



TCCE 01/22 ICMBio/Vale III: compensação espeleológica

Subprojeto 05 – Recife de Coral - as cavernas submarinas do Nordeste do Brasil

Relatório Final



Foto: Thiago Buchianeri Nuna



Introdução

Os recifes de coral são ecossistemas de extrema importância devido a sua alta biodiversidade e o papel que desempenham no sustento econômico e cultural das comunidades costeiras. No Brasil, esses recifes se estendem por cerca de 3 mil km ao longo da costa, desde o Maranhão até o sul da Bahia, representando as únicas formações recifais do Atlântico Sul. Em Tamandaré, PE, foi identificado um sistema de cavernas interconectadas nos recifes de coral, proporcionando um habitat protegido para diversas espécies, algumas ameaçadas de extinção. Este projeto teve como objetivo caracterizar e monitorar essas cavernas submarinas, promovendo sua conservação e divulgando as ações para as instituições e a comunidade.

No âmbito do Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico não havia registro e descrição das cavernas submarinas formadas nos ambientes de recifes de coral, de forma que o principal objetivo do projeto foi caracterizar esse sistema de cavernas na área de recuperação recifal e no entorno, quanto a sua morfologia, tamanho, localização, ocorrência de espécies da fauna, e realizar ações periódicas de monitoramento *in situ* e de forma remota, por meio da instalação de câmeras subaquáticas, além de promover a divulgação das imagens das cavernas para a comunidade, ampliando o conhecimento e a sensibilização da sociedade sobre esses ecossistemas únicos formados nos recifes de coral.

O Projeto Cavernas Submarinas teve como objetivo principal a pesquisa e conservação das cavernas subaquáticas localizadas nos recifes de coral em Tamandaré/PE. Foram catalogados no Sistema CANIE 7 (sete) cavernas e descritas durante a vigência do projeto (Figuras 1 e 1.1).

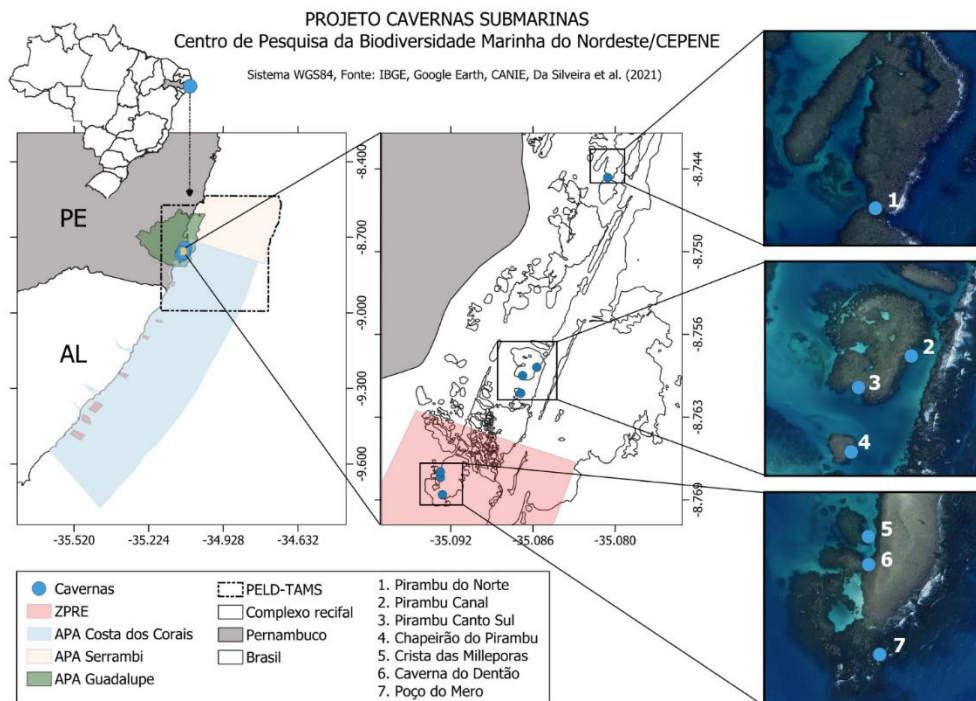


Figura 1. Localização das cavernas subaquáticas descritas para o complexo recifal de Tamandaré, Pernambuco.



VALE

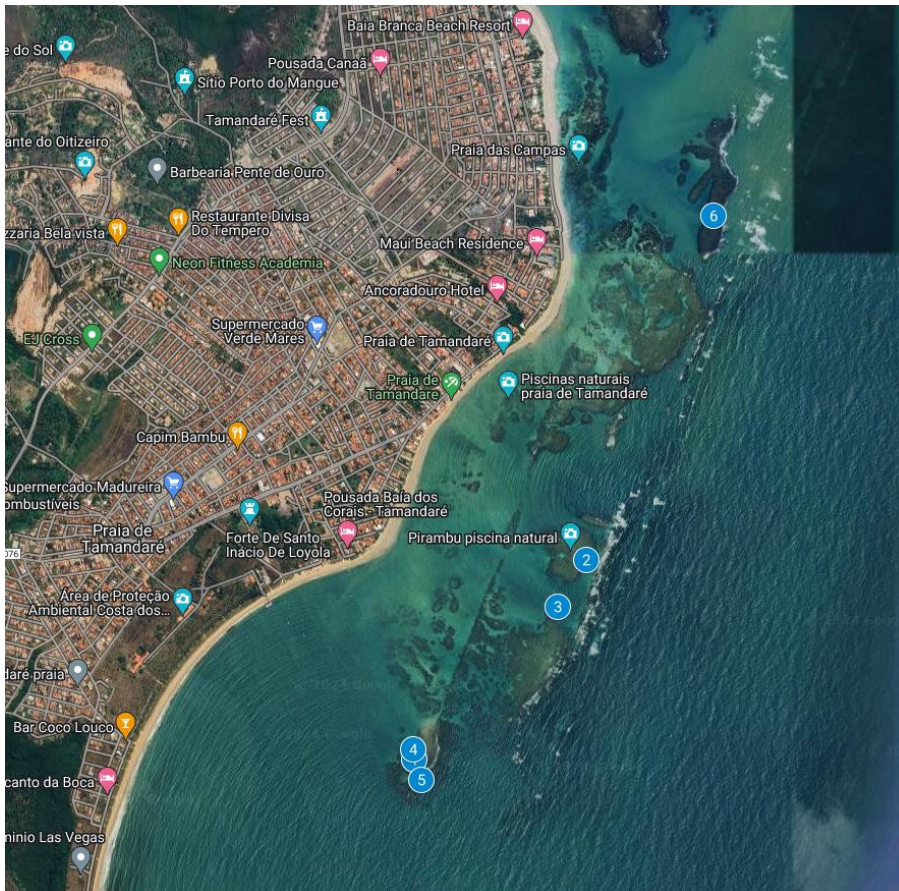


Figura 1.1 Localização das cavernas subaquáticas descritas para o complexo recifal de Tamandaré, Pernambuco.

