

PLANO DE MANEJO DO PARQUE ESTADUAL MARINHO DA PEDRA DA RISCA DO MEIO

PRODUTO 4

DIAGNÓSTICO SOCIOAMBIENTAL

FORTALEZA
2019



GOVERNO DO
ESTADO DO CEARÁ
Secretaria do Meio Ambiente

1 APRESENTAÇÃO

O presente produto faz uma análise do meio ambiente marinho existente na área do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio e arredores. Este produto (4-diagnóstico ambiental) é uma etapa fundamental para poder elaborar ações de fiscalização e gestão para poder conservar o parque. Assim, este produto visou entender os principais componentes do ambiente local como a vida marinha, as características físicas e químicas do mar, a existência de poluição e impactos humanos na área bem como compreender os atores principais que realizam atividades na área como mergulhadores e pescadores. Para isso, foram realizadas atividades embarcadas por dez dias no mar bem como atividades em terra que incluíram análises nos laboratórios e questionários aos pescadores e mergulhadores. O Produto 4 do Projeto de elaboração do plano de manejo do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio (PEMPRIM) consiste em um documento técnico-científico de diagnóstico dos aspectos bióticos, abióticos e socioeconômicos do Parque. Para tanto, foram realizados dez dias de embarque (ver datas, fotos e atividades da apresentação nos ANEXOS) à área da unidade à bordo da embarcação Argo Equatorial – Labomar/UFC, assim como entrevistas com a comunidade de pescadores e mergulhadores que utilizam a região do Parque. Dessa forma, neste diagnóstico serão abordados aspectos relacionados à biodiversidade marinha (bentos, plâncton e nécton), oceanografia física (correntes, ondas e marés), oceanografia geológica (batimetria, sedimentologia, caracterização geológica e geomorfologia dos recifes) e química ambiental (aspectos químicos da água e contaminantes), além de aspectos socioeconômicos sobre a renda e meios produtivos. No tocante a vida marinha foram verificados na área desde componentes microscópicos (plâncton que é a base da cadeia alimentar) até componentes macroscópicos como organismos que formam os recifes de corais na área (esponjas, algas, corais) bem como organismos maiores que são importantes do ponto de vista de preservação e de atividades econômicas como tartarugas, tubarões e peixes. Neste contexto foram verificadas a abundância de espécies, a quantidade e foram identificadas espécies ameaçadas de extinção como mamíferos marinhos, tartarugas e peixes recifais os quais necessitam de atenção especial durante o monitoramento ambiental. Os recifes da área apresentam diferenças geológicas em relação ao seu tamanho (comprimento), localização no parque, profundidade e vida marinha associada. Estes recifes possivelmente eram uma antiga linha de costa com presença de rochas e antigos rios

quando o nível do mar estava baixo há milhares de anos. Porém, com a subida do nível do mar foi submergido e teve o crescimento de organismos sobre estas rochas como corais, algas, esponjas e ascídeas criando um habitat favorável a ocorrência da vida marinha e inúmeros serviços ambientais como berçário, renovação de estoques pesqueiros, captura de carbono, beleza cênica e local favorável para prática de mergulho. Referente as características físicas não foram encontradas diferenças entre a temperatura, salinidade, pH e oxigênio entre as diferentes áreas do parque e entre a superfície e fundo mostrando ser um ambiente próximo a linha do Equador bastante estável e homogêneo ao longo da coluna d'água. Porém, 36 anos de dados de Temperatura da superfície do mar também mostram que nos últimos 30 anos a temperatura média do parque aumentou em 0.8°C ou aproximadamente $0.02^{\circ}\text{C}/\text{ano}$. Sobre a ocorrência de contaminantes foram observados a presença de microplásticos provavelmente decorrente de atividades pesqueiras na região porém não foram observados contaminantes provenientes da cidade de Fortaleza como de origem urbana e industrial. Foram mapeados o perfil socioeconômico e a percepção ambiental dos mergulhadores e pescadores, os quais apresentam características distintas de renda, escolaridade e forma de ver a vida marinha e as principais características do parque. Os dados aqui apresentados são um dos levantamentos mais completos já realizados na área e podem servir de subsídio para ações de fiscalização, gestão e monitoramento ambiental do parque marinho.

2 EQUIPE TÉCNICA, ACOMPANHAMENTO E SUPERVISÃO:

Coordenação, Acompanhamento e Supervisão

Grupo de trabalho técnico da Secretaria do Meio Ambiente do Estado – SEMA constituído pela gestora ambiental, Andréa de Sousa Moreira da Célula de Conservação da Diversidade Biológica – CEDIB/COBIO, da Coordenadoria de Biodiversidade - COBIO, a gestora do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio (PEMPRIM) Izaura Lila Lima Ribeiro, e o articulador da Célula de Gestão de Unidades de Conservação – CEGUC/COBIO, Matheus Fernandes Martins. Equipe de colaboradores da CEDIB/COBIO: Renan Gonçalves Pinheiro Guerra.

Coordenação Geral da elaboração do Plano de Manejo

Prof. Marcelo de Oliveira Soares (LABOMAR/UFC)

Biólogo, Doutor em Geociências

(Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS)

Tallita Cruz Lopes Tavares Normando (LABOMAR/UFC)

Bióloga, Doutora em Ciências Marinhas Tropicais

(Universidade Federal do Ceará - UFC)

Equipe Técnico-Científica

Oceanografia Física

Prof. Carlos Eduardo Peres Teixeira (LABOMAR/UFC)
Oceanógrafo, Doutor em Oceanografia Física
(University of South Wales, Australia)

Cartografia, Sistema de Informações Geográficas e Zoneamento

Prof. Marcus Vinicius Chagas da Silva
Geógrafo, Doutor em Geografia
(Universidade Estadual do Ceará – UECE)

Oceanografia Biológica

Prof. Marcelo de Oliveira Soares (LABOMAR/UFC)
Biólogo, Doutor em Geociências
(Universidade Federal do Rio Grande do Sul – UFRGS)

Carolina Coelho Campos
Engenheira de Pesca, Doutora em Ciências Marinhas Tropicais
(Universidade Federal do Ceará)

Tatiane Martins Garcia
Bióloga, Doutora em Ciências Marinhas Tropicais
(Universidade Federal do Ceará)

Caroline Vieira Feitosa
Engenheira de pesca, Doutora em Oceanografia
(Universidade Federal de Pernambuco – UFPE)

Oceanografia geológica

Francisco Gleidson da Costa Gastão
Geólogo, Doutor em Ciências Marinhas Tropicais
(Universidade Federal do Ceará)

Contaminantes emergentes e microplásticos

Rivelino Martins Cavalcante
Químico, Doutor em Química
(Universidade Federal do Ceará)

Avaliação do Meio Socioeconômico

Ana Flávia Pantalena
Advogada, Doutora em Ciências Marinhas Tropicais
(Universidade Federal do Ceará)

Direito Marítimo e normas

Tarin Cristino Frota Mont´Alverne
Advogada, Doutora em Direito Internacional do Meio Ambiente
(Universite de Paris V e Universidade de São Paulo)

Estagiários

Anne Larisse Alves Rebouças Gurgel
Graduanda em Oceanografia (Universidade Federal do Ceará)

Breno Raimundo Costa Gomes Corrêa
Graduando em Ciências Ambientais (Universidade Federal do Ceará)

Cecília Perdigão Barreto
Graduanda em Direito (Universidade Federal do Ceará)

Dávila Maria Carlos de Araújo
Graduanda em Oceanografia (Universidade Federal do Ceará)

Edinilson Martins De Sousa
Graduanda em Oceanografia (Universidade Federal do Ceará)

Edmilson Ferreira De Souza Junior
Graduando em Ciências Ambientais (Universidade Federal do Ceará)

Fernanda Caroline Leal Ramos
Graduanda em Engenharia Ambiental (Universidade Federal do Ceará)

Eveline Costa Nojosa
Graduanda em Oceanografia (Universidade Federal do Ceará)

Francisco Wesley Pires
Graduando em Ciências Ambientais (Universidade Federal do Ceará)

Gabrielle Barros Costa
Graduanda em Engenharia Ambiental (Universidade Federal do Ceará)

Luana Maria Matos Costa
Graduanda em Engenharia Ambiental (Universidade Federal do Ceará)

Sarah Maria Cavalcante Ferreira
Graduanda em Oceanografia (Universidade Federal do Ceará)



GOVERNOS ESTADUAIS
DA COSTA DO BRASIL



MINISTÉRIO DO
MEIO AMBIENTE



3 RESUMO EXECUTIVO

Até o presente momento foram entregues, ao longo do ano de 2019, 3 produtos referentes ao plano de manejo que incluíram um plano de trabalho ajustado (Produto 1) com as metodologias, ações e metas principais a serem atingidas, um levantamento dos dados secundários (Produto 2) existentes (biodiversidade, socioeconômica, pesca, gestão ambiental, dentre outros) e uma análise das lacunas de conhecimento existentes e, por fim, o produto 3 que apresentou uma base cartográfica com base no conhecimento existente. Este produto final está sendo entregue no dia 25 de outubro de 2019 e é etapa fundamental para finalização do plano de manejo pois contém uma análise do ambiente marinho e adjacências. Os próximos produtos (5, 6, 7) enfocarão o zoneamento ambiental, as normas de uso do parque e zona de amortecimento, o planejamento estratégico e os programas de sustentabilidade econômica e ambiental que poderão ser adotadas pela gestão do parque Estadual Marinho Pedra da Risca do Meio nos próximos anos. Vale salientar que todas estas etapas possuem oficinas e reuniões participativas e que o produto final (produto 8 – plano de manejo) deverá ser entregue no mês de dezembro de 2019 já com base na instrução normativa 7/2017 bem como no roteiro metodológico publicado no final de 2018.

4 RESUMO DOS ESTUDOS TÉCNICOS REALIZADOS

O diagnóstico do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio (PEMPRIM) é uma etapa fundamental para a elaboração do plano de manejo. Através do diagnóstico do parque pode-se ter informações que possibilitam a formação de um zoneamento bem como a proposição de normas, planejamento e programas ambientais que conduzam à eficiência na gestão do PEMPRIM. O diagnóstico foi elaborado através da coleta de dados primários utilizando questionários com pescadores e mergulhadores (meio socioeconômico) bem como embarques para elaboração do diagnóstico do meio biótico e físico. Os embarques foram realizados ao longo de 10 dias a bordo do barco Argo Equatorial. Destes 10 dias, três dias foram dedicados a realização de atividades de mergulho. Assim, foram diagnosticados aspectos da biodiversidade marinha (plâncton, nécton e bentos), oceanografia física (correntes, ondas e marés), oceanografia geológica (geomorfologia, batimetria, sedimentologia), química ambiental (contaminantes emergentes e microplásticos) e socioeconômicos. Os resultados do plâncton indicaram variações espaciais na diversidade em relação ao plâncton (ovos e larvas de peixes e invertebrados, bem como o holoplâncton), bentos (corais, esponjas e algas, dentre outros) e nécton (peixes recifais, tartarugas e cetáceos). Os dados físicos (temperatura, salinidade, pH e oxigênio) demonstraram uma homogeneidade espacial no parque e zona de entorno bem como ausência de diferença entre superfície e fundo. Estes dados revelaram conexões importantes entre as diferentes áreas do parque e que a área está sob pressão do aquecimento global. A variação espacial da biodiversidade (riqueza, abundância e tamanho dos peixes) denota a importância de um zoneamento. Os dados apontaram contaminação química por microplásticos no parque provavelmente oriundo das atividades pesqueiras, porém refutaram a influência da cidade de Fortaleza e de contaminantes industriais, agrícolas e urbanos provindos da costa no parque. Os dados confirmaram que o parque possui espécies novas, raras e ameaçadas de extinção, bem como tem uma importante função de berçário e área de alimentação para inúmeras espécies.

Palavras-chave: Meio Físico, Meio Biótico, Meio Socioeconômico

Lista de Figuras

Figura 1 - Localização das estações de coleta com amostragem de plâncton para a elaboração do plano de manejo do PEMPRIM.	27
Figura 2 - Coleta de plâncton a bordo da embarcação Argo Equatorial para a elaboração do diagnóstico ambiental do PEMPRIM. (A) Rede de plâncton utilizada durante amostragem da comunidade planctônica. (B) Amostra de plâncton sendo fixada em formalina 10% após coleta.	28
Figura 3 - Ilustração exemplificando o procedimento de mergulho e medição dos peixes recifais. Adaptado de Gollan, 2003.	31
Figura 4 - Fluxograma de funcionamento do método PIT (Point Intercept Transect - Transecto de Pontos).....	33
Figura 5 - Fluxograma de funcionamento do método BT (Belt Transect - Transecto em Bandas).	34
Figura 6 - Localização das estações de coleta de dados físicos e de fundeio do perfilador ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) para a elaboração do plano de manejo do PEMPRIM.	36
Figura 7 - Localização do sistema PNBOIA em relação à área do PEMPRIM.....	37
Figura 8 - Fluxograma do procedimento metodológico da análise granulométrica.	41
Figura 9 - Fluxograma do procedimento metodológico da análise do teor de CaCO ₃	42
Figura 10 - Fluxograma do procedimento metodológico da análise do teor de Matéria Orgânica (MO).	43
Figura 11 - Transectos realizados no levantamento batimétrico do PEMPRIM.	44
Figura 12 - - Amostragem de sedimento com a draga Van Veen a bordo da embarcação Argo Equatorial.	45
Figura 13 - Amostrador do tipo rede de Neuston utilizado na amostragem de microplásticos para diagnóstico ambiental do PEMPRIM.	47
Figura 14 - Fluxograma da metodologia de determinação de contaminantes emergentes (A) e microplásticos (B).	48
Figura 15 - Plano de amostragem de sedimentos para avaliação de contaminantes emergentes e arrastos de microplásticos.	49
Figura 16 – Entrevistas com os pescadores da colônia Z-8 na Praia do Mucuripe nos dias 28 e 29 de junho de 2019.	54
Figura 17 - Entrevistas com os pescadores da colônia Z-8 na Praia do Mucuripe realizadas no período de 14 a 18 de outubro de 2019.....	55

Figura 18 - Mapa de biomassa do zooplâncton nas redes de 65 µm, 200 µm e 300 µm (em anexo MAPA DE BIOMASSA_65_200_300_A3).	58
Figura 19 - Holo e o meroplâncton coletados pelas redes de 65, 200 e 300 µm nas estações de coleta com amostragem de plâncton para a elaboração do plano de manejo do PEMPRIM. A. Abundância relativa. B. Densidade (ind.m ³).	59
Figura 20 - Mapa de biomassa do zooplâncton na rede de 65 µm (em anexo MAPA DE HOLO_MERO_65_A3).	60
Figura 21 - Mapa de biomassa do zooplâncton na rede de 200 µm (em anexo MAPA DE HOLO_MERO_200_A3).	61
Figura 22 - Mapa de biomassa do zooplâncton na rede de 300 µm (em anexo MAPA DE HOLO_MERO_300_A3).	62
Figura 23 - Número de grupos coletados pelas redes de 65, 200 e 300 µm nas estações de coleta com amostragem de plâncton para a elaboração do plano de manejo do PEMPRIM.	63
Figura 24 - Mapa de abundância relativa do zooplâncton na rede de 65 µm (em anexo MAPA DE ZOOPLANCTON_65_A3).	64
Figura 25 - Mapa de abundância relativa do zooplâncton na rede de 200 µm (em anexo MAPA DE ZOOPLANCTON_200_A3).	65
Figura 26 - Mapa de abundância relativa do zooplâncton na rede de 300 µm (em anexo MAPA DE ZOOPLANCTON_300_A3).	66
Figura 27 - Principais organismos do holoplâncton coletados pelas redes de 65, 200 e 300 µm nas estações de coleta com amostragem de plâncton para a elaboração do plano de manejo do PEMPRIM. A. Foraminíferos. B. Sifónoros. C. Quetognatos. D. Copépodes (microcrustáceos). E. Apendiculários.....	67
Figura 28 - Densidade (ind./100m ³) de ovos de peixes (ictioplâncton) nas estações de coleta com amostragem de plâncton para a elaboração do plano de manejo do PEMPRIM) (anexo como MAPA DE ICTIOPLANCTON_OVOS_A3).....	71
Figura 29 - Densidade (ind./100m ³) de larvas de peixes (ictioplâncton) nas estações de coleta com amostragem de plâncton para a elaboração do plano de manejo do PEMPRIM) (anexo como MAPA DE ICTIOPLANCTON_LARVAS_A3).	72
Figura 30 - Número de larvas de peixes (ictioplâncton) dos principais grupos de interesse econômico nas estações de coleta com amostragem de plâncton para a elaboração do plano de manejo do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio (PEMPRIM). A. Serranidae. B. Carangidae. C. Lutjanidae. D. Holocentridae, Barra de escala = 1 mm.....	74
Figura 31 - Imagens do procedimento de censo visual realizado durante os mergulhos para o diagnóstico ambiental do PEMPRIM. Fonte: Imagens de Marcus Davis.	78

