 73, p. 981-992, 2007.

CARTE, B. K. **Biomedical potential of marine natural products**. *Bioscience*, v. 46, p. 271-286, 1996.

CONNELL, J. H. **Diversity in tropical rain forests and coral reefs**. *Science*, v. 199, p. 1302-1310, 1978.

DE-BARROS-MARANGONI, L. F. *et al.* **Oxidative stress biomarkers as potential tools in reef degradation monitoring**: a study case in a South Atlantic reef under the influence of the 2015-2016 El Niño/Southern Oscillation (ENSO). *Ecological Indicators*, v. 106, p. 105533, 2019.

DE-BARROS-MARANGONI, L. F.; MARQUES, J. A.; BIANCHINI, A. **Fisiologia de corais - a simbiose coral-zooxantela, o fenômeno de branqueamento e o processo de calcificação**. In: ZILBERBERG, C. *et al.* (ed.). *Conhecendo os Recifes Brasileiros: Rede de Pesquisas Coral Vivo*. [S. l.]: Museu Nacional, 2016. cap. 4, p. 55-72.

DIAS, T. L. P.; GONDIM, A. I. **Bleaching in scleractinians, hydrocorals, and octocorals during thermal stress in a northeastern Brazilian reef**. *Marine Biodiversity*, v. 46, p. 303-307, 2016.

DIAS, T. L. P.; GONDIM, A. I. **Bleaching in scleractinians, hydrocorals, and octocorals during thermal stress in a northeastern Brazilian reef**. *Marine Biodiversity*, v. 46, p. 303-307, 2016.

DOUGLAS, A. E. **Coral bleaching--how and why?** *Marine Pollution Bulletin*, v. 46, p. 385-392, 2003.

DUARTE, G. A. S. *et al.* **Heat waves are a major threat to turbid coral reefs in Brazil**. *Frontiers in Marine Science*, v. 7, p. 1-8, 2020.

FERREIRA, B. P. *et al.* **The status of coral reefs in Brazil**. In: **Proceedings of the 10th International Coral Reef Symposium**. [S. l.: s. n.], 2006. v. 1, p. 1011-1015.

GOREAU, T. J.; HAYES, R. L. **Coral bleaching and ocean "hot spots."** *Ambio - Journal of Human Environment Research and Management*, v. 23, p. 176-180, 1994.

HAMYLTON, S. M. **Mapping coral reef environments: a review of historical methods, recent advances and future opportunities.** *Progress in Physical Geography*, v. 41, p. 803-833, 2017.

HARVELL, C. D. *et al.* **Climate warming and disease risks for terrestrial and marine biota.** *Science*, v. 296, p. 2158-2162, 2002.

HARVELL, C. D. *et al.* **Emerging marine diseases--climate links and anthropogenic factors.** *Science*, v. 285, p. 1505-1510, 1999.

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

JACKSON, J. B. *et al.* **Historical overfishing and the recent collapse of coastal ecosystems.** *Science*, v. 293, p. 629-637, 2001.

JALES, M. C. *et al.* **Variação diurna da biomassa fitoplanctônica e parâmetros hidrológicos no ecossistema recifal de Serrambi, Pernambuco, Brasil.** *Boletim Técnico-Científico do CEPENE*, v. 17, p. 9-22, 2009.

JALES, M. C. *et al.* **Variação diurna da biomassa fitoplanctônica e parâmetros hidrológicos no ecossistema recifal de Serrambi, Pernambuco, Brasil.** *Boletim Técnico-Científico do CEPENE*, v. 17, n. 1, p. 9-22, 2009.

LEÃO, Z. M. A. N. *et al.* **Status of Eastern Brazilian coral reefs in time of climate changes.** *Pan-American Journal of Aquatic Sciences*, v. 5, p. 224-235, 2010.

LEÃO, Z. M. A. N.; KIKUCHI, R. K. P.; TESTA, V. **Corals and coral reefs of Brazil.** In: *Latin American Coral Reefs*. [S. l.]: Elsevier, 2003. p. 9-52.

MOBERG, F.; FOLKE, C. **Ecological goods and services of coral reef ecosystems.** *Ecological Economics: The Journal of the International Society for Ecological Economics*, v. 29, p. 215-233, 1999.

MOURA, R. L. **Brazilian reefs as priority areas for biodiversity conservation in the Atlantic Ocean.** In: *Proceedings of the 9th International Coral Reef Symposium*. [S. l.: s. n.], 2000. v. 2, p. 917-920.

NEVES, E.; JOHANSSON, R.; SAMPAIO, C.; PICHON, M. **The occurrence of *Scolymia cubensis* in Brazil: revising the problem of the Caribbean solitary mussids.** *Zootaxa*, v. 1366, p. 45-54, 2006.

PEREIRA, P. H. C. *et al.* **Unprecedented coral mortality on Southwestern Atlantic coral reefs following major thermal stress.** *Frontiers in Marine Science*, v. 9, p. 1-12, 2022.

PERNAMBUCO. **Decreto nº 46.052, de 23 de maio de 2018.** Declara como Área de Proteção Ambiental (APA) a área marinha compreendida entre o estuário do Rio Maracáípe, no município de Ipojuca, e os limites da APA de Guadalupe e da APA Costa dos Corais, no município de Tamandaré, no Litoral Sul do Estado de Pernambuco. Disponível em: [http://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/lei\\_ap\\_mar\\_recife.pdf](http://www2.cprh.pe.gov.br/wp-content/uploads/2021/01/lei_ap_mar_recife.pdf). Acesso em: 31 mar. 2023.

PICCIANI, N. *et al.* **Geographic patterns of Symbiodinium diversity associated with the coral *Mussismilia hispida* (Cnidaria, Scleractinia) correlate with major reef regions in the Southwestern Atlantic Ocean.** *Marine Biology*, v. 163, p. 1-11, 2016.

PRATCHETT, M. S. **Spatial, temporal, and taxonomic variation in coral growth-implications for the structure and function of coral reef ecosystems.** *Oceanography and Marine Biology: An Annual Review*, v. 1, p. 1-82, 2015.

RONALDO, B. **Diseases leading to accelerated decline of reef corals in the largest South Atlantic reef complex (Abrolhos Bank, eastern Brazil).** *Marine Pollution Bulletin*, v. 5, p. 1008-1014, 2008.

WILKINSON, C. C. R. *et al.* **Status of coral reefs of the world: 2004.** Australian Institute of Marine Science (AIMS), p. 7-44, 2004.