Atividades Desenvolvidas e Planejadas

Atividades desenvolvidas

- Levantamento e caracterização preliminar das cavernas, realizado através de mergulhos autônomos, registrando a morfologia, estrutura e a localização das cavernas.
- Mapeamento espeleológico, uso de técnicas de imageamento subaquático (360°) para mapear as cavernas interconectadas.
- Cadastro no sistema CANIE, catalogação das cavernas identificadas no Cadastro Nacional de Informações Espeleológicas.
- Monitoramento in situ dos recifes que compõem as áreas próximas às cavernas descritas, observação periódica da biodiversidade e do estado da saúde recifal por meio de mergulhos no monitoramento do Reef Check Brasil e do Instituto Recifes Costeiros.
- Apoio ao monitoramento e manutenção da Área de Recuperação Recifal de Tamandaré (Área Fechada).
- Compra de equipamentos e organização para a instalação de câmeras subaquáticas e implementação de um sistema de monitoramento remoto com câmeras estacionárias.



Atividades planejadas

- Expansão do mapeamento espeleológico, cobrindo áreas adicionais das cavernas para uma caracterização completa.
- Aprimoramento do sistema de monitoramento, instalação de novas câmeras e manutenção das já instaladas na Área de Recuperação Recifal (Área fechada de Tamandaré/PE).
- Divulgação comunitária, palestras e apresentações para compartilhar os resultados e conscientizar sobre a importância da conservação das cavernas submarinas nos recifes de coral.

Metodologia

A caracterização das cavernas foi realizada através de:

- Mergulhos autônomos para coleta de dados referentes a morfodinâmica, biodiversidade e atividades humanas
- Para a caracterização das cavernas referentes à morfologia, foram realizadas medições das dimensões internas com a utilização de trenas métricas. Além disso, com a utilização da câmera Insta 360 x2, foram coletadas imagens do interior das cavidades submarinas, e em seguida, por meio de processos fotogramétricos, foram criados modelos tridimensionais das cavernas.
- Registro da biodiversidade marinha, com identificação visual das espécies presentes durante os mergulhos de reconhecimento e medições, e monitoramento regular com a utilização do protocolo Reef Check Brasil nas áreas próximas às cavernas identificadas.
- Monitoramento das ações humanas nos recifes costeiros de Tamandaré, observando o tipo de utilização antrópica da região, sendo eles principalmente de turismo ou pesca.

Resultados Planejados Alcançados e Resultados Derivados

Resultados planejados alcançados

- **Caracterização inicial das cavernas:** Identificação das principais características morfológicas e da fauna associada.
- **Imageamento subaquático (360°)** para mapear as cavernas interconectadas.
- **Cadastro no CANIE:** Registro oficial das sete cavernas submarinas mapeadas no Sistema Nacional de Informações Espeleológicas - CANIE.

- **Monitoramento das cavernas:**

Número de saídas de campo realizadas: 5

Ao todo foram realizadas 05 saídas para a coleta de dados das cavernas submarinas (15/01/2025; 17/01/2025; 21/01/2025; 24/01/2025; 12/02/2025)

Municípios visitados (incluir os estados/municípios):

Tamandaré, Pernambuco

Unidades de Conservação visitadas (incluir os nomes das UCs):

Área de Proteção Ambiental Costa dos Corais, Parque Natural Municipal do Forte de Tamandaré ;
Área de Proteção Ambiental Guadalupe;

Trabalhos produzidos (incluir os títulos dos trabalhos): NA

Trabalhos publicados (incluir os títulos dos trabalhos e veículos de publicação): NA

Novas espécies descobertas (incluir os nomes científicos): NA

Cavernas visitadas não registradas no CANIE (incluir os nomes, estados/municípios): 0

Cavernas visitadas registradas no CANIE (incluir os nomes, estados e municípios): 7



Caverna do Dentão, Tamandaré, Pernambuco
 Caverna do Pirambu Canal, Tamandaré, Pernambuco
 Caverna do Chapeirão do Pirambu, Tamandaré, Pernambuco
 Caverna da Crista das Milleporas, Tamandaré, Pernambuco
 Caverna do Poço do Mero, Tamandaré, Pernambuco
 Caverna do Pirambu do Norte, Tamandaré, Pernambuco
 Caverna do Pirambu Canto Sul, Tamandaré, Pernambuco

Litologia das cavernas visitadas registradas no CANIE: As cavernas visitadas são formadas por recifes de coral e de arenito. A composição e característica do sedimento no entorno destas formações foi analisada através de armadilhas de sedimento no âmbito da pesquisa de mestrado, do aluno Thales Jean Vidal, desenvolvida na Universidade Federal de Pernambuco com o apoio do CEPENE e PELD-TAMS. Tal pesquisa mostrou que o sedimento é composto principalmente por carbonato de cálcio (em média 60%), mostrando a forte influência da erosão recifal e contribuição de organismos que sintetizam CaCO_3 , como algas calcárias e corais, na formação do sedimento. Em relação a granulometria encontrada, o sedimento capturado pelas armadilhas foi principalmente caracterizado como lamoso (60%), demonstrando forte ressuspensão de sedimento fino condicionado pela hidrodinâmica gerada pelas ondas e novo aporte de sedimento continental transportado pelos rios até os recifes no período chuvoso.

Resultados derivados

- **Sensibilização da comunidade:** Visitas guiadas ao CEPENE e palestras realizadas aumentaram a conscientização sobre a importância da conservação das cavernas nos recifes de coral.
- **Inovações tecnológicas:** Desenvolvimento de metodologias de monitoramento remoto com câmeras submarinas.
- **Divulgação para a comunidade:** Divulgação das imagens e ações de conservação para a comunidade local e turistas.
- **Geração de imagens em tempo real:** Instalação dos equipamentos para a captura e transmissão de imagens em vídeo das cavernas nos recifes de coral em tempo real.

Produtos

- **Descrição e caracterização do sistema de cavernas interconectadas**

Caracterização detalhada das cavernas interligadas presentes nos recifes de coral, com informações inéditas que serão integradas ao Programa Nacional de Conservação do Patrimônio Espeleológico, ampliando o conhecimento e o cuidado com esses ecossistemas (Tabela 1 e 2).

Tabela 1. Dados morfodinâmicos de cada caverna descrita para a região dos recifes de Tamandaré, Pernambuco.