Figura 32 - Cardume misto de <i>Haemulon aurolineatum</i> , <i>Haemulon plumieri</i> e <i>Haemulon squamipinna</i> registrado no Cabeço do Arrastado no dia 21 de julho de 2019. Fonte: Imagens de Marcus Davis.	78
Figura 33 - Histograma de classes de comprimento de <i>Acanthurus chirurgus</i> (A), espécie abundante e muito comum, <i>Haemulon aurolineatum</i> (B), espécie abundante e comum e (C) <i>Sparisoma frondosum</i> , espécie não abundante e muito comum.	85
Figura 34 - Boxplot do número de espécies amostradas por recife no período de julho a agosto de 2019 no Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio. Legenda: As linhas internas dos retângulos representam as medianas das produções, a borda inferior representa o percentil 25 e a borda superior o percentil 75. PB: Pedra da Botija, CB: Cabeço do Balanço, A: Arrastadinho, PRM: Pedra da Risca do Meio, CA: Cabeço do Arrastado, PM: Pedra do Mar, PP: Pedra do Paraíso e P: Pedrinha.	87
Figura 35 - Mapa de abundância total de peixes observados durante o diagnóstico ambiental do PEMPRIM classificados de acordo com a importância para o manejo (em anexo como MAPA PEIXES_A3).	88
Figura 36 - Tartaruga verde <i>Chelonia mydas</i> registrada durante o censo visual de peixes no recife Pedrinha no dia 02 de agosto de 2019. Fonte: Marcus Davis/Mar do Ceará.	92
Figura 37 - Esponjas encontradas no PEMPRIM durante o diagnóstico ambiental. A. 1. <i>Callyspongia vaginalis</i> . 2. <i>Dictyonella</i> sp. nov. 3. <i>Ircinia felix</i> . 4. <i>Ircinia strobilina</i> ; B. <i>Callyspongia</i> sp. nov.; C. <i>P. forsteri</i> ; D. 1. <i>Callyspongia</i> sp. nov. 2. <i>P. forsteri</i> . 3. <i>I. strobilina</i> ; E. <i>Agelas sventres</i> ; F. <i>Dictyonella</i> sp. ov.	95
Figura 38 - Cobertura bentônica nos recifes da Pedra da Risca, Balanço, Arrastadinho e Botija durante o diagnóstico ambiental do PEMPRIM.	96
Figura 39 - Cobertura bentônica entre os recifes de Pedrinha, Pedra do Paraíso, Pedra Nova e Cabeço do Arrastado durante o diagnóstico ambiental do PEMPRIM.	97
Figura 40 – Imagens do fundo marinho dos recifes observados durante o diagnóstico ambiental do PEMPRIM evidenciando a estruturação dos habitats com esponjas, algas e corais (em anexo como RECIFES_A3).	98
Figura 41 - Abundância relativa entre as espécies de microcrustáceos <i>Temora stylifera</i> e <i>Temora turbinata</i> (holoplâncton) nas estações de coleta com amostragem de plâncton para a elaboração do plano de manejo do PEMPRIM.	103
Figura 42 - Número de espécies registradas por categoria de bioindicadores em cada recife amostrado no período de julho a agosto de 2019 no PEMPRIM.	104
Figura 43 - Abundância média de espécies alvo da pesca registradas por categoria de bioindicadores em cada recife amostrado no período de julho a agosto de 2019 no PEMPRIM. Legenda:As linhas internas dos retângulos representam as medianas das produções, a borda inferior representa o percentil 25 e a borda superior o percentil 75. Os traços horizontais nas extremidades das linhas verticais delimitam o valor mínimo e máximo produzido. Os círculos são valores 1,5 vezes maiores que o box e os asteriscos são valores 3,0 vezes maiores que o box. PB: Pedra da Botija, CB: Cabeço do Balanço, A: Arrastadinho,	

PRM: Pedra da Risca do Meio, CA: Cabeço do Arrastado, PM: Pedra do Mar, PP: Pedra do Paraíso e P: Pedrinha.....	105
Figura 44 - Perfis verticais de todos os pontos monitorados para diagnóstico ambiental do PEMPRIM. A. Temperatura. B. Salinidade.....	107
Figura 45 -Perfis verticais de todos os pontos monitorados para diagnóstico ambiental do PEMPRIM. A. Oxigênio dissolvido (ODO) (mg/l). b. pH (NBS).	108
Figura 46 - Médias mensais dos dados de temperatura superficial entre janeiro de 2003 e dezembro de 2018 (A). Anomalias mensais dos dados de temperatura para o mesmo período (B). Climatologias médias mensais e desvios para os dados de temperatura com base nos dados do mesmo período (C). As barras verticais denotam o desvio padrão para os dados climatológicos mensais. Fonte: Dados semanais do Satélite Modis-Aqua com resolução espacial de 4 x 4 Km.	111
Figura 47 - Médias mensais dos dados de temperatura superficial entre janeiro de 1982 e dezembro de 2018. A linha horizontal denota a tendência da série. Fonte: GRSST, resolução espacial de 9x9 Km.	112
Figura 48 - Médias mensais dos dados de clorofila entre janeiro de 2003 e dezembro de 2018 (A). Anomalias mensais dos dados de clorofila para o mesmo período (B). Climatologias médias mensais e desvios para os dados de clorofila com base nos dados do mesmo período. (C). As barras verticais denotam o desvio padrão para os dados climatológicos mensais. Fonte: Dados semanais do Satélite Modis-Aqua com resolução espacial de 4 x 4 Km.....	114
Figura 49 - Médias mensais e desvios da intensidade das correntes médias entre 0 e 20 m de profundidade (m/s) e direção média mensal das correntes (graus) registradas entre novembro de 2016 e setembro de 2017 (A). As barras verticais denotam o desvio padrão para os dados mensais. Não existem dados para julho e outubro de 2017 Fonte: PNBOIA. (B) Média mensal de direção e intensidade das correntes e ventos e altura de ondas e ventos para cada mês do ano de 2018.....	117
Figura 50 - Médias mensais e desvios da altura significativa (m) (A), período (s) (B) e direção (graus) das ondas (C) registradas entre novembro de 2016 e setembro de 2017. As barras verticais denotam o desvio padrão para os dados mensais. Não existem dados para os dados mensais. Não existem dados para julho e outubro.	118
Figura 51 - Aspectos dos sedimentos coletados na área do PEMPRIM e a oeste. Notar a redução da composição biodetrítica de leste para oeste. Notar a redução da composição biodetrítica de leste para oeste.....	122
Figura 52 - Amostra de cobertura biogênica do recife Pedra da Botija composta por foliação de algas calcárias mortas. A camada vermelha superficial representa algas vivas.	123
Figura 53 - - Mapa da distribuição de carbonato de cálcio (CaCO ₃) na área do PEMPRIM (em anexo como MAPA_CaCO ₃ _A3).....	124
Figura 54 - Mapa da distribuição de matéria orgânica na área do PEMPRIM (em anexo como MAPA_MO_A3).....	125

Figura 55 - Mapa das fácies sedimentológicas na área do PEMPRIM (em anexo como MAPA_FACIES_A3).....	126
Figura 56 - Modelo geomorfológico de fundo do PEMPRIM e perfis batimétricos de fundo, com destaque para alguns recifes utilizados na atividade de mergulho.	128
Figura 57 - Modelo Digital de Terreno (MDT) em 3D destacando os recifes do PEMPRIM.	129
Figura 58 - Microplásticos de nylon encontrados no PEMPRIM (A = 1,05 mm; B = 0,950 mm; C = 2,70 mm; D = 1,03 mm e 0,455 mm; E = 1,66 mm; F = 1,19 mm por 0,939 mm). ...	132
Figura 59 - Microplásticos encontrados no PEMPRIM (A = isopor, tamanho = 0,285 mm por 0,124 mm) (B = partícula, tamanho = 0,322 mm por 0,266 mm).	133
Figura 60 - Tipologia dos microplásticos encontrados nas amostras obtidas no PEMPRIM.	134
Figura 61 - Petrechos de pesca encontrados na área do PEMPRIM durante os mergulhos para o diagnóstico ambiental da Unidade de Conservação. Fonte: Marcus Davis/Mar do Ceará.	138
Figura 62 - Espécies mais encontradas por pescadores no PEMPRIM.....	139
Figura 63 - Perfil socioeconômico dos pescadores da colônia Z-8 entrevistados por ocasião da aplicação da Entrevista II na Praia do Mucuripe no período de 14 a 18 de outubro de 2018. (A) Perfil etário; (B) Estado civil; (C) Escolaridade; (D) Nº de filhos.	143
Figura 64 - Perfil dos entrevistados em relação à pesca e ao PEMPRIM por ocasião da aplicação da Entrevista II no período de 14 a 18 de outubro de 2019.. Respostas às perguntas: (A) Sua família depende exclusivamente da pesca?; (B) Já ouviu falar da Risca do Meio?; (C) Acha importante essa região onde está o Parque?; (D) Você pesca na Risca do Meio?; (E) Você já pescou no PEMPRIM? (F) Com que frequência pesca ou pescava no Parque da Risca do Meio?.....	144
Figura 65 - Atividades econômicas exercidas pelos entrevistados por ocasião da aplicação da Entrevista II na Praia do Mucuripe no período de 14 a 18 de outubro de 2019.	145
Figura 66 - Resposta dos entrevistados quanto ao tempo em que não pescam na região do PEMPRIM (A), seguido dos porquês de terem deixado a pesca na região (B) por ocasião das entrevistas realizadas na Praia do Mucuripe no período de 14 a 18 de outubro de 2019.	146
Figura 67 - Recifes da área do PEMPRIM utilizados pelos pescadores durante a pesca. Levantamento feito por ocasião da aplicação da Entrevista II no período de 14 a 18 de outubro de 2019.....	147
Figura 68 - Tipos de embarcações utilizados pelos entrevistados durante a pesca do PEMPRIM. Levantamento feito por ocasião da aplicação da Entrevista II no período de 14 a 18 de outubro de 2019.....	147

Figura 69 - Petrechos de pesca utilizados pelos entrevistados durante a pesca do PEMPRIM. Levantamento feito por ocasião da aplicação da Entrevista II no período de 14 a 18 de outubro de 2019. As percentagens apresentadas no gráfico não são complementares, pois os entrevistados podiam citar mais de uma categoria de petrecho de pesca utilizado.	148
Figura 70 - Comportamentos e ações nocivas realizados no PEMPRIM identificados pelos entrevistados por ocasião da aplicação da Entrevista II no período de 14 a 18 de outubro de 2019. As percentagens apresentadas no gráfico não são complementares, pois os entrevistados podiam citar mais de um tipo de ação.	149
Figura 71 – Medidas e ações propostas pelos entrevistados para preservar a área do PEMPRIM. Levantamento feito por ocasião da aplicação da Entrevista II no período de 14 a 18 de outubro de 2019.....	150
Figura 72 – Resposta dos entrevistados quando perguntados se a pesca no PEMPRIM havia aumentado ou diminuído (A) e possíveis causas da diminuição apontada pela maioria (B). Levantamento feito por ocasião da aplicação da Entrevista II no período de 14 a 18 de outubro de 2019. As percentagens apresentadas no gráfico não são complementares, pois os entrevistados podiam citar mais de um tipo de razão.	151
Figura 73 - Imagens de importantes áreas de recifes de corais localizadas fora da poligonal do PEMPRIM. (A) Cabeço do Arrastado. (B) Pedrinhas. (C) e (D) Arrastadinho. Fonte: Marcus Davis/Mar do Ceará.	164

Lista de Tabelas

Tabela 1 - Programação de campo, onde também constam as equipes que participaram do trabalho embarcado e funções. Incluindo os coordenadores responsáveis pelas coletas.	21
Tabela 2 - Programação de entrevistas para o Diagnóstico Rápido Participativo, integrante do Diagnóstico do meio socioeconômico.....	25
Tabela 3 - Estação de coleta, com respectivas coordenadas (X e Y); redes de plâncton (abertura de malha); quantidade de amostras coletadas e tipo de análise realizada na comunidade planctônica para a elaboração do plano de manejo do PEMPRIM.	29
Tabela 4 - Posição dos pontos de coletas dos perfis verticais de temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido com os respectivos horários da coleta dos dados. Posição e datas de coleta de dados dos ADCPs do programa PNBOIA e do equipamento instalado no PEMPRIM.	38
Tabela 5 - Famílias de larvas de peixes amostradas durante o diagnóstico ambiental do PEMPRIM.	73
Tabela 6 - Características reprodutivas das famílias de larvas de peixes amostradas durante o diagnóstico ambiental do PEMPRIM.....	75
Tabela 7 - Lista das espécies amostradas em julho e agosto de 2019 no Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio, em ordem evolutiva (Nelson, 2006), com suas respectivas famílias, nomes vulgares e categorias de abundância e frequência.....	80
Tabela 8 - Lista das espécies registradas, em ordem evolutiva (Nelson, 2006) com informações sobre as características bioindicadoras, endemismo, nível de ameaça e ocorrência em trabalhos pretéritos realizados no PEMPRIM (Freitas, 2009).	83
Tabela 9 - Valores médios de riqueza e abundância de espécies, diversidade de Shannon, equitabilidade de Pielou e número de espécies bioindicadores por recifes do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio. * Valor absoluto.....	87
Tabela 10 - Lista das espécies de cetáceos registrados no Ceará por meio de avistagens e enalhes, com suas respectivas famílias, nome vulgar e categorias de ameaça. As espécies destacadas possuem maior probabilidade de ocorrer no PEMPRIM. LC = Least concern (Pouco preocupante), NT= Near threatened (quase ameaçada), VU = Vulnerável. DD = Dados insuficientes.....	90
Tabela 11 - Dados e concentração da amostragem de microplásticos.	135
Tabela 12 - Perfil socioeconômico e percepções a respeito da pesca no PEMPRIM relativos às respostas aos questionamentos feitos aos pescadores da colônia Z-8 entrevistados por ocasião da aplicação da Entrevista II no período de 14 a 18 de outubro de 2019.....	142
Tabela 13 - Questões-chave levantadas na primeira reunião (18/02/2019) com a equipe da FCPC/LABOMAR/UFC e respostas de acordo com os dados levantados.	159

Lista de Anexos

Anexo 1 - Ata da Reunião Participativa do Conselho Gestor do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio ocorrida em 26 de agosto de 2019

Anexo 2 – Lista de presença durante a Reunião Participativa do Conselho Gestor do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio ocorrida em 26 de agosto de 2019

Anexo 3 – Apresentação feita durante a Reunião Participativa do Conselho Gestor do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio ocorrida em 26 de agosto de 2019

Anexo 4 – Questionário aplicado com mergulhadores por ocasião do desenvolvimento da Tese de Doutorado de Ana Flávia Pantalena e utilizado para o Diagnóstico Rápido Participativo d PEMPRIM

Anexo 5 – Entrevista I aplicada com os pescadores da Colônia Z-8 na Praia do Mucuripe em 28 e 29 de junho de 2019 para o Diagnóstico Rápido Participativo.

Anexo 6 – Entrevista II aplicada com os pescadores da Colônia Z-8 na Praia do Mucuripe durante o período de 14 a 18 de outubro de 2019 para o Diagnóstico Rápido Participativo.