DADOS DAS CAVERNAS SUBAQUÁTICAS									
Cavernas	Latitude	Longitude	Tipo de proteção	Altura	Largura	Comprimento	TIPOLOGIA	3d	Dados RCB
Caverna do Dentão	8°46'01.6"S	35°05'34.1"W	Fechada	1,5	3,5	5	Caverna	sim	Sim
Caverna do Pirambu Canal	8°45'31.4"S	35°05'07.9"W	Aberta	2	3	6	Caverna	sim	Sim
Caverna do Chapeirão do Pirambu	8°45'38.4"S	35°05'12.2"W	Aberta	2,5	3	10	Caverna	sim	Sim
Caverna da Crista das Milleporas	8°46'01.0"S	35°05'34.4"W	Fechada	1,5	1,8	2,8	Abrigo	não	Sim
Caverna do Poço do Mero	8°46'6.06"S	35°5'33.47"W	Fechada	4,5	3,5	9,5	Caverna	não	Não
Caverna do Pirambu do Norte	8°44'40.0"S	35°04'48.5"W	Aberta	2	6	20	Caverna	não	Sim
Caverna do Pirambu Canto Sul	8°45'33.73"S	35°5'11.72"W	Aberta	2,2	3,8	8	Caverna	não	Sim



Tabela 2. Dados das espécies da fauna marinha avistadas por meio do monitoramento do Reef Check Brasil e observações nas cavernas, relacionadas ao estado de conservação segundo a lista da IUCN.

Cavernas	Nº DE ESPÉCIES NA LISTA DA IUCN					
	Dados insuficientes (DD)	Pouco preocupante (LC)	Quase ameaçada (NT)	Vulnerável (VU)	Em perigo (EM)	Criticamente ameaçada (CR)
Caverna do Dentão	8	44	3	5	2	2
Caverna do Pirambu Canal	8	50	2	3	3	2
Chapeirão do Pirambu	8	46	2	3	2	2
Crista das Mileporas	8	37	1	2	1	2
Caverna do Poço do Mero						1
Caverna do Pirambu do Norte	5	24	1	1	0	0
Caverna do Pirambu Canto Sul						

- **Cadastro das cavernas no sistema CANIE**

Registro formal das cavernas submarinas mapeadas, inserindo essas formações naturais no sistema CANIE, que centraliza informações sobre o patrimônio espeleológico brasileiro. Foram registradas 7 (sete) cavernas no sistema, conforme figura abaixo:



Ministério do Meio Ambiente
Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade
 Diretoria de pesquisa, avaliação e monitoramento da biodiversidade
 Centro nacional de pesquisa e conservação de cavernas
 Rodovia BR-450, km 8,5 - Via EPIA, Parque Nacional de Brasília - CEP: 70635-800
 Brasília - DF
 Telefone: (61) 2028-9792 | Email: cecav.sede@icmbio.gov.br



Cavernas por cadastrador

(Brasília, DF 13/02/2025)

Nº CANIE	Nome	UF	Município	Longitude	Latitude	Nome
031139.00098.26.14857	Pirambu	PE	Tamandaré	-35.085528	-8.758722	FERNANDA MACHADO PAULA
031140.00099.26.14857	Chapeirão do Pirambu	PE	Tamandaré	-35.086722	-8.760667	FERNANDA MACHADO PAULA
031141.00100.26.14857	Pirambu do Norte	PE	Tamandaré	-35.080139	-8.744444	FERNANDA MACHADO PAULA
031142.00101.26.14857	Mero	PE	Tamandaré	-35.092583	-8.768501	FERNANDA MACHADO PAULA
031143.00102.26.14857	Crista das Mileporas	PE	Tamandaré	-35.092889	-8.766944	FERNANDA MACHADO PAULA
031144.00103.26.14857	Caverna do Dentão	PE	Tamandaré	-35.092806	-8.767111	FERNANDA MACHADO PAULA
034794.00104.26.14857	Pirambu Canto Sul	PE	Tamandaré	-35.086589	-8.759369	FERNANDA MACHADO PAULA

Figura 2. Registro das cavernas subaquáticas no sistema CANIE.

- **Mapa e imageamento em 360° das cavernas submarinas**

Elaboração de um mapa online interativo com imageamento em 360°, representando as características estruturais das cavernas submarinas, incluindo contornos, altura e largura, para orientar estudos e ações de monitoramento e conservação (Figura 3).

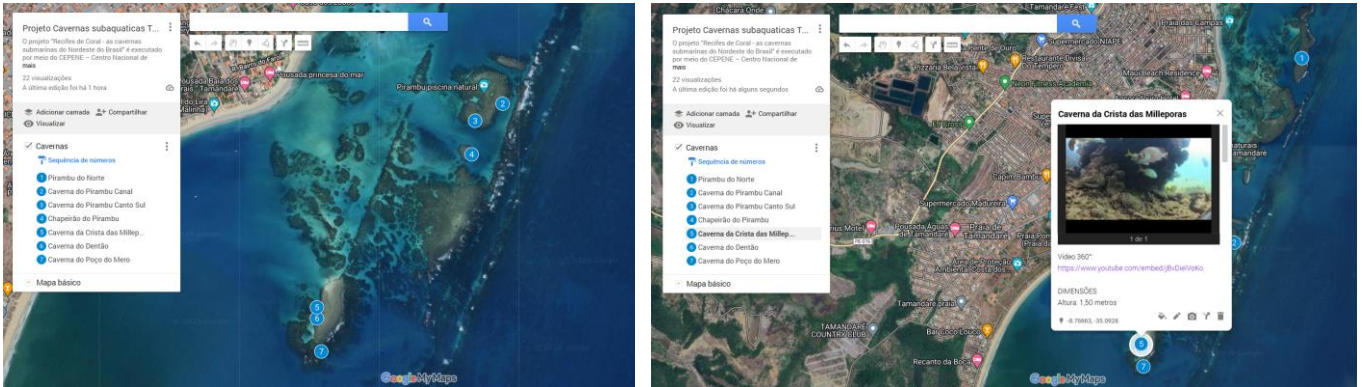


Figura 3. Registro online das cavernas descritas para região, cada item abre um ícone contendo as informações sobre cada caverna, um link direcionando para ao vídeo 360° no Youtube (exceto na caverna do Pirambu do Norte, devido às condições climáticas) e outro link para as espécies descritas em cada ambiente por meio do Reef Check Brasil.

Link de acesso:

<https://www.google.com/maps/d/u/3/edit?mid=1eatvik3R97tvk6h5U1Et43vCzP3KrHM&usp=sharing>

- **Registro de ocorrência de espécies de corais, peixes, crustáceos e moluscos.**

Foram registradas, primeiramente, as espécies que utilizam o sistema recifal por meio do monitoramento do Reef Check Brasil (Figura 4), e listadas conforme o livro vermelho, contribuindo para o entendimento da biodiversidade local e orientando ações de conservação. Foi registrada a ocorrência de 76 espécies de peixes e 13 de invertebrados.

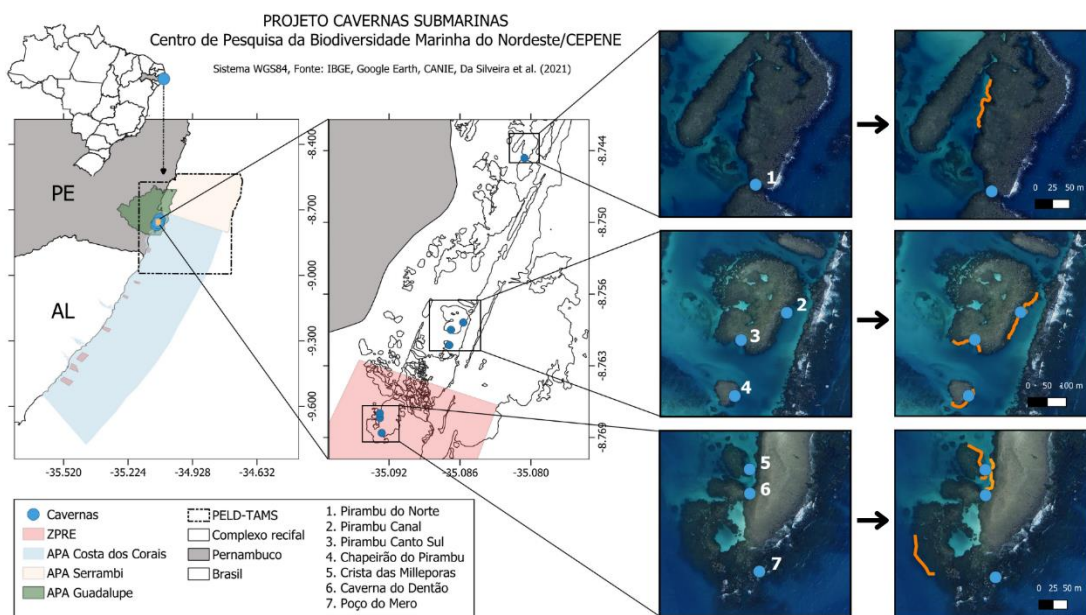


Figura 4. Localização dos transectos referentes ao monitoramento contínuo do Reef Check Brasil no complexo recifal de Tamandaré, Pernambuco.



- **Caracterização do estado de saúde recifal realizada pelos colaboradores do IRCOS, UFPE, PELD-TAMS, Professores, Bolsistas e Agentes de Campo.**

Por meio do projeto “Visão Ecológica para Restauração de Corais em Tamandaré/PE (APA Costa dos Corais)”, foi realizada a avaliação das condições de saúde ambiental dos recifes e, conseqüentemente, das cavernas, considerando que a área amostrada compreende os recifes que formam as cavernas descritas. Foram coletados parâmetros físicos, químicos e biológicos que indicam a integridade e a sustentabilidade do ecossistema submerso.

Trecho do relatório técnico (IRCOS)

Atualmente 178 colônias, de principalmente 4 espécies de corais (*Montastraea cavernosa*, *Millepora alcicornis*, *Mussismilia hispida* e *Mussismilia harttii*), estão sendo monitoradas individualmente e mensalmente ao longo do período de anomalia térmica em 8 sítios distribuídos ao longo do complexo recifal de Tamandaré. Foram realizadas amostragens, nos mesmos sítios, com metodologias que são usadas historicamente na região (protocolo Reef Check - PIT, vídeo transecto, fotoquadrado, censo de peixes e protocolo de branqueamento) para compreensão ampla da transformação do ambiente ao longo do processo de branqueamento, para os organismos que compõem o ecossistema recifal (ex. Peixes, corais, algas, invertebrados), incluindo os recifes da área fechada. Tais estratégias possibilitam a identificação de zonas mais vulneráveis, viabilizando uma melhor discussão sobre áreas prioritárias para ações de manejo (ex. manejo ativo com a BioFábrica) e aprimoramento da gestão costeira e marinha na região.

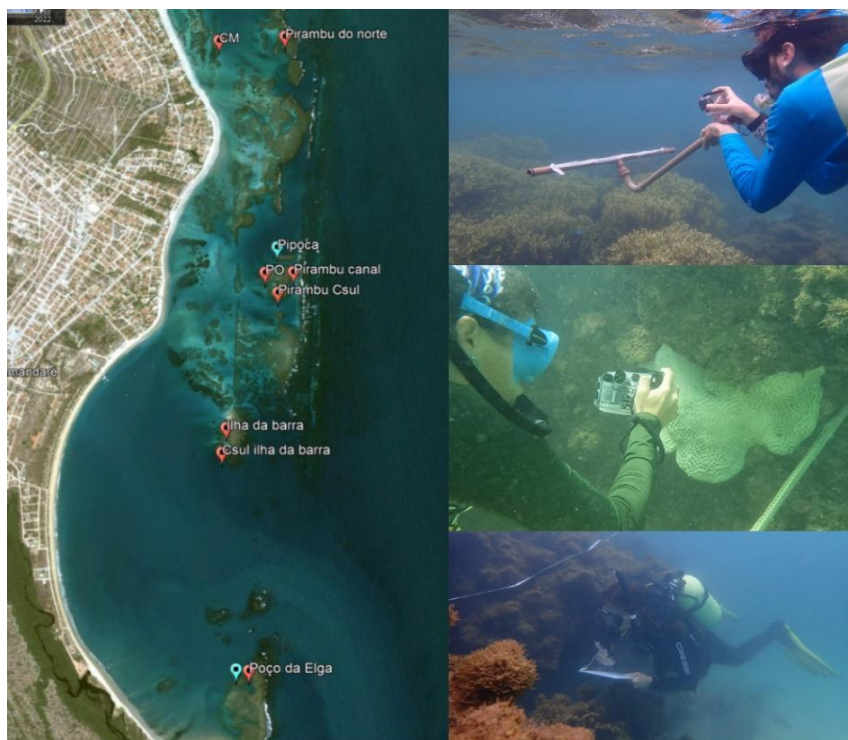


Figura 1: Pontos vermelhos: Sítios de monitoramento da saúde recifal (colônias marcadas e protocolo Reef Check). Pontos azuis: coleta biológica da espécie *Montastraea cavernosa* para análise genética, densidade de Symbiodiniaceae e concentração de pigmentos, antes, durante e depois do branqueamento. Polígono vermelho = área fechada de Tamandaré.

• **Colônias marcadas:**

Os resultados obtidos nas colônias marcadas, até o momento, indicam mortalidade em massa de espécies de corais mais sensíveis como *Millepora alcicornis* (cerca de 98% de mortalidade) *Mussismilia harttii* (cerca de 98% de mortalidade) e *Mussismilia hispida* (cerca de 85% de mortalidade). Em contrapartida, a espécie *Montastraea cavernosa* apresentou boa recuperação, mesmo apresentando taxas elevadas de branqueamento, com apenas cerca de 10% de mortalidade. Não foi identificada diferença significativa do impacto do branqueamento entre os sítios, mostrando que o branqueamento de 2024 foi sem precedentes e afetou de forma enfática todo o complexo recifal de Tamandaré.