Anexo 7 – Questionário aplicado com mergulhadores de apneia de Fortaleza sobre o PEMPRIM para o Diagnóstico Rápido Participativo

Anexo 8 – Lista de espécies encontradas nos recifes amostrados ao longo dos quatro transectos realizados e por profundidade.

Anexo 9 – Horários de coleta e Perfis verticais de temperatura, salinidade oxigênio e pH nas estações de coleta do PEMPRIM.

Anexo 10 - Tabela com dados de batimetria corrigidos (X; Y; Z).

Anexo 11 – *Shapefile* da Batimetria do PEMPRIM.

SUMÁRIO

1	APRESENTAÇÃO	2
2	EQUIPE TÉCNICA, ACOMPANHAMENTO E SUPERVISÃO:	4
3	RESUMO EXECUTIVO	8
4	RESUMO DOS ESTUDOS TÉCNICOS REALIZADOS.....	9
1	INTRODUÇÃO	20
2	PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DO DIAGNÓSTICO.....	21
2.1	Meio Biótico	27
2.1.1	Plâncton	27
2.1.2	Peixes recifais	30
2.1.3	Bentos	32
2.2	Meio Abiótico	35
2.2.1	Oceanografia Física	35
2.2.2	Oceanografia Geológica	40
2.2.2.1	Caracterização geológica do substrato marinho e dos recifes	40
2.2.2.2	Caracterização Geomorfológica do Fundo Marinho	40
2.2.3	Contaminantes emergentes e microplásticos.....	46
2.3	Meio socioeconômico	50
2.3.1	Pesquisa com mergulhadores autônomos recreativos.....	51
2.3.2	Pesquisa com os pescadores da Colônia Z-8.....	51
2.3.3	Pesquisa com mergulhadores e pescadores de apneia.....	56
3	RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO DA UNIDADE	57
3.2	Meio Biótico	57
3.2.1	Plâncton	57
3.2.1.1	Zooplâncton	57
3.2.1.2	Ictioplâncton	69
3.2.2	Nécton.....	76
3.2.2.1	Peixes recifais	76
3.2.2.2	Cetáceos	89
3.2.2.3	Tartarugas.....	91
3.2.3	Bentos.....	93
3.2.4	Espécies bioindicadoras, de interesse econômico, exóticas e invasoras	99
3.3	Oceanografia Física.....	106
3.4	Oceanografia Geológica	119
3.4.1	Caracterização geológica do substrato marinho e dos recifes	119
3.4.2	Caracterização Geomorfológica do Fundo Marinho.....	127
3.5	Análise de contaminantes emergentes e microplásticos	131

3.5.1	Tamanho e tipologia	131
3.5.2	Níveis e possíveis fontes de microplástico.....	134
3.6	Meio Socioeconômico.....	136
3.6.1	Mergulhadores autônomos recreativos	136
3.6.2	Pescadores da Colônia Z-8.....	136
3.6.2.1	Resultados da Entrevista I (28 e 29 de junho de 2019).....	136
3.6.2.2	Resultados da Entrevista II (14 a 18 de outubro de 2019).....	140
3.6.3	Mergulhadores e pescadores de apneia	152
4	PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS ATUAIS DO USO DOS RECURSOS MARINHOS DA UC	153
5	PERFAZENDO AS LACUNAS DO CONHECIMENTO DA UC	158
6	RECOMENDAÇÕES PARA A GESTÃO DA UC	162
6.1	Justificativa para ampliação da UC baseada no diagnóstico realizado	162
6.2	Categoria do parque	165
6.3	Tamanho da UC.....	167
6.4	Vocação da área para a conservação, critérios orientativos para a gestão e espécies prioritárias para conservação	168
7	CONCLUSÕES	171
8	REFERÊNCIAS CITADAS.....	172

1 INTRODUÇÃO

O diagnóstico da Unidade de Conservação Estadual Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio faz parte do Projeto de elaboração do Plano de Manejo através do Contrato de Prestação de Serviços de Consultoria Técnica firmado entre o Fundo Brasileiro para a Biodiversidade (FUNBIO), a Secretaria do Meio Ambiente (SEMA) do Governo do Estado do Ceará e a Fundação Cearense de Pesquisa e Cultura (FCPC), tendo como executor o Instituto de Ciências do Mar (LABOMAR), da Universidade Federal do Ceará.

O diagnóstico consiste em um documento técnico-científico de análise dos aspectos bióticos, abióticos e socioeconômicos do PEMPRIM. Para tanto, foram realizados dez dias de embarque (ver datas, fotos e atividades da apresentação nos ANEXOS) à área da unidade a bordo da embarcação Argo Equatorial – Labomar/UFC, assim como entrevistas com a comunidade de pescadores e mergulhadores que utilizam a região do Parque. Com base nas lacunas do conhecimento previstas no Plano de Trabalho e visando uma descrição detalhada da Unidade de Conservação que possam basear ações relativas à gestão da mesma, neste diagnóstico serão abordados aspectos relacionados à biodiversidade marinha (bentos, plâncton e nécton), oceanografia física (correntes, ondas e marés), oceanografia geológica (batimetria, sedimentologia, caracterização geológica e geomorfologia dos recifes) e química ambiental (aspectos químicos da água e contaminantes), além de aspectos socioeconômicos sobre a renda e meios produtivos.

2 PROCEDIMENTOS METODOLÓGICOS DO DIAGNÓSTICO

De acordo com o que foi exposto no Plano de Trabalho, o diagnóstico foi baseado em coleta de amostras de água para análise do plâncton, aspectos químicos da água e contaminantes, mergulhos científicos para coleta de dados sobre os recifes, coleta de sedimento para oceanografia geológica (sedimentos, batimetria, geomorfologia) e uso de instrumentação oceanográfica para oceanografia física (temperatura, pH, oxigênio, salinidade, correntes, ondas, dentre outros parâmetros). Para os aspectos socioeconômicos, foram utilizadas metodologias de diagnóstico rápido participativo (DRP). Na sequência, será apresentado um breve resumo das metodologias utilizadas em referência ao proposto no Plano de Trabalho. A programação de campo e equipes de trabalho dos embarques e DRP constam na Tabelas 1 e 2.

O presente diagnóstico irá servir de base para orientar o planejamento espacial marinho referente ao manejo e ordenamento das atividades visando maiores benefícios para a unidade de conservação (UC), manutenção dos ecossistemas e biodiversidade marinha. Ademais, servirá como linha de base (*baseline*) para o monitoramento ambiental bem como a elaboração de diretrizes para mitigar impactos resultantes de atividades potencialmente degradantes e para entender e normatizar a utilização da área por pescadores, mergulhadores e outros atores sociais.

Tabela 1 - Programação de campo, onde também constam as equipes que participaram do trabalho embarcado e funções. Incluindo os coordenadores responsáveis pelas coletas.

Dias de embarque	Equipes embarcadas	Coordenador responsável pela coleta	Função
1º dia (08/07/19)	Carolina Coelho Campos Antonia Diana Alves Bezerra Gabriel Abreu Silvestre Costa Ravena Santiago Alves	Carolina Coelho Campos	Coleta de plâncton

	Raisa Siqueira Ales Chielle Luiz Carlos Cotovicz Junior	Luiz Carlos Cotovicz Junior	Coleta de carbono
	Bárbara Pereira Paiva Isaac Basilio	Bárbara Pereira Paiva	Coleta de dados físicos
	Michael Barbosa Viana	Michael Barbosa Viana	Coleta de nutrientes
2° dia (09/07/19)	Carolina Coelho Campos Antonia Diana Alves Bezerra Pedro Henrique Gomes Ravena Santiago Alves João Victor Cabral de Oliveira	Carolina Coelho Campos	Coleta de plâncton
	Raisa Siqueira Ales Chielle Luiz Carlos Cotovicz Junior	Luiz Carlos Cotovicz Junior	Coleta de carbono
	Bárbara Pereira Paiva Isaac Basilio	Bárbara Pereira Paiva	Coleta de dados físicos
	Michael Barbosa Viana	Michael Barbosa Viana	Coleta de nutrientes
3° dia (10/07/19)	Tallita Cruz Lopes Tavares Normando Antonia Diana Alves Bezerra Pedro Henrique Gomes Ravena Santiago Alves Lívia Rafaelle Silva Fonteles	Tallita Cruz Lopes Tavares Normando	Coleta de plâncton
	Raisa Siqueira Ales Chielle Luiz Carlos Cotovicz Junior	Luiz Carlos Cotovicz Junior	Coleta de carbono
	Bárbara Pereira Paiva Isaac Basilio	Bárbara Pereira Paiva	Coleta de dados físicos

	Michael Barbosa Viana	Michael Barbosa Viana	Coleta de nutrientes
4° dia (11/07/19)	<p>Marcelo de Oliveira Soares Marcus Davis Andrade Braga (apoio MDC) Sandra Vieira Paiva Caroline Vieira Feitosa Ênio Victor Paiva Bandeira Luis Ernesto Arruda Bezerra Ana Flávia Pantalena Francisco Carlos Santana Junior (apoio MDC)</p>	Marcelo de Oliveira Soares	Coleta de material biológico por meio de mergulhos
	Raisa Siqueira Ales Chielle Luiz Carlos Cotovicz Junior	Luiz Carlos Cotovicz Junior	Coleta de carbono
5° dia (21/07/19)	<p>Marcelo de Oliveira Soares Marcus Davis Andrade Braga (apoio MDC) Sandra Vieira Paiva Caroline Vieira Feitosa Ênio Victor Paiva Bandeira Wilson Franklin Junior Ana Flávia Pantalena Francisco Carlos Santana Junior (apoio MDC)</p>	Marcelo de Oliveira Soares	Coleta de material biológico por meio de mergulhos
	Raisa Siqueira Ales Chielle Luiz Carlos Cotovicz Junior	Luiz Carlos Cotovicz Junior	Coleta de carbono
6° dia (29/07/19)	Francisco Gleidson da Costa Gastão Regimário Pereira Lima Filho José Carlos Rodrigues Lima	Francisco Gleidson da Costa Gastão	Coleta de dados batimétricos
	Claudia Lins Abati Matheus Oliveira Fortaleza	Claudia Lins Abati	Coleta de bentos infauna
	Rivelino Martins Cavalcante Viviane Agostinho da Silva Lemos	Rivelino Martins Cavalcante	Coleta de microplástico

7° dia (30/07/19)	Francisco Gleidson da Costa Gastão Eveline Costa Nojosa Kévin Samuel Félix Lima	Francisco Gleidson da Costa Gastão	Coleta de dados bati- métricos
	Claudia Lins Abati Matheus Oliveira Fortaleza Luysa Maria de Souza Nunes	Claudia Lins Abati	Coleta de bentos in- fauna
	Rivelino Martins Cavalcante Viviane Agostinho da Silva Lemos Carla Araújo da Silva Marília Cardoso Pereira	Rivelino Martins Cavalcante	Coleta de microplás- tico
8° dia (31/07/19)	Francisco Gleidson da Costa Gastão Ana Alexandre Santos Rodrigues Emanuel de Mesquita Gomes	Francisco Gleidson da Costa Gastão	Coleta de dados bati- métricos
	Claudia Lins Abati André Ferreira Porfírio Bruna do Nascimento de Sousa	Claudia Lins Abati	Coleta de bentos in- fauna
	Rivelino Martins Cavalcante Viviane Agostinho da Silva Lemos	Rivelino Martins Cavalcante	Coleta de microplás- tico
9° dia (01/08/19)	Francisco Gleidson da Costa Gastão Eveline Costa Nojosa Ana Alexandre Santos Rodrigues	Francisco Gleidson da Costa Gastão	Coleta de dados bati- métricos
	Claudia Lins Abati Jadson Pinto de Lima	Claudia Lins Abati	Coleta de bentos in- fauna
	Rivelino Martins Cavalcante Viviane Agostinho da Silva Lemos Tiffany Késsia Ferreira do Nascimento Luysa Maria de Souza Nunes	Rivelino Martins Cavalcante	Coleta de microplás- tico
	Lívia Macêdo Reis	-	Conselheira SEMA

10° dia (02/08/19)	Marcelo de Oliveira Soares Marcus Davis Andrade Braga (apoio MDC) Sandra Vieira Paiva Caroline Vieira Feitosa Sarah Maria Cavalcante Ferreira Sergio Rossi Ana Flávia Pantalena Lídia Torquato da Silva	Marcelo de Oliveira Soares	Coleta de material biológico por meio de mergulhos
	Edinilson Martins de Sousa Francisco Wesley Pires de Lima	Marcelo de Oliveira Soares	Equipe complementar

Tabela 2 - Programação de entrevistas para o Diagnóstico Rápido Participativo, integrante do Diagnóstico do meio socioeconômico.

Dias de entrevista	Equipe de entrevistadores	Coordenador da Ação
Entrevista I		
1° dia (28/06/19)	Ana Flávia Pantalena Edinilson Martins De Sousa Francisco Wesley Pires	Ana Flávia Pantalena
2° dia (29/06/19)	Ana Flávia Pantalena Francisco Wesley Pires Edmilson Ferreira De Souza Junior Lia Salete da Costa Vaz Victória Maria Carneiro dos Santos	Ana Flávia Pantalena
Entrevista II		
1° dia (14/10/019)	Ana Flávia Pantalena Marina Aguiar Sousa Sarah Maria Cavalcante Ferreira Anne Larisse Alves Rebouças Gurgel	Ana Flávia Pantalena

	Francisco Wesley Pires	
2° dia (15/10/019)	Anne Larisse Alves Rebouças Gurgel Breno Raimundo Costa Gomes Corrêa Carolina Coelho Campos Isaias Farias da Câmara Lia Salete da Costa Vaz	Carolina Coelho Campos
3° dia (16/10/019)	Ana Flávia Pantalena Isaias Farias da Câmara Sarah Maria Cavalcante Ferreira	Ana Flávia Pantalena
4° dia (17/10/019)	Ana Flávia Pantalena Anne Larisse Alves Rebouças Gurgel Breno Raimundo Costa Gomes Corrêa Isaias Farias da Câmara	Ana Flávia Pantalena
5° dia (18/10/019)	Carolina Coelho Campos Francisco Wesley Pires Lia Salete da Costa Vaz Marina Aguiar Sousa Sarah Maria Cavalcante Ferreira	Carolina Coelho Campos

2.1 Meio Biótico

2.1.1 Plâncton

As atividades de campo para coleta de plâncton foram realizadas em 14 estações. Cinco estações foram amostradas dentro do parque e nove, na área de entorno da UC (Figuras 1 e 2). Quarenta e duas amostras foram coletadas para a análise do zooplâncton, com as redes de 65, 200 e 300 μm . As quatorze amostras coletadas com a rede de 300 μm também foram usadas para a análise do ictioplâncton (Tabela 3). As amostras foram depositadas na coleção de plâncton do Profa. Mariana Ferreira de Menezes do LABOMAR-UFC.

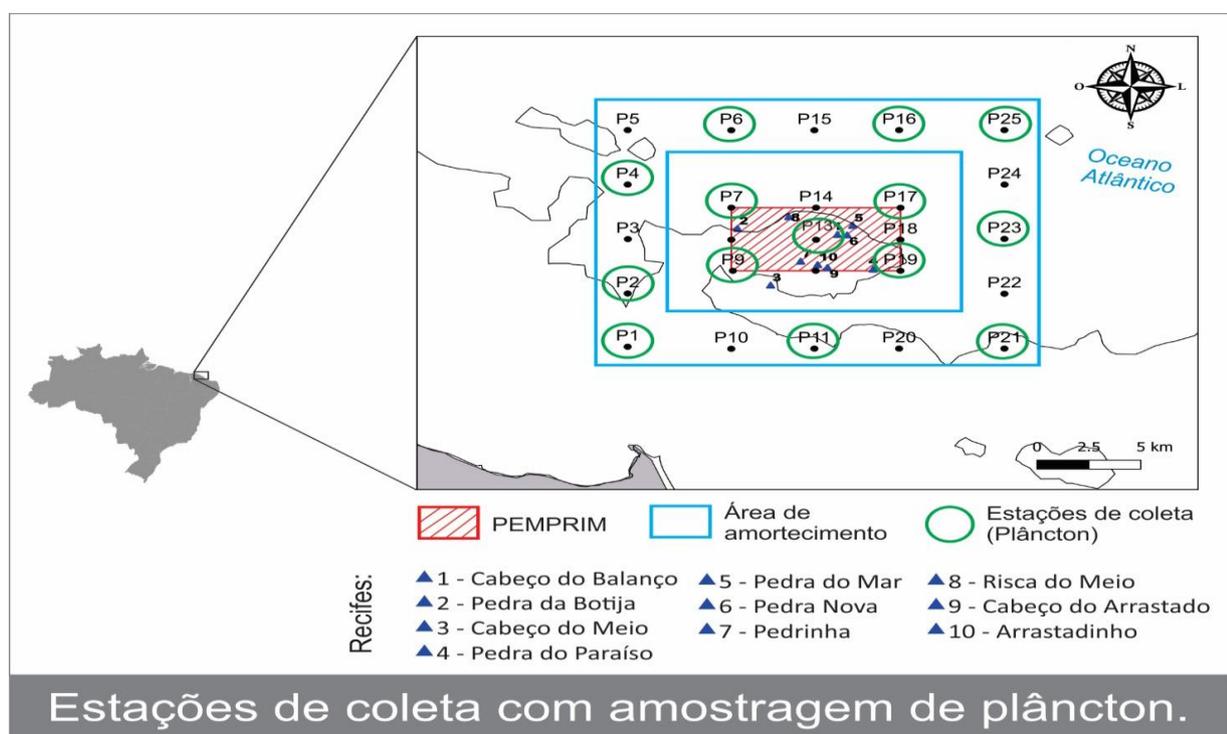


Figura 1 - Localização das estações de coleta com amostragem de plâncton para a elaboração do plano de manejo do PEMPRIM.

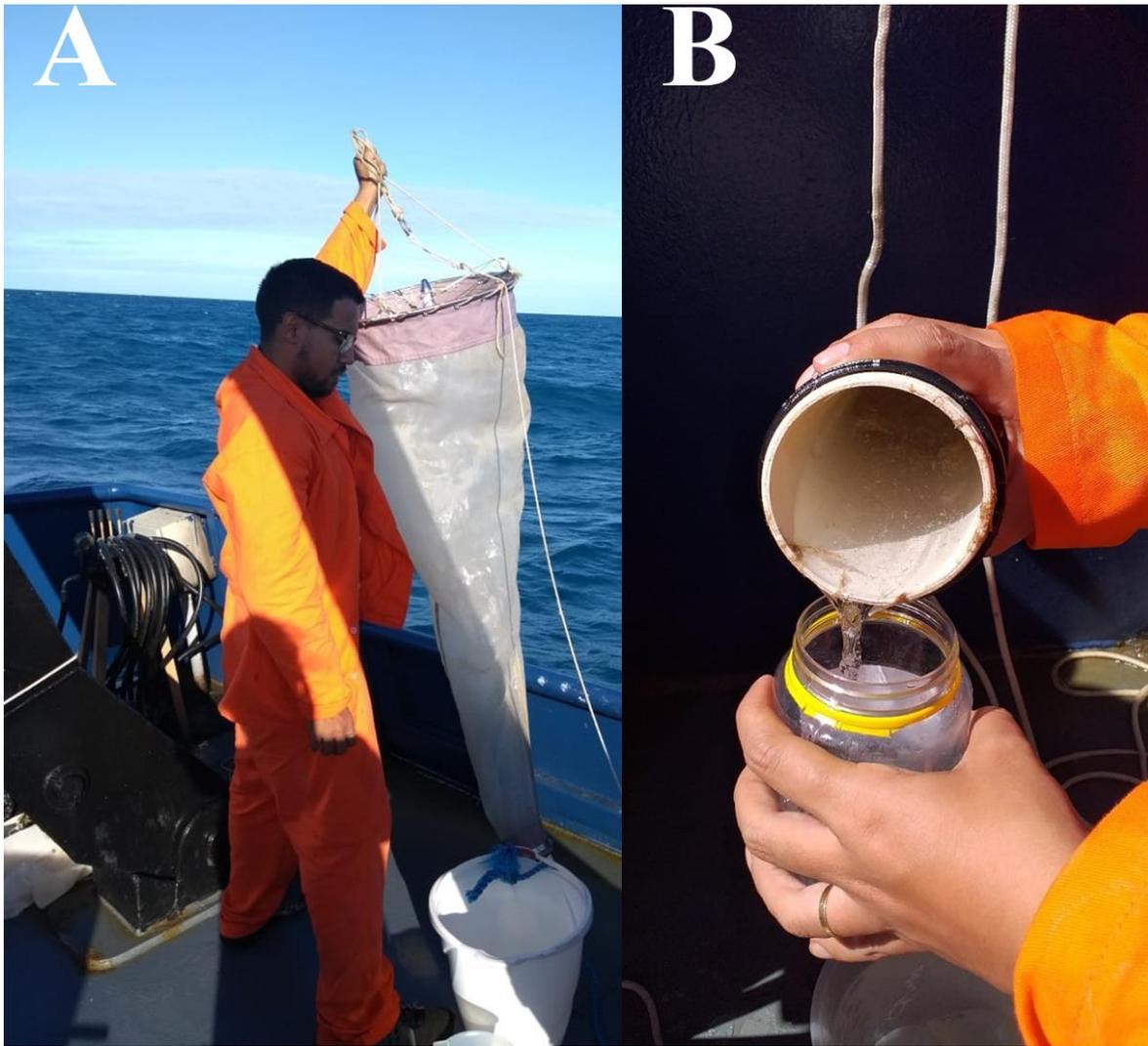


Figura 2 - Coleta de plâncton a bordo da embarcação Argo Equatorial para a elaboração do diagnóstico ambiental do PEMPRIM. (A) Rede de plâncton utilizada durante amostragem da comunidade planctônica. (B) Amostra de plâncton sendo fixada em formalina 10% após coleta.

Tabela 3 - Estação de coleta, com respectivas coordenadas (X e Y); redes de plâncton (abertura de malha); quantidade de amostras coletadas e tipo de análise realizada na comunidade planctônica para a elaboração do plano de manejo do PEMPRIM.

Ponto de Coleta	X	Y	Redes de plâncton	Amostras	Tipo de análise
P1	557942	9597182	65, 200 e 300 µm	(2) Zooplâncton (1) Ictioplâncton	Quantitativa (identificação e contagem)
P2	557942	9600601	65, 200 e 300 µm	(2) Zooplâncton (1) Ictioplâncton	Quantitativa (identificação e contagem)
P4	557942	9607599	65, 200 e 300 µm	(2) Zooplâncton (1) Ictioplâncton	Quantitativa (identificação e contagem)
P6	562930	9611086	65, 200 e 300 µm	(2) Zooplâncton (1) Ictioplâncton	Quantitativa (identificação e contagem)
P7	562936	9606112	65, 200 e 300 µm	(2) Zooplâncton (1) Ictioplâncton	Quantitativa (identificação e contagem)
P9	563007	9602060	65, 200 e 300 µm	(2) Zooplâncton (1) Ictioplâncton	Quantitativa (identificação e contagem)
P11	566930	9597061	65, 200 e 300 µm	(2) Zooplâncton (1) Ictioplâncton	Quantitativa (identificação e contagem)
P13	567015	9604053	65, 200 e 300 µm	(2) Zooplâncton (1) Ictioplâncton	Quantitativa (identificação e contagem)
P16	571012	9611096	65, 200 e 300 µm	(2) Zooplâncton (1) Ictioplâncton	Quantitativa (identificação e contagem)
P17	571079	9606107	65, 200 e 300 µm	(2) Zooplâncton (1) Ictioplâncton	Quantitativa (identificação e contagem)
P19	571076	9602061	65, 200 e 300 µm	(2) Zooplâncton (1) Ictioplâncton	Quantitativa (identificação e contagem)
P21	576079	9597064	65, 200 e 300 µm	(2) Zooplâncton (1) Ictioplâncton	Quantitativa (identificação e contagem)
P23	576079	9604108	65, 200 e 300 µm	(2) Zooplâncton (1) Ictioplâncton	Quantitativa (identificação e contagem)
P25	576079	9611096	65, 200 e 300 µm	(2) Zooplâncton (1) Ictioplâncton	Quantitativa (identificação e contagem)

2.1.2 Peixes recifais

Nos recifes Pedra da Botija, Cabeço do Balanço, Arrastadinho, Pedra da Risca do Meio, Cabeço do Arrastado, Pedra do Mar, Pedra do Paraíso e Pedrinha, os peixes foram identificados, contabilizados e tiveram o comprimento estimado através de censos visuais (CVS) estacionários com mergulho autônomo. Foram realizados três censos visuais em cada recife, a partir dos quais foram obtidos dados de abundância e comprimento dos animais. Os peixes pequenos, de comprimento < 10 cm, em um raio de 2 m foram coletados, enquanto os peixes de maior porte foram registrados em um raio de 5 m (Minte-Vera et al., 2008). Os comprimentos de cada indivíduo, estimados visualmente, foram agrupados nas seguintes classes de tamanhos: 0 – 5 cm; 6 – 10 cm; 11 – 20 cm; 21 – 30 cm e >40 cm. Os peixes foram diagnosticados através de mergulhos nos recifes que fazem parte da poligonal descrita na carta náutica do Parque (Pedra do Mar, Pedra da Botija, Pedra do Paraíso, Pedra da Risca do Meio, Pedrinha, Cabeço do Arrastado, Arrastadinho e Cabeço do Balanço), com profundidades entre 17 e 25m. Destes, os recifes Cabeço do Arrastado, Arrastadinho, Pedra do Paraíso e Pedrinha não estão na poligonal da lei 12.797/1997. A Figura 3 representa um esquema do procedimento de mergulho e medição dos peixes recifais. As pranchetas de PVC utilizadas têm marcações de 5 em 5 cm, o que auxilia na estimativa de tamanho dos animais. Além disto, a pesquisadora tem experiência de mais de 15 anos com censo visual de peixes, tendo sido capacitada para este tipo de amostragem por meio de treinamentos subaquáticos com moldes de peixe em madeira.

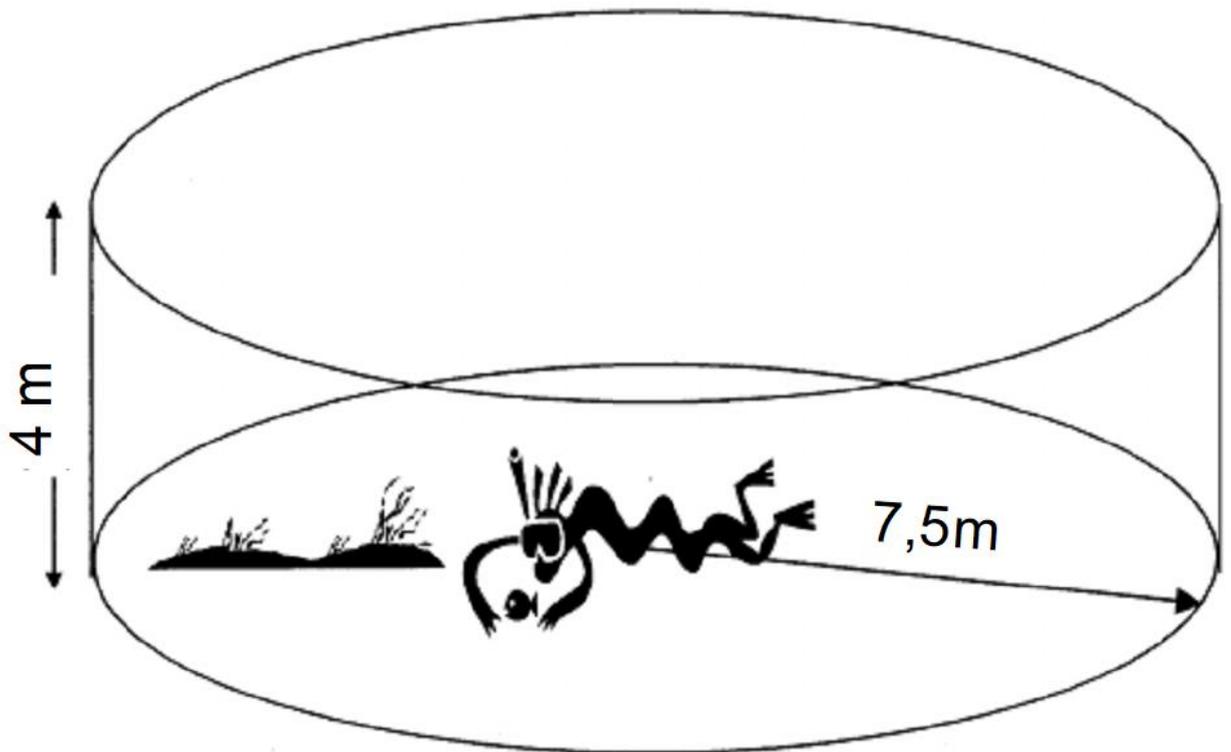


Figura 3 - Ilustração exemplificando o procedimento de mergulho e medição dos peixes recifais. Adaptado de Gollan, 2003.

2.1.3 Bentos

A análise de bentos cobriu os recifes que fazem parte da poligonal descrita na carta náutica do Parque (Pedra do Mar, Pedra da Botija, Pedra do Paraíso, Pedra da Risca do Meio, Pedrinha, Cabeço do Arrastado, Arrastadinho e Cabeço do Balanço). Destes, os recifes Cabeço do Arrastado, Arrastadinho, Pedra do Paraíso e Pedrinha não estão na poligonal da lei 12.797/1997. A análise qualitativa e quantitativa dos mesmos utilizou metodologias consagradas e padronizadas no Brasil descritas no Protocolo de Monitoramento de Recifes e Ecossistemas Coralinos da REBENTOS publicado por Leão et al. (2016). O método PIT (*Point Intercept Transect* – Transecto de Interseção de Pontos) (Figura 4) foi utilizado para avaliar o tipo de cobertura do recife em quatro transectos em cada recife, aleatoriamente determinados e paralelos, com uma extensão de 30 metros cada e com uma distância de 5 metros entre si. Ao longo do transecto foi estendida uma trena numérica e a cada 10 cm foi verificado o organismo embaixo da trena para possibilitar contabilizar a porcentagem de cobertura (Anexo 5). O Método BT (*Belt Transect* – Transecto em Banda) (Figura 5) foi utilizado para se obter detalhes dos corais. Próximo aos transectos foram feitos fotoquadrados das colônias coralíneas visando entender a ocorrência de recrutas (<2cm) e de adultos. Também foi possível estimar os percentuais de Branqueamento (fraco ou forte) e Mortalidade (recente ou antiga) nos recifes observados durante os mergulhos em julho e agosto de 2019.