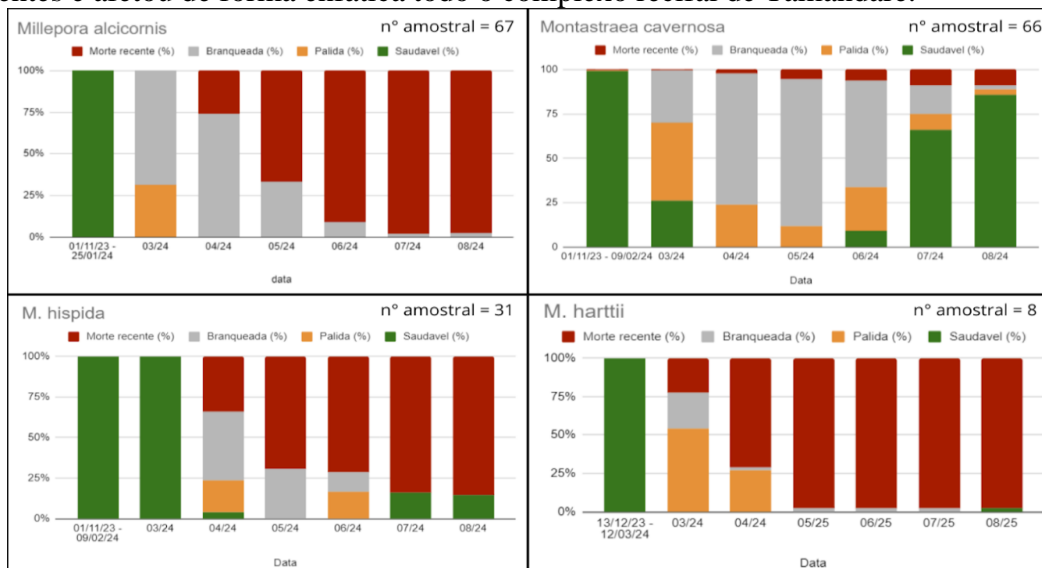


Figura 2: Padrão de saúde das espécies *Millepora alcicornis*, *Montastraea cavernosa*, *Mussismilia hispida* e *Mussismilia harttii*, ao longo do evento de branqueamento em massa que se iniciou em março de 2024. Resultados obtidos através das colônias marcadas.

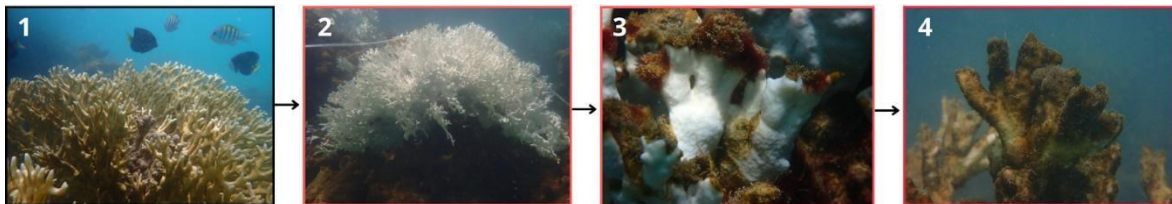


Figura 3: Estágios de saúde da espécie *Millepora alcicornis*. 1) colônia saudável. 2) Colônia branqueada. 3) Início da mortalidade com algas crescendo em algumas partes dos esqueletos de coral. 4) Colônia morta totalmente coberta por algas.



Figura 4: Estágios de saúde da espécie *Mussismilia harttii*. Progressão de mortalidade ao longo dos meses, com a colônia pálida em março, parcialmente morta em abril e completamente morta com algas colonizando o esqueleto em maio.

Em agosto/2024 foram iniciadas coletas para caracterização da qualidade da água em 2024/2025 e comparação com dados pretéritos. As coletas de água serão realizadas mensalmente em 4 pontos e

semestralmente em mais outros 4 pontos, buscando maior compreensão sobre a influência dos três principais rios que circundam o complexo recifal de Tamandaré ao longo do ano. Os resultados obtidos permitirão estudos que explorem como as características da água interagem com os organismos e impactos climáticos. Para essas amostras serão analisadas nutrientes dissolvidos (Nitrato, nitrito, amônias, fosfato, silicato e clorofila-a), além de parâmetros fornecidos pela sonda multiparâmetro (Temperatura, pH, salinidade e oxigênio dissolvido) e medidas de turbidez com o disco de Secchi. Até o momento foi realizada uma coleta semestral em agosto englobando os 8 pontos amostrais e coletas em setembro e outubro englobando os 4 pontos amostrais mensais.

Para compor as variáveis ambientais analisadas também foram instaladas, em outubro/24, 4 armadilhas de sedimento no recife da Ilha da barra (Ponto P3), localizado dentro da área fechada. As amostras de sedimento serão coletadas mensalmente e destas será analisada a taxa de sedimentação, teores de matéria orgânica, carbonato e granulometria. Tais resultados integrarão trabalhos pretéritos na região, viabilizando análises comparativas temporalmente, áreas mais vulneráveis aos impactos e identificação de transformações no ambiente.

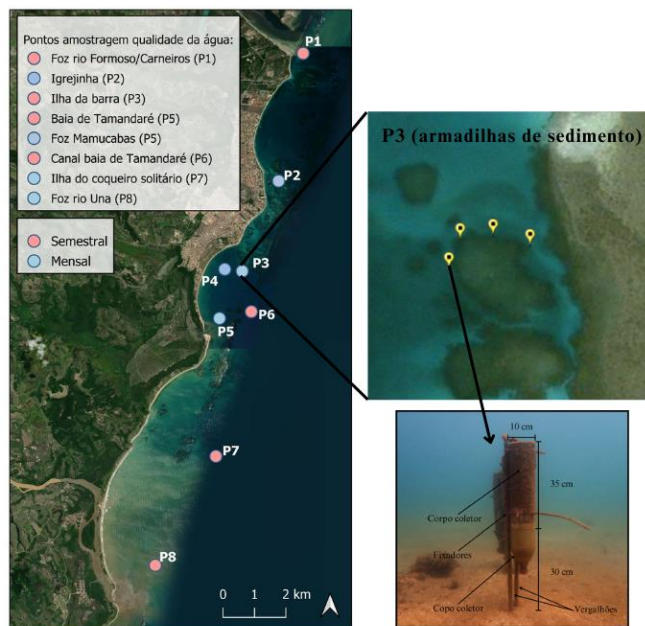


Figura 10: Marcadores azuis representam os pontos de coleta de água mensal e os marcadores vermelhos os pontos de coleta de água semestral. Os marcadores amarelos no mapa à esquerda representam a posição das armadilhas de sedimento (apenas no P3 teremos coleta de sedimento, os outros pontos são para coleta de água).



Figura 11: Equipe realizando a coleta de água.