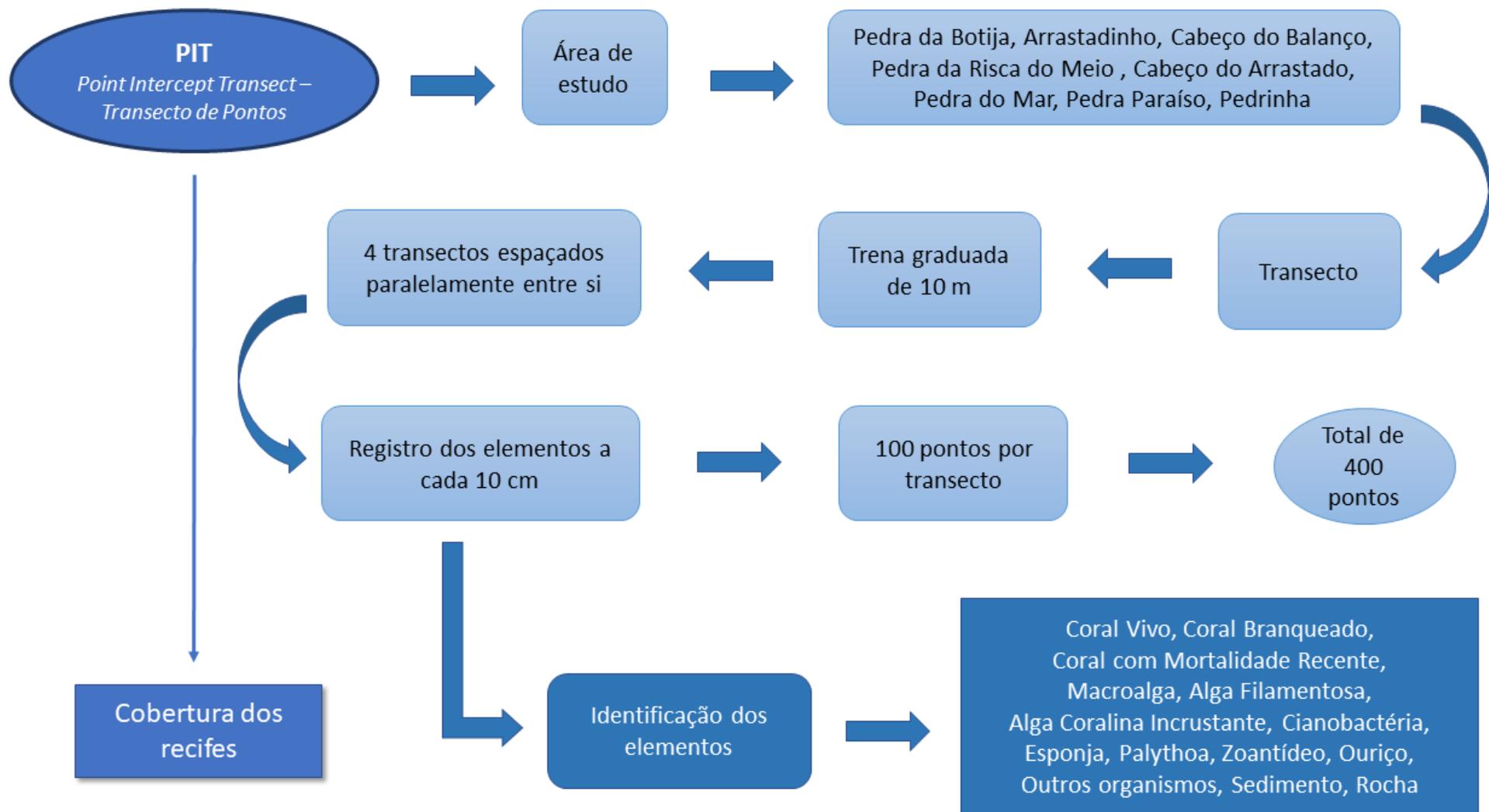


Figura 4 - Fluxograma de funcionamento do método PIT (Point Intercept Transect - Transecto de Pontos).

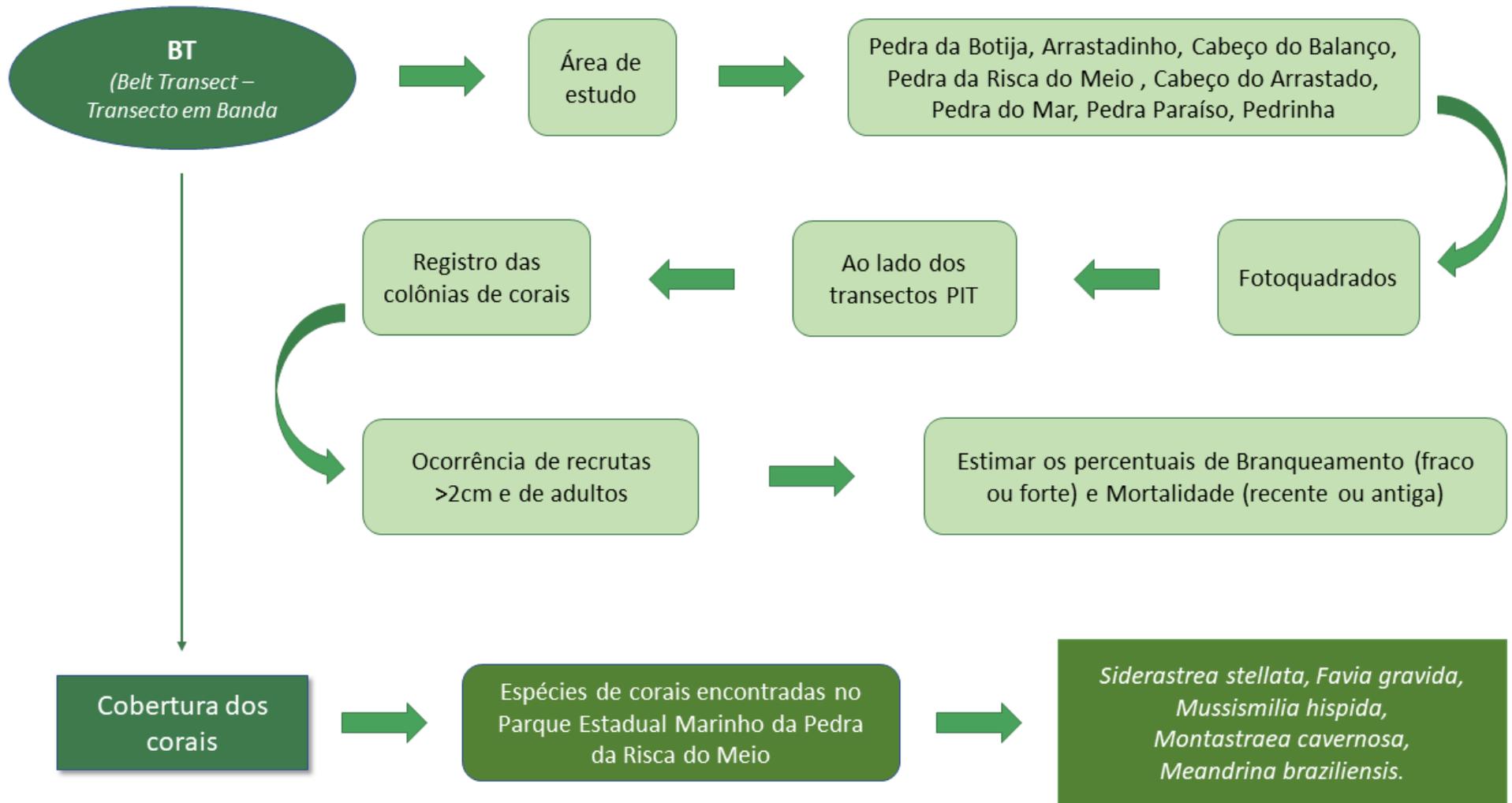


Figura 5 - Fluxograma de funcionamento do método BT (Belt Transect - Transecto em Bandas).

2.2 Meio Abiótico

2.2.1 Oceanografia Física

Perfis verticais de salinidade, temperatura, pH e oxigênio dissolvido foram coletados em 20 pontos no PEMPRIM e entorno da UC (Figura 6 e Tabela 4). As profundidades mínimas amostradas foram próximas a 13 metros e a máxima próxima de 30 metros. A amostragem foi realizada com uma sonda multiparamétrica EXO3, que mede as propriedades da água com frequência de 1 Hz conforme é deslocada entre a superfície e o fundo. No Anexo 6, são apresentadas as coordenadas de cada ponto, bem como as datas e horários das coletas em cada ponto.

Para inferir as variações de temperatura da superfície do mar (TSM) e produtividade na região do PEMPRIM foram usados dados de sensoriamento remoto do satélite Aqua-MODIS com resolução espacial de 4 x 4 km e temporal de oito dias para analisar o comportamento da clorofila-a na região no período de julho de 2002 e dezembro de 2018.

Também foram usados dados de TSM do satélite GHRSSST, que embora tenha uma resolução espacial de 9 x 9 km e temporal de 30 dias, se estende de 1982 a 2018.

Os dados de intensidade e direção das correntes na região do parque foram obtidos de duas formas. Inicialmente se analisou os primeiros 20 metros dos dados coletados por um ADCP (sensor acústico de correntes que mede a direção e a velocidade da água ao longo da coluna de água) que foi instalado na quebra de plataforma a cerca de 20 km do parque no âmbito do projeto Programa Nacional de Boias (PNBOIA) (Figura 7). Este equipamento coletou dados de direção e intensidade das correntes e também altura, direção e período de ondas no período de novembro de 2016 e setembro de 2017. Por ser uma série temporal maior com base nestes dados é possível aferir a variabilidade temporal ao longo dos meses na região.

Além disso um ADCP também foi instalado dentro da área do PEMPRIM por dez dias entre 11 e 21 de julho de 2019 a uma profundidade de 19 m e foi usado para verificar se os dados coletados pelo PNBOIA são representativos das condições do parque (Figura 6).

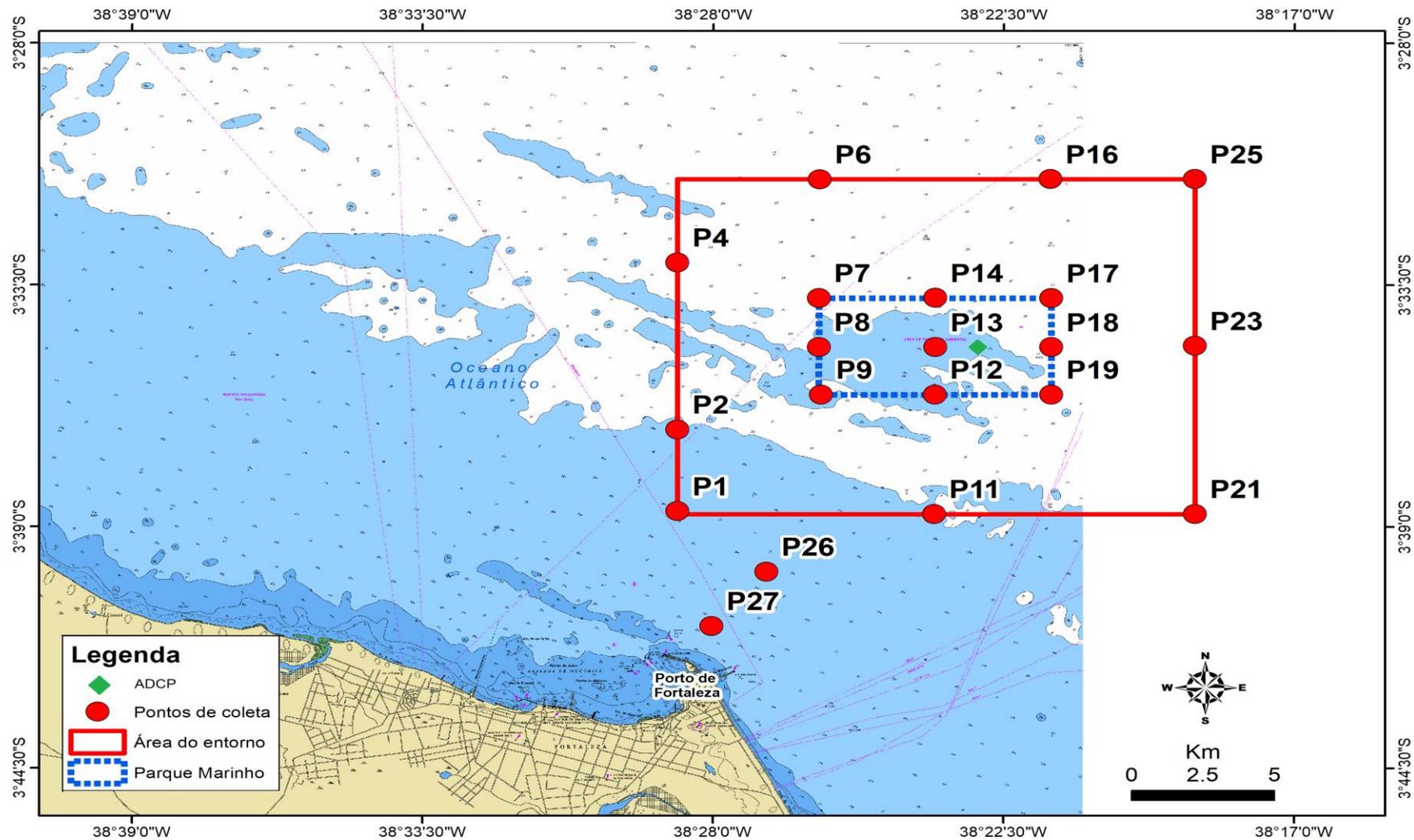


Figura 6 - Localização das estações de coleta de dados físicos e de fundeio do perfilador ADCP (Acoustic Doppler Current Profiler) para a elaboração do plano de manejo do PEMPRIM.

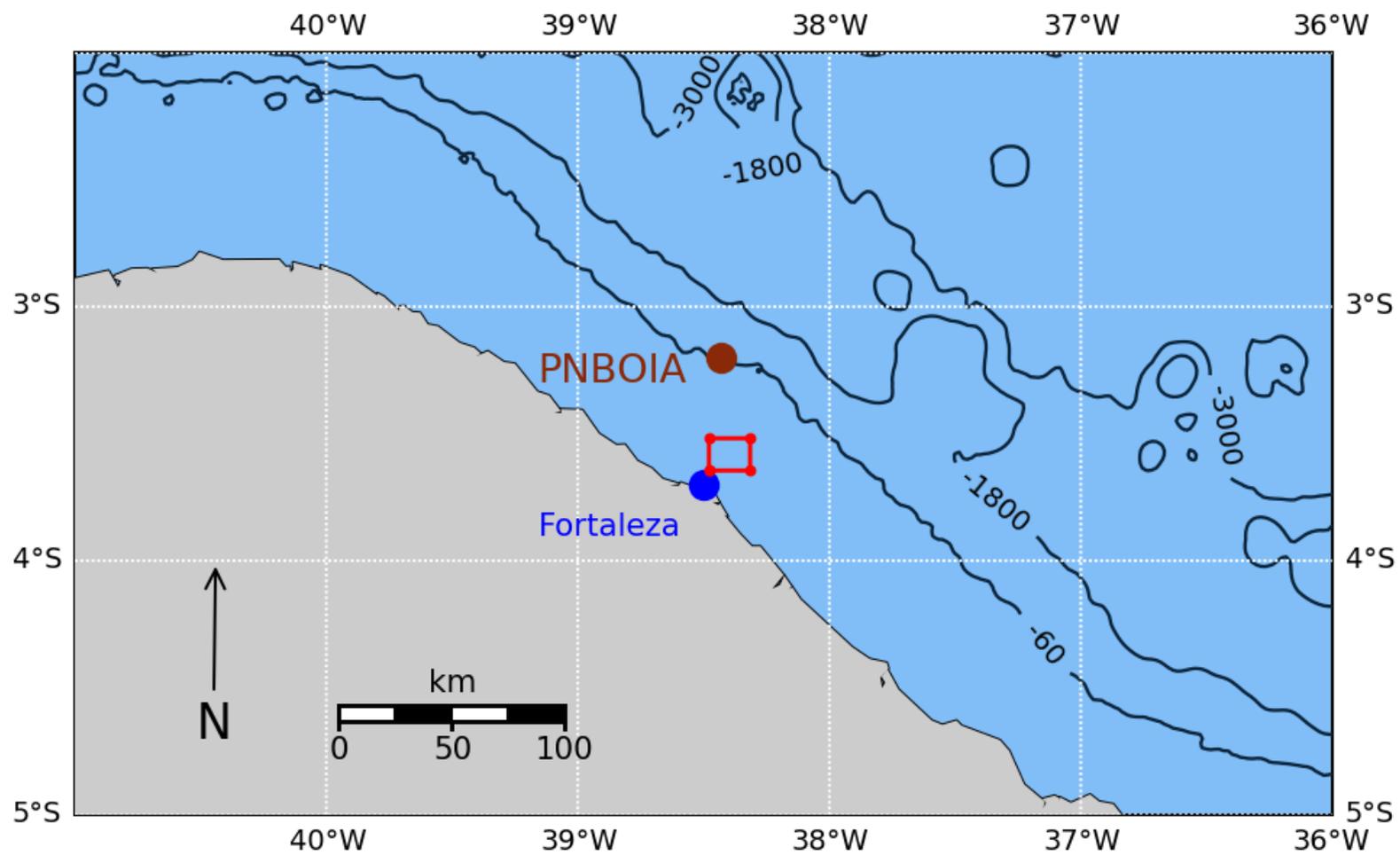


Figura 7 - Localização do sistema PNBOIA em relação à área do PEMPRIM.

Tabela 4 - Posição dos pontos de coletas dos perfis verticais de temperatura, salinidade, pH e oxigênio dissolvido com os respectivos horários da coleta dos dados. Posição e datas de coleta de dados dos ADCPs do programa PNBOIA e do equipamento instalado no PEMPRIM.

Ponto de Coleta	Latitude	Longitude	Data	Horário
P1	-3,6442222	-38,4782452	08/07/2019	15:56
P2	-3,6132860	-38,4782629	08/07/2019	18:24
P3	-3,5816688	-38,4781935	08/07/2019	14:39
P4	-3,5499813	-38,4782988	08/07/2019	13:04
P6	-3,5184062	-38,4334152	10/07/2019	11:42
P7	-3,5634043	-38,4333278	10/07/2019	14:19
P8	-3,5820116	-38,4333428	10/07/2019	15:21
P9	-3,6000635	-38,4326663	10/07/2019	15:46
P11	-3,6452676	-38,3973196	09/07/2019	14:32
P12	-3,6000377	-38,3967590	10/07/2019	12:16
P13	-3,5820080	-38,3965954	10/07/2019	12:35
P14	-3,5633614	-38,3966292	10/07/2019	13:54
P16	-3,5182692	-38,3606461	08/07/2019	09:47
P17	-3,5634040	-38,3600176	10/07/2019	08:49
P18	-3,5820052	-38,3600176	10/07/2019	10:25
P19	-3,6000098	-38,3600176	10/07/2019	10:48
P21	-3,6451794	-38,3149407	09/07/2019	13:20
P23	-3,5814546	-38,3149874	09/07/2019	11:41
P25	-3,5182367	-38,3150339	09/07/2019	10:17

P26	-3,6671820	-38,4498460	09/07/2019	15:39
P27	-3,6877730	-38,4671190	09/07/2019	16:12
ADCP Parque	-3,580	--38,37	11 a 21/07/2019	-
ADCP PNBOIA	-3,028100	-38,4333333	11/2016 a 09/2017	

2.2.2 Oceanografia Geológica

2.2.2.1 Caracterização geológica do substrato marinho e dos recifes

A caracterização geológica do substrato marinho do PEMPRIM foi feita a partir da descrição do sedimento do fundo marinho sob os aspectos da textura (granulometria – medições dos grãos) e da composição (teor de carbonato de cálcio – CaCO_3 e presença de fragmentos biodetríticos – proveniente de organismos como conchas, algas calcáreas e corais), além da distribuição do teor de matéria orgânica (Figuras 8 a 10). A coleta de sedimento foi realizada entre os dias 29 a 31 de julho de 2019 e 01 de agosto de 2019. A malha amostral correspondeu a um total de dezoito pontos, dentre os quais seis foram coletados a oeste da área de entorno (Figura 11). Para a coleta foi utilizada um amostrador Van Veen com área de $0,13\text{m}^2$ e volume amostral de 5 litros (Figura 12). A caracterização geológica dos recifes foi feita a partir da avaliação qualitativa de amostra de mão coletada no parque, com base no método de estimativa visual proposto por Terry & Chilingar (1955), que se baseia na observação visual direta e indireta (por meio de lupa de aumento) da amostra geológica, descrevendo os componentes mineralógicos e estruturais. Desta forma, foi analisada amostra do recife Pedra da Botija.

2.2.2.2 Caracterização Geomorfológica do Fundo Marinho

A caracterização geomorfológica do fundo marinho, bem como dos recifes, utilizou o método geofísico de batimetria para entender as profundidades e o relevo do fundo marinho. Para tanto, foi utilizada uma ecosonda (modelo GARMIN) acoplada a um receptor de posicionamento geográfico (GPS) para registrar as informações (dados brutos) em tempo real durante a navegação, de acordo com protocolo NMEA (*National Marine Electronics Association*) ou relacionadas às coordenadas geográficas dos pontos, a profundidade da lâmina d'água e a hora dos registros, todas em formato do Código Padrão Americano conhecido por ASCII, para o laptop. Em seguida, foram transformadas em arquivo X, Y e Z (X e Y coordenadas, e Z profundidade). Posteriormente, os dados XYZ foram corrigidos ao nível reduzido (zero hidrográfico) baseado na tábua de maré do Porto do Mucuripe, disponibilizada no site da Diretoria de Hidrografia e Navegação (DHN) da Marinha do Brasil.

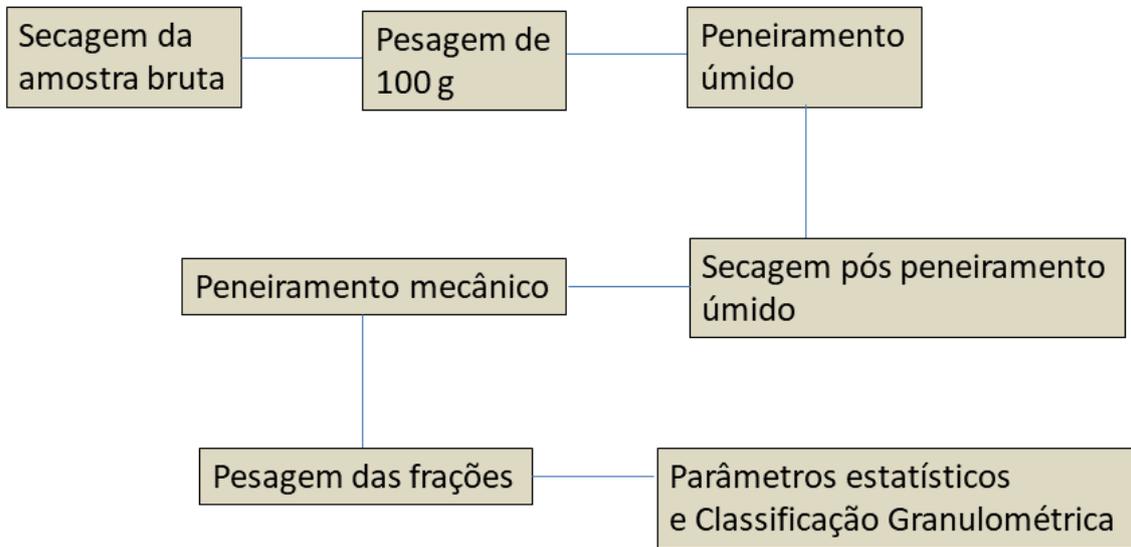


Figura 8 - Fluxograma do procedimento metodológico da análise granulométrica.

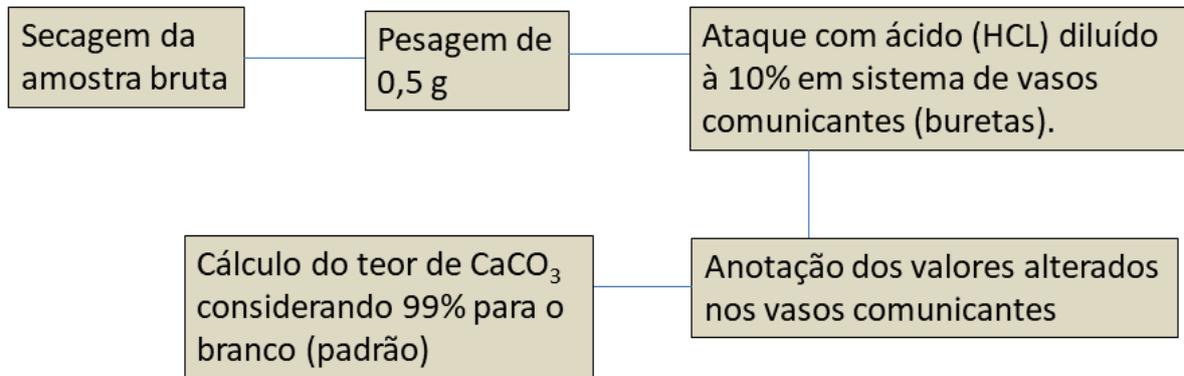


Figura 9 - Fluxograma do procedimento metodológico da análise do teor de CaCO₃.

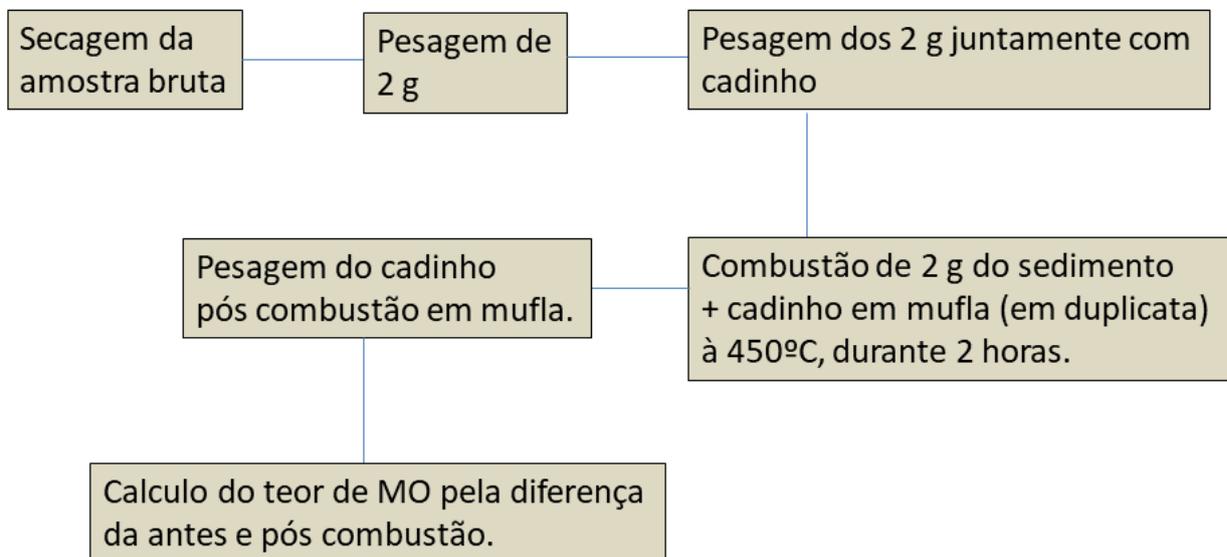


Figura 10 - Fluxograma do procedimento metodológico da análise do teor de Matéria Orgânica (MO).

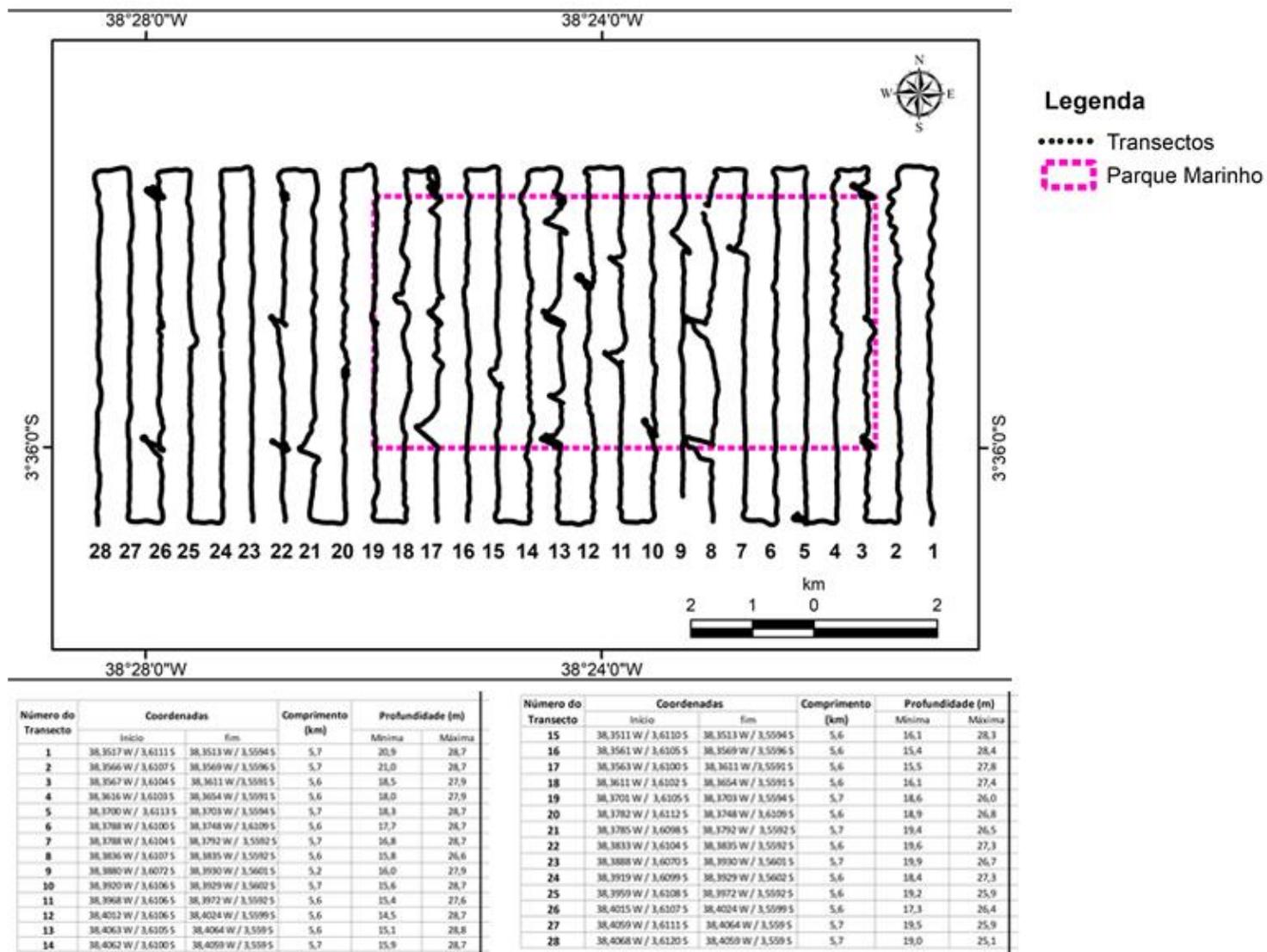


Figura 11 - Transectos realizados no levantamento batimétrico do PEMPRIM.



Figura 12 - - Amostragem de sedimento com a draga Van Veen a bordo da embarcação Argo Equatorial.

2.2.3 Contaminantes emergentes e microplásticos

As amostras para análise de microplásticos foram coletadas durante os dias 29 a 31 de julho de 2019 e 01 de agosto de 2019, usando um amostrador tipo *Newston net*, com rede de 2 metros e boca de 60x24 cm, e coletor de 100 µm (Figura 13). Para tanto, o amostrador foi lançado por 20 minutos a uma velocidade próxima de 3 nós náuticos. Em laboratório (Figura 14), o material foi disposto em um béquer e imediatamente colocado por 24 horas a 70 °C para evaporação da água. Após secagem, foi adicionado peróxido de hidrogênio 30% por 12 horas. Em seguida, foi colocado em meio salino (~1600 g/cm³) e filtrado em malha <62 µm. Finalmente, as amostras de microplástico foram fotografadas e separadas para análise posterior.

A determinação dos contaminantes emergentes foi através do método validado por Morais et al. (2018), tendo sido determinados os contaminantes emergentes da classe de hormônios sintéticos. Resumidamente, cada amostra de sedimento (20 g em peso seco) foi extraída com auxílio de sonicação usando alíquotas de solventes de várias polaridades (Figura 14). Em seguida, os extratos foram purificados (*clean-up*) por cromatografia em coluna. A identificação e quantificação de todas as frações foram realizadas usando um cromatógrafo a gás acoplado a um espectrômetro de massa (GC/MS).