Integrando a base de dados abióticos, foi instalada, em parceria com a equipe do SIMCosta/FURG, uma estação meteorológica e uma boia oceanográfica que coletam informações diariamente que são disponibilizadas publicamente em tempo real: <https://simcosta.furg.br/home>. Para manutenção e bom funcionamento, nossa equipe está dando apoio na manutenção mensal tanto da boia quanto da estação

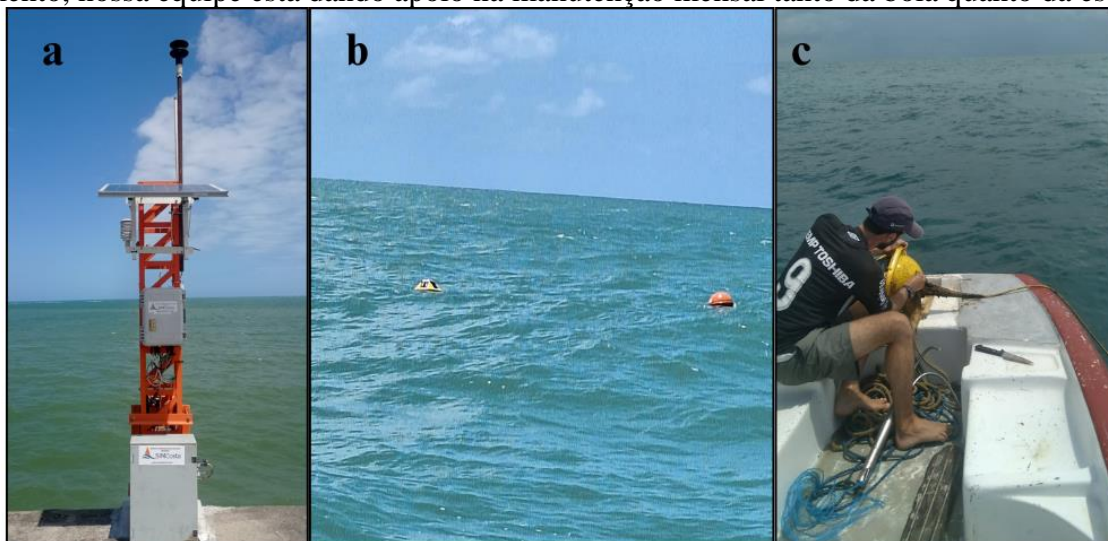


Figura 12: Estação meteorológica, localizada no píer do CEPENE. b) Boia oceanográfica instalada na área fechada. c) Manutenção da boia oceanográfica, limpeza das placas solares e retirada de organismos incrustados.

Por fim, realizamos em outubro/24 a coleta dos 5 termistores que foram instalados entre março e abril de 2024 para coleta de dados de temperatura *in-situ*. Os dados foram transferidos e os termistores foram colocados novamente em seus pontos amostrais para continuação do monitoramento de temperatura nos recifes.

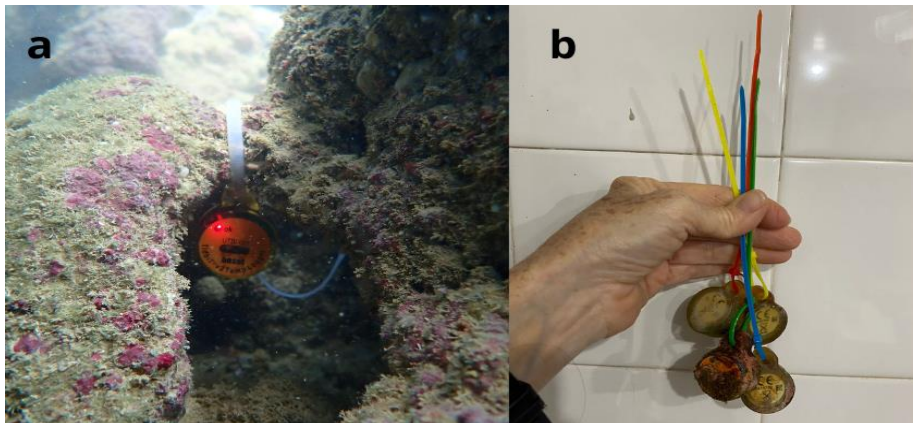


Figura 13: a) Termistor instalado coletando dados de temperatura. b) Coleta dos termistores instalados entre março e abril de 2024.

- **Geração de imagens em vídeo das cavernas submarinas nos recifes de coral em tempo real.**

Em andamento, para o desenvolvimento desta atividade foi necessário a compra de materiais para a construção e melhoramento da câmera estacionária que será posteriormente posicionada em uma das cavernas para o monitoramento contínuo e divulgação em tempo real. Está sendo discutida a possibilidade de instalar a câmera primeiramente no Poço do Mero com o objetivo de verificar se há indivíduos da espécie no local.

- **Divulgação para a comunidade e turísticas das imagens e ações de conservação das cavernas submarinas nos recifes de coral (atividades de divulgação e educação ambiental)**

Foram realizadas com parceiros atividades de educação ambiental e divulgação das imagens, bem como, ações de conservação para a comunidade, escolas e turistas. Mais de 20 escolas públicas e privadas de Tamandaré, da região litoral sul de Pernambuco, Grande Recife e litoral norte de Pernambuco visitaram o CEPENE nos anos de 2023 e 2024, totalizando 1283 alunos. Destacamos algumas escolas participantes: Escola Municipal Almirante Tamandaré, Escola Padre Enzo, Escola de Referência em Ensino Médio de Tamandaré, Engenho Ilhetinhas e Escola São Pedro, Educandário Nivaldo Da Silva, Escola Presidente Castelo Branco, Paulista – PE, Escola Senador Aderbal Jurema – Jaboatão – PE, Colégio Visão – Recife, Hotelzinho Raio de Luz Tamandaré, SESI Vasco – Recife, Instituto Federal de Pernambuco, Instituto Federal de Alagoas, Instituto Federal de Educação da Paraíba, Escola Técnica Estadual de Palmares, Escola Municipal Bola na Rede, dentre outras. (Figura 5).



Figura 5. Compartilhamento de imagens e informações sobre as cavernas submarinas, bem como, os esforços de conservação realizados dentro do CEPENE, visando sensibilizar a comunidade e visitantes, sobretudo as escolas da região, sobre a importância da preservação dos recifes e suas cavernas.



No mês de novembro de 2024 foi realizada a 21ª Semana Nacional da Ciência e Tecnologia em Tamandaré, ao longo da semana diversas atividades de educação ambiental e divulgação do Projeto Cavernas Submarinas foram realizadas com as escolas da região, ao todo 180 crianças foram atendidas. As ações foram construídas em parceria com os diversos projetos e instituições que atuam no CEPENE, sendo uma realização do PELD-TAMS e CEPENE (Figura 6).



Figura 6. 21º Semana Nacional da Ciência e Tecnologia.

Cerca de 6000 pessoas visitam anualmente o CEPENE, nos anos de 2023 e 2024 instituições como o ICMBio, IBAMA, Marinha do Brasil, Ministério Público Federal, Corpo de Bombeiros, SEBRAE, Polícia Federal, Polícia Militar, SPU, diversas universidades federais, estaduais e privadas, associações comunitárias, ONGs, e as escolas públicas e privadas do litoral sul de Pernambuco, participaram de diversos eventos promovidos pelo CEPENE, e durante esses eventos foram realizadas visitas ao salão de exposições onde o Projeto Cavernas mantém seus acervos audiovisuais, amostras de corais, ossada de baleia, coleção de peixes e etc.