Na Figura 15, é apresentada a malha amostral para ambos sedimentos e arrastes para microplásticos. Para sedimento, a coleta ocorreu nos pontos P1 ao P15, perfazendo 12 amostras, nas quais: nove são dentro da área do Parque marinho e três são fora da área da Unidade. Para a amostragem de microplásticos, foram realizados três arrastos dentro do PEMPRIM e um fora do mesmo, perfazendo quatro arrastos.



Figura 13 - Amostrador do tipo rede de Neuston utilizado na amostragem de microplásticos para diagnóstico ambiental do PEMPRIM.

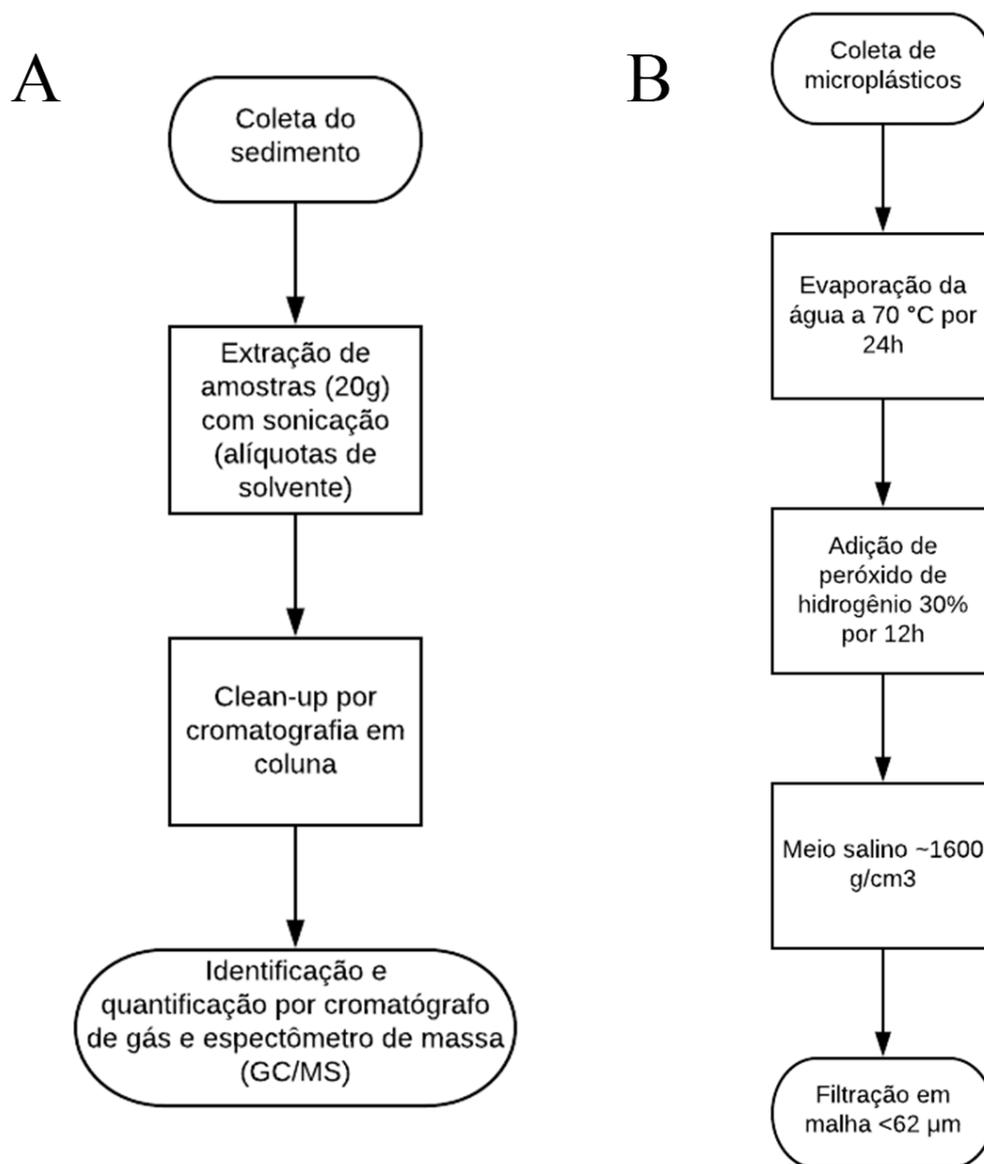


Figura 14 - Fluxograma da metodologia de determinação de contaminantes emergentes (A) e microplásticos (B).

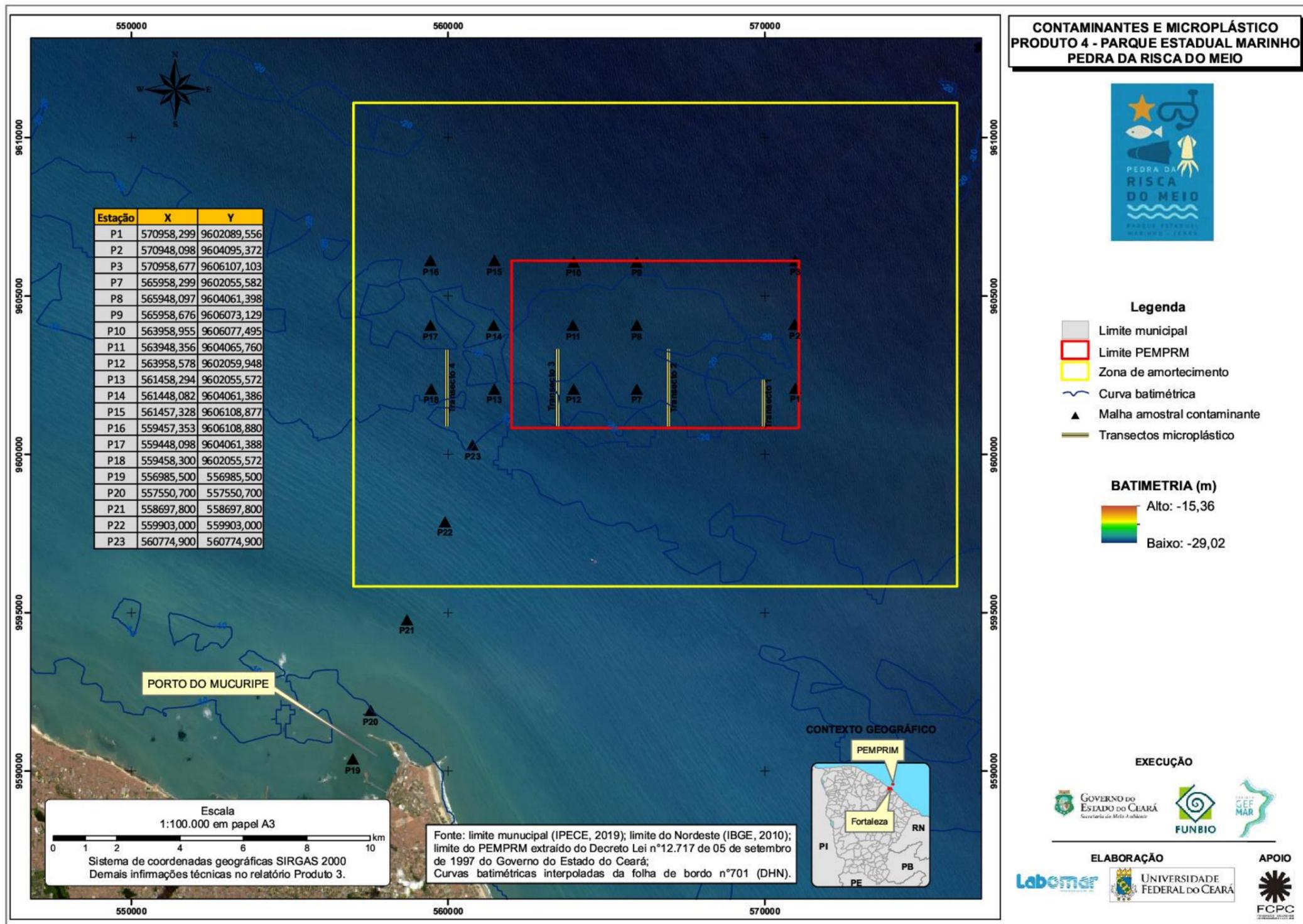


Figura 15 - Plano de amostragem de sedimentos para avaliação de contaminantes emergentes e arrastos de microplásticos.

2.3 Meio socioeconômico

Para a coleta de informações socioeconômicas, percepções, interesses e prioridades de usuários do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio (PEMPRIM) foi utilizado o Diagnóstico Rápido Participativo (DRP) junto à comunidade de pescadores, mergulhadores autônomos recreativos bem como mergulhadores e pescadores de apneia.

O método do Diagnóstico Rápido Participativo se dá pela participação da comunidade no processo de pesquisa, onde estes são movidos a refletir sobre o contexto e as possibilidades de resolução dos problemas. A comunidade envolvida é chamada a tomar parte nas decisões e ter parte nos resultados, reforçando o sentimento de pertencimento do indivíduo em seu meio. Assim, após a finalização do DRP os pesquisadores devem apresentar os resultados junto à comunidade e rever as soluções a serem tomadas de maneira conjunta, interativa. A realização do DRP não constitui apenas um método de pesquisa, mas os resultados obtidos podem contribuir socialmente para uma possível mudança de rumo e estratégias ante a reflexão mediada com uso da metodologia.

A escolha do DRP visa garantir a participação da população a ser estudada de forma direta para a análise da realidade local, a partir do ponto de vista dos que a compõe. Esta metodologia permite o envolvimento das pessoas e instituições não apenas como fonte de informações, mas também como agente da pesquisa, facilitando traçar um caminho que ligue a realidade local como objetivo elaborar um programa de ação. Com diferentes fontes de informações e métodos de pesquisa, o DRP utiliza dados secundários e primários na construção um perfil da realidade e na identificação de soluções que promovam a conscientização dos indivíduos a respeito do ambiente em que atuam (Antunes et al, 2018; Chambers & Guijt, 1995). Geralmente a ciência é feita e limitada aos profissionais e ambiente acadêmico, acarretando o distanciamento gradual da comunidade de toda a realidade científica e conseqüentemente, da alfabetização científica e tecnológica, retrocedendo na colaboração de resoluções de problemas socioambientais que estão inseridos. Muitos pesquisadores não validam seus resultados com a comunidade, por acharem que não possuem conhecimento técnico. Entretanto, na maioria dos casos, eles viriam a incrementar o estudo pois conhecem a região melhor que ninguém, e observam cada detalhe ou mudança de pequena escala temporal e espacial (Ferreira et al, 2017). Portanto, neste contexto o diagnóstico do parque marinho utilizou do conhecimento destes atores que são importantes no contexto da gestão da área protegida marinha em Fortaleza (Ceará).

A modalidade de mergulho autônomo recreacional ou recreativo tem como propósito a diversão, lazer e é definido por um conjunto específico de limites, treinamentos e equipamentos. Esta modalidade de mergulho é considerada amadora, sendo necessária a realização do curso básico de mergulho autônomo para a obtenção de uma credencial em uma escola de mergulho (Padi, 2010) e é uma das atividades praticadas no Parque Estadual Marinho. Já o mergulho livre ou em "Apneia" é um esporte que abrange várias modalidades em que o praticante permanece o maior tempo submerso ou percorre a maior distância ou profundidade sob a água sem a utilização de nenhum equipamento para a respiração, ou seja, apenas com a reserva de ar de seus pulmões. A pesca subaquática ou submarina competitiva é definida como a caça e captura de peixes debaixo d'água sem a ajuda de aparelhos de respiração artificial (*Scuba* ou compressor, p.e.), tal como o mergulho livre, os praticantes somente contam com seu preparo e força física (Cmas, 2014; Padi, 2010; Sousa Filho, 2002).

2.3.1 Pesquisa com mergulhadores autônomos recreativos

Os dados utilizados para os mergulhadores recreativos foram extraídos da Tese de Doutorado: Mergulho recreativo na região metropolitana de Fortaleza (NE, Brasil): subsídios para o desenvolvimento sustentável (Pantalena, 2017). No referido estudo, foi elaborado o questionário/formulário utilizando-se o aplicativo gratuito *Google Forms*, e a aplicação do formulário semiestruturado foi feita através da internet, com abordagem aleatória, disponível para acesso imediato. O questionário semiestruturado constou de 20 questões, 18 das quais foram perguntas fechadas de múltipla escolha, e 2 abertas/descriptivas (Anexo 4). Foi solicitado às escolas de mergulho que enviassem, via e-mail, Blog, mídias digitais, *WhatsApp* o *link* de acesso ao formulário, a seus clientes.

2.3.2 Pesquisa com os pescadores da Colônia Z-8

Foram aplicados dois modelos de formulários nas entrevistas realizadas (Entrevista I e Entrevista II) para o DRP junto à comunidade de Pescadores do Mucuripe. Para tanto, a equipe de pesquisadores do Labomar formulou questões de fácil compreensão visavam obter respostas objetivas e rápidas dos respondentes.

A Entrevista I visou avaliar o perfil socioeconômico dos pescadores assim como aspectos relacionados à renda, pesca e percepção ambiental. Para tanto, foram

utilizadas entrevistas semiestruturadas, que constaram de 28 questões, 22 das quais foram perguntas fechadas de múltipla escolha, e 6 abertas/descriptivas. As seis questões iniciais foram elaboradas para o levantamento de dados socioeconômicos dos pescadores e as demais para informações especificamente sobre a pesca (Anexo 4). Para aplicação da Entrevista I, foram realizadas duas visitas à comunidade pesqueira, localizada próximo ao Mercado nos Peixes (Avenida Beira Mar), nos dias 28 (sexta-feira) e 29 (sábado) de junho de 2019 entre as 4h30 as 7h00 da manhã (horário de maior aglomeração de pescadores devido ao desembarque de pescados e comercialização) (Figura 16). Todos os entrevistadores (três no primeiro dia, e cinco no segundo dia) foram devidamente uniformizados e identificados com a camiseta do PEMPRIM para o local, utilizaram prancheta e caneta para a registro das respostas. Cada entrevistador aplicou em média seis entrevistas, o que resultou no total de 48 respostas (n=48). Os dados coletados foram inseridos manualmente pelos entrevistadores em uma plataforma online utilizando-se o aplicativo gratuito *Google Forms* a fim de uniformizar as respostas e fornecer acesso mais rápido aos dados e gráficos estatísticos.

Já a Entrevista II buscou detalhar e validar aspectos socioeconômicos e de percepção ambiental dos pescadores que utilizam a praia do Mucuripe (Colônia de pesca Z-8) como seu ponto de partida para a realização da atividade pesqueira. Se buscou compreender melhor a situação econômica desses usuários, a utilização passada e atual do PEMPRIM e suas “visões” acerca das atividades atualmente realizadas na área e seu entorno, bem como seus anseios e percepções para o futuro. Além de questões sobre idade, grau de escolaridade, estado civil e moradia, os formulários utilizados buscaram conhecer melhor as relações dos entrevistados com os recursos naturais do PEMPRIM, seu grau de dependência econômica da atividade pesqueira na área e sua interrelação ou conflitos com outros usuários deste mesmo recurso natural. Foi possível também obter informações, sugestões e reclamações dos pescadores que podem subsidiar futuras ações capazes de trazer benefícios não apenas para a comunidade pesqueira, mas também para toda a sociedade, pela preservação dos recursos naturais para as futuras gerações. Para coleta de informações optou-se pela realização de entrevistas semiestruturadas (Anexo 5).