Em março de 2024, foi realizado o evento “Crise Global e Saúde Local do Oceano”, que teve como objetivo conversar com estudantes e sociedade sobre os trabalhos científicos e de conservação realizados no município. No evento, foi realizada uma exposição audiovisual das cavernas e uma atividade interativa com óculos de realidade virtual com o intuito de aproximar a comunidade do ambiente marinho, com foco nas cavernas subaquáticas descritas para a região pelo projeto (Figura 7).

Vídeo de divulgação:

https://www.instagram.com/reel/C4yXewnLRDv/?utm_source=ig_web_copy_link



Figura 7. Evento “Crise Global e Saúde Local do Oceano”.



Durante a semana do 21º aniversário do Parque Natural Municipal do Forte de Tamandaré (PNMFT), no mês de setembro em 2024, apresentamos o Projeto Cavernas por meio de palestras e atividade interativa dos óculos 3D para a comunidade e escolas (Figura 8).



Figura 8. Atividade de educação ambiental no 21º aniversário do PNMFT.

Em outubro de 2024, a equipe do projeto Cangaceiros da Robótica (SESI, Vasco – Recife), coordenado pela Biologia-UFPE, visitou o CEPENE para aprender mais sobre o ecossistema marinho por meio de aula teórica e de campo. A equipe foi contemplada com o primeiro lugar no Projeto de Inovação Tecnológica, que teve como tema soluções para problemáticas marinhas (Figura 9).



Figura 9. Divulgação da participação do projeto.

O Projeto Cavernas foi divulgado por meio de palestras para a rede de parceiros institucionais do CEPENE, UFPE, ICMBio, Fundação O Boticário, WWF, UFRPE e PELD-TAMS para o grupo GoPro que realizou uma divulgação no Youtube sobre a importância dos ecossistemas recifais, conservação e restauração (Figura 10). Link do vídeo: <https://www.youtube.com/watch?v=eVW0-JLc6Jg>



Figura 10. Apresentação das atividades desenvolvidas no CEPENE e demais projetos envolvidos, inclusive o Projeto Cavernas Submarinas para o grupo GoPro e Fundação O Boticário.

- **Material de divulgação produzido**



a) b)

Figura 11. A) Banner confeccionado e impresso para o evento “Crise global e saúde local do oceano”; B) Protótipo 3D impresso da caverna do Pirambu Canal para educação ambiental.



● Reportagens referentes ao projeto nas redes sociais



Brasil tem os primeiros registros de cavernas submarinas do país

Publicado em 08/10/2024 20h07 Atualizado em 25/10/2024 19h25



Foto: Thiago Buchanan/Nura de Oliveira



Site ICMBio: <https://www.gov.br/icmbio/pt-br/assuntos/centros-de-pesquisa/cavernas/patrimonio-espeleologico-em-pauta-1/brasil-tem-os-primeiros-registros-de-cavernas-submarinas-do-pais>

Instagram ICMBio:

<https://www.instagram.com/p/DA4Q8nNxJL/?igsh=MXNpZnpybHBqbjMw>



Luz sobre um tesouro natural: Brasil reconhece cavernas submarinas

Para o primeiro país, seis cavidades naturais subterâneas foram inscritas no Livro do ICMBio. O sistema de cavernas submarinas interconectadas na Costa dos Corais, em Tamandaré (PE), pode ser capaz de proteger habitats de diversas espécies marinhas. ... 10 | 10



CAMPINAS E REGIÃO
Cavernas submarinas de Tamandaré: veja primeiros registros brasileiros dos refúgios de espécies marinhas

Estruturas oferecem locais de reprodução e de alimentação para diversas espécies, inclusive animais ameaçados.

Por Giovanna Adelle, Terra da Gente
28/01/2025 11h50 - Atualizado há um dia



Cavidades naturais subterâneas estão localizadas nos recifes de coral da APA Costa dos Corais — Foto: Thiago Buchanan/Nura de Oliveira

Jornal Estado de São Paulo: [Veja como são e onde ficam as primeiras cavernas submarinas registradas no Brasil - Estadão](#)

G1 – Terra da Gente: <https://g1.globo.com/sp/campinas-regiao/terra-da-gente/noticia/2025/01/28/cavernas-submarinas-de-tamandare-veja-primeiros-registros-brasileiros-dos-refugios-de-especies-marinhas.ghtml>



- **Protótipo 3D de caverna**

Desenvolvimento de um modelo tridimensional detalhado da caverna do Pirambu Canal, permitindo uma visualização precisa de sua estrutura e características morfológicas. Esse protótipo serve como ferramenta de análise, além de facilitar a compreensão do público e dos gestores ambientais sobre o ambiente submerso e suas particularidades (Figura 12).

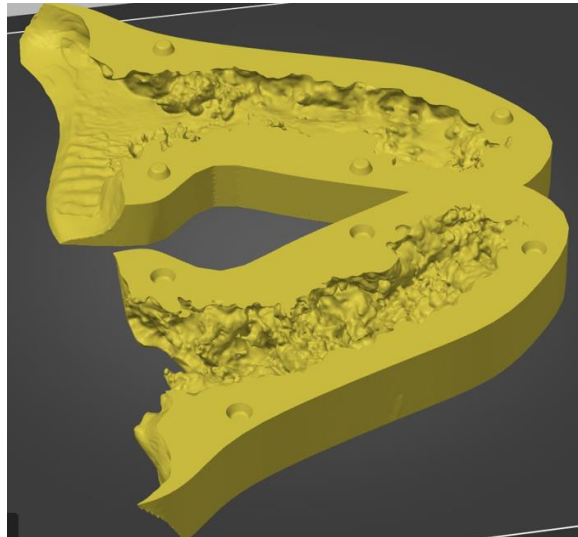


Figura 12. Modelo 3D construído no programa Agisoft Metashape.

Principais desafios encontrados

- **Condições ambientais adversas:** As atividades de monitoramento frequentemente enfrentam desafios devido a condições climáticas e ambientais imprevisíveis, como ventos fortes, baixa visibilidade subaquática e variações de temperatura, que dificultaram a coleta de dados de forma segura e precisa.
- **Tecnologia:** A demanda por tecnologia avançada, resistente e específica para o ambiente subaquático permanece uma necessidade constante, exigindo equipamentos que suportem as condições extremas do ambiente marinho e garantam uma coleta de dados mais completa e confiável
- **Recursos financeiros:** O projeto exige investimentos contínuos para aquisição, atualização e manutenção de equipamentos especializados, bem como para a execução de monitoramentos regulares. A obtenção de financiamento adequado e a gestão eficiente dos recursos foram desafios recorrentes, essenciais para a continuidade das operações.

Buscando a manutenção das restrições estabelecidas para a Área Fechada de Tamandaré, é realizada a manutenção das boias sinalizadoras e patrulhamento de forma contínua e diária, com embarcação no mar e no píer do CEPENE, com o auxílio dos agentes de campo. Além disso, também são realizadas rotineiramente atividades de manutenção das lanchas de apoio, englobando limpeza do casco, retirada de água e revisão dos motores, viabilizando a continuidade da fiscalização e das atividades de monitoramento (Figura 13).



Figura 13. Agentes de campo nas atividades de manutenção da área fechada e lanchas de apoio.

Discussão

O Projeto Cavernas Submarinas trouxe avanços significativos para a compreensão e conservação das cavernas em recifes de coral, ampliando o conhecimento sobre esses ecossistemas pouco explorados. A caracterização detalhada das cavernas submarinas e o monitoramento contínuo permitiram identificar espécies ameaçadas, auxiliar na avaliação da saúde dos recifes e compreender melhor as interações ecológicas nesse ambiente. Essas informações têm sido fundamentais para embasar estratégias de conservação mais eficazes, reforçando a importância da proteção desses habitats únicos.

Além do impacto científico, o projeto também teve um papel essencial na sensibilização ambiental. A divulgação dos resultados para a comunidade local e setores interessados ajudou a fortalecer o apoio às iniciativas de preservação, promovendo o engajamento de diferentes atores na conservação marinha. O uso de tecnologias de monitoramento remoto, como câmeras subaquáticas, irá ampliar a capacidade de análise desses ecossistemas e possibilita um acompanhamento mais dinâmico e eficiente das mudanças ambientais ao longo do tempo, fazendo-se necessária a continuidade do projeto.

No entanto, desafios como condições ambientais adversas, limitações tecnológicas e necessidade contínua de financiamento reforçam a importância da colaboração entre instituições acadêmicas, órgãos ambientais e setor privado. O projeto demonstrou que parcerias estratégicas são essenciais para a superação desses desafios, garantindo a continuidade dos estudos e a implementação de medidas eficazes de proteção.

Conclusão

A execução do Projeto Cavernas Submarinas aumentou o número de cavernas registradas para o Brasil, e expandiu para o bioma marinho, trazendo as primeiras cavernas subaquáticas marinhas identificadas no país. Os ecossistemas recifais da região possuem mais dados disponíveis para pesquisas científicas que podem auxiliar na compreensão do ambiente frente às mudanças climáticas.

Além disso, foi possível criar materiais que auxiliam em atividades de educação ambiental, como também na conservação dos recifes de corais por meio da divulgação dos vídeos no canal do Youtube, com o intuito de aproximar e sensibilizar a comunidade local e turística sobre os ambientes de recifes.



A continuidade do projeto, por meio da renovação proposta, permitirá expandir os estudos para novas áreas, atualizar dados e aprimorar estratégias de monitoramento, conservação, pesquisa e educação ambiental. Além disso, fortalecerá a sinergia com outras iniciativas já desenvolvidas em parceria com o CEPENE/ICMBio, UFPE/PELD-TAMS e IRCOS, garantindo uma abordagem integrada e de longo prazo para a proteção desses ambientes. A parceria entre esses atores foi essencial para viabilizar as pesquisas, unindo conhecimento acadêmico e recursos técnicos fundamentais para o desenvolvimento do projeto.

O apoio contínuo do CECAV e do IABS ampliou o impacto das ações de conservação, reforçando a relevância do projeto para a proteção dos ecossistemas costeiros e marinhos, e o projeto desempenhou um papel fundamental ao assegurar recursos para a execução dos estudos, monitoramento e iniciativas de preservação, bem como, apoiar a utilização dos recursos de compensações ambientais para a conservação da natureza.

Dessa forma, os resultados alcançados até o momento demonstram não apenas a importância científica e ecológica das cavernas subaquáticas, mas também permitem a ampliação para outras áreas, atualização dos dados e informações, conteúdo para as ações de conservação e educação ambiental, contribuindo para a sustentabilidade a longo prazo das ações de conservação. Essas contribuições conjuntas fortalecem o impacto do projeto, consolidando um compromisso com a preservação ambiental e a valorização dos ecossistemas marinhos da região, bem como, a continuidade e renovação do projeto.

As ações de conservação dos ambientes marinhos em Tamandaré, PE, datam de meados da década de 1990, e os projetos foram desenvolvidos com um arranjo interinstitucional entre o Centro de Pesquisa do ICMBio, a Universidade Federal de Pernambuco e o Instituto Recifes Costeiros, com apoio de diversas instituições de fomento, ONGs internacionais e a iniciativa privada:

Organizações da sociedade civil: Fundação O Boticário de Proteção à Natureza, Fundação Avina, Pew Fellow, Instituto Recifes Costeiros, Fundação SOS Mata Atlântica, Fundação Mamíferos Aquáticos, União Internacional para Conservação da Natureza, Fundação Toyota do Brasil, RARE Brasil, Oceana, FUNBIO, WWF Brasil, Instituto Brasileiros de Desenvolvimento e Sustentabilidade, Conselho Pastoral dos Pescadores, Colônia de Pescadores de Tamandaré, Rio Formoso, Sirinhaém, São José da Coroa Grande, Maragogi, Porto de Pedras, CONFREM, Instituto Garis Marítimos; Instituto Meros do Brasil, Associação Peixe-Boi, Instituto Bioma Brasil, Instituto Brasileiro de Desenvolvimento e Sustentabilidade, Biofábrica de Corais.

Instituições de fomento: FAO, Banco Interamericano de Desenvolvimento-BID, Banco Mundial-BIRD, Projeto TerraMar-IKI/GIZ/MMA, Projetos GEFMAR e TERRAMAR.





Equipe executora durante os dois anos do projeto

Nome	Função	Instituição
Leonardo Tortoriello Messias	Coordenador do projeto	CEPENE/ICMBio
Mauro Maida	Responsável câmeras subaquáticas	DOCEAN/UFPE
Beatrice Padovani Ferreira	Responsável Reef Check	DOCEAN/UFPE
Iara Braga Sommer	Execução Reef Check	CEPENE/ICMBio
Ana Lúcia Gaspar	Execução Reef Check	IRCOS
Thiago B. Nuna	Responsável pelas ações de campo - bolsista	CEPENE/ICMBio/CNPq
Ágatha N. Ninow	Execução Reef Check – Responsável pela finalização das atividades – bolsista (JAN/FEV)	IRCOS/CEPENE/ICMBio/CNPq
Thales Jean Vidal	Execução Reef Check	IRCOS
Fernanda Machado Paula	Responsável administrativo	IRCOS/IABS
Severino Ramos	Agente de campo	IRCOS
João Virgínio da Silva	Agente de campo	CEPENE/ICMBio
José Adriano S. Junior	Agente de campo	IRCOS/IABS
João Erik Aguiar	Agente de campo	IRCOS/IABS
José Inácio V. Filho	Agente de campo (desligado)	IRCOS/IABS
Emanuel Nascimento	Agente de campo (desligado)	IRCOS/IABS