O formulário utilizado para as entrevistas contou com 30 perguntas sendo 20 questões objetivas ou de múltipla escolha e 10 questões abertas. Todas as questões eram de livre resposta pelo entrevistando, não havendo obrigatoriedade em responder nenhuma. O

cuidado na elaboração e escolha das questões levou em consideração o grau de escolaridade dos entrevistados, sua disponibilidade de tempo e entendimento das questões abordadas, evitando-se perguntas ambivalentes, sugestivas, intimidadoras ou indiscretas. Participaram dessa pesquisa 10 entrevistadores divididos em grupos de três pessoas. As entrevistas foram realizadas durante cinco dias consecutivos (dias 14 a 18 de outubro de 2019), pela manhã (7h00 as 11h00) e tarde (15h00 as 17h00) (Figura 17). A escolha dos horários teve como premissa o momento em que os pescadores já haviam retornado de suas pescas e se encontravam na região do Mucuripe para realização de pequenos reparos em suas embarcações, apetrechos de pesca, preparação para nova pesca ou mesmo descanso e entretenimento. Os entrevistadores estavam devidamente uniformizados com a camiseta do PEMPRIM e o contato inicial sempre era feito em clima amistoso e cordial. Após se identificar para o entrevistado como pesquisador da Universidade, o pescador era convidado a participar de uma entrevista sobre aspectos de sua atividade como pescador e sobre seu conhecimento da Risca do Meio. Todas as respostas eram anotadas em folhas de papel e posteriormente transferidas para o computador e tabuladas. As respostas (n= 85) foram tabuladas usando o aplicativo *Excel* (Microsoft Office Suite) e *Google Forms*.



Figura 16 – Entrevistas com os pescadores da colônia Z-8 na Praia do Mucuripe nos dias 28 e 29 de junho de 2019.



Figura 17 - Entrevistas com os pescadores da colônia Z-8 na Praia do Mucuripe realizadas no período de 14 a 18 de outubro de 2019.

2.3.3 Pesquisa com mergulhadores e pescadores de apneia

Para a realização do DRP entre os mergulhadores e pescadores de apneia, foi elaborado um questionário utilizando-se o aplicativo gratuito *Google Forms*, e a aplicação do formulário semiestruturado foi feita através da internet, com abordagem aleatória, disponível para acesso imediato. O questionário semiestruturado constou de 21 questões, 15 das quais foram perguntas fechadas de múltipla escolha, e seis abertas/descriptivas (Anexo 6). O formulário foi disponibilizado online por um período de 10 dias (de 4 a 15 de julho de 2019) e resultou em um total de sete formulários respondidos (n=7).

3 RESULTADOS DO DIAGNÓSTICO DA UNIDADE

3.2 Meio Biótico

3.2.1 Plâncton

3.2.1.1 Zooplâncton

Os resultados da vida marinha referente ao zooplâncton (pequenos animais microscópicos que compõem a base da cadeia alimentar) foram expressos através da comparação dos três tamanhos de malhas empregados durante a coleta (65, 200 e 300 μm). A biomassa orgânica particulada foi maior na rede de 65 μm (Figura 18), com distribuição homogênea na área do PEMPRIM e na área de entorno. Nas redes de 200 e 300 μm , os maiores valores de biomassa ocorreram na área de entorno do parque mais próxima da costa de Fortaleza e, por consequência, configuradas como região mais rasa (Figura 18).

O holoplâncton (organismos que passam toda a sua vida no plâncton) apresentou maior abundância relativa e densidade em relação ao meroplâncton que é composto por larvas de organismos (Figura 19). Este resultado indica que a comunidade planctônica é formada por organismos de menor tamanho. Em relação à densidade nas estações de coleta, o holoplâncton foi mais numeroso na área de entorno, enquanto o meroplâncton ocorre na área do PEMPRIM e na de entorno (Figuras 19 a 22). Quando analisamos a quantidade de grupos identificados (análise qualitativa), temos um resultado mais homogêneo para o holoplâncton (Figuras 23 e 27), destacando foraminíferos, sífonos, quetognatos, microcrustáceos (copépodes) e apendiculários. Para as larvas, a rede de 200 μm foi mais eficiente na coleta de diferentes grupos, destacando larvas como as véligeres de bivalves e gastrópodes, *pluteus* de ofiuróide e larvas de crustáceos como de caranguejos.

A presença de larvas ressalta a importância do parque marinho como fonte de dispersão de organismos e como área de assentamento de juvenis nos recifes tropicais. É importante ressaltar que as informações obtidas no plâncton podem não refletir as condições do fundo marinho imediatamente abaixo do ponto amostral. Como o plâncton é passivo à ação das correntes marinhas, é fundamental compreender os fatores ambientais físicos da região especialmente a dinâmica de correntes, ondas e marés.

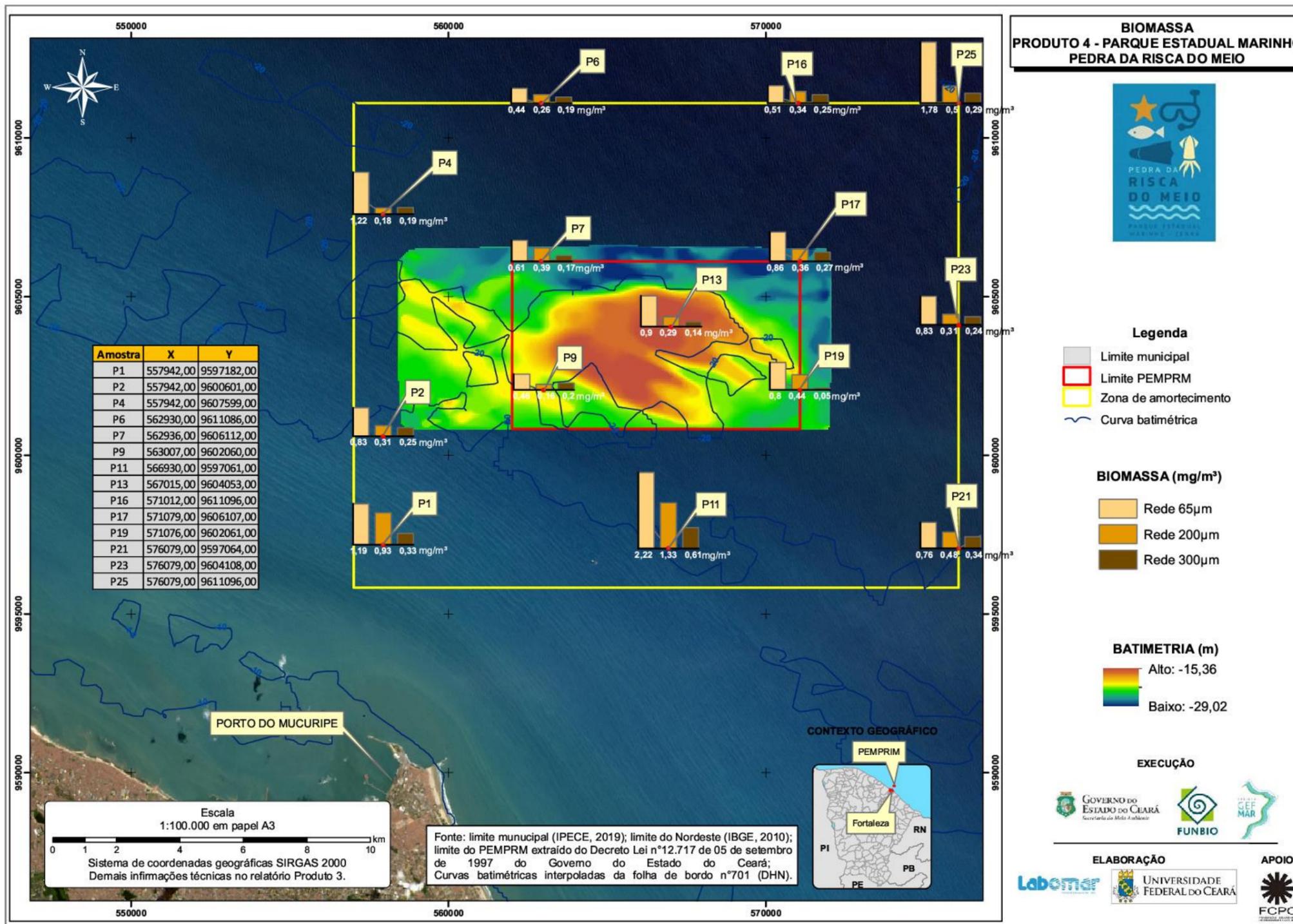


Figura 18 - Mapa de biomassa do zooplâncton nas redes de 65 um, 200 um e 300 um (em anexo MAPA DE BIOMASSA_65_200_300_A3).

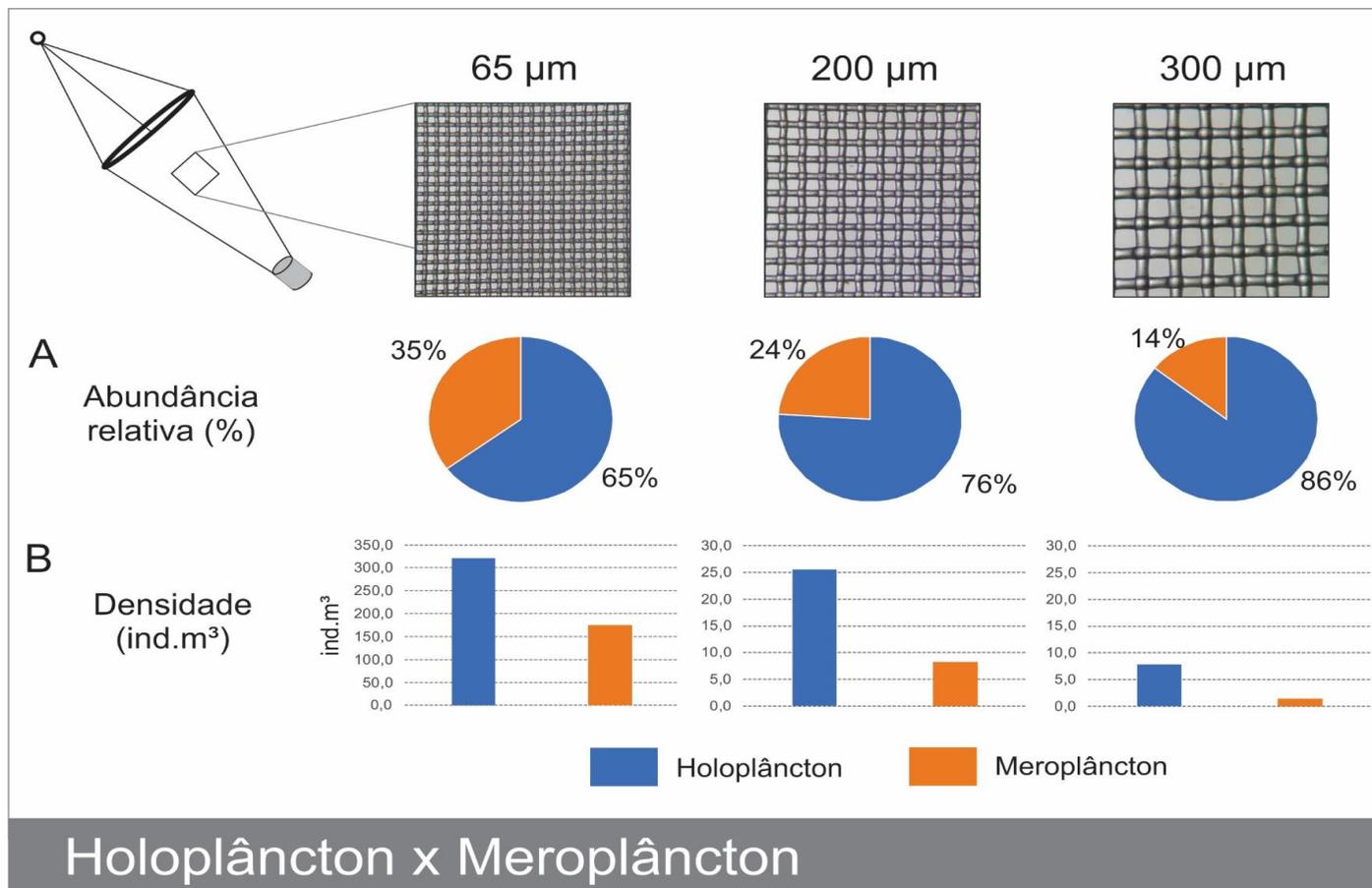


Figura 19 - Holo e o meroplâncton coletados pelas redes de 65, 200 e 300 µm nas estações de coleta com amostragem de plâncton para a elaboração do plano de manejo do PEMPRIM. A. Abundância relativa. B. Densidade (ind.m³).

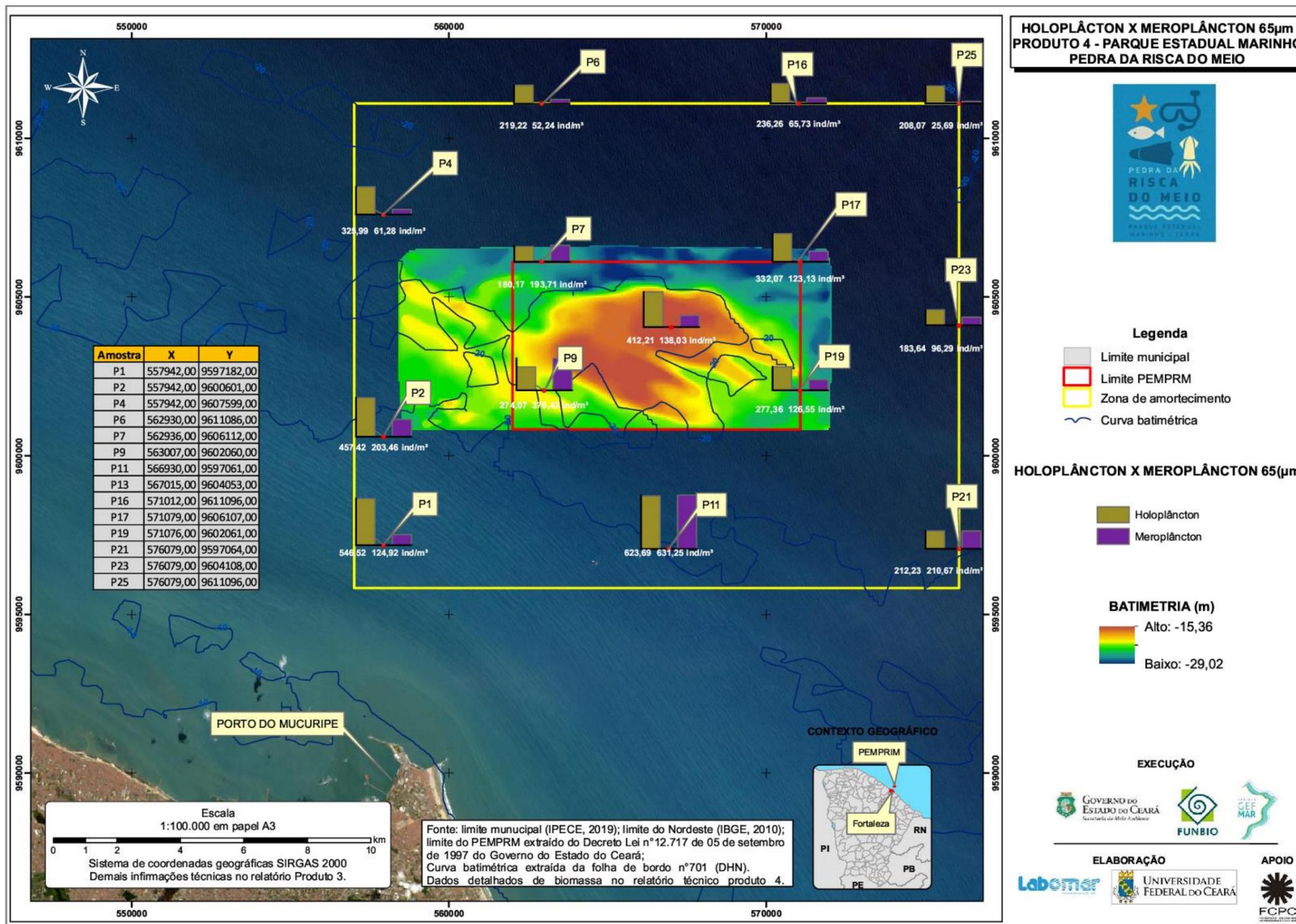


Figura 20 - Mapa de biomassa do zooplâncton na rede de 65 um (em anexo MAPA DE HOLO_MERO_65_A3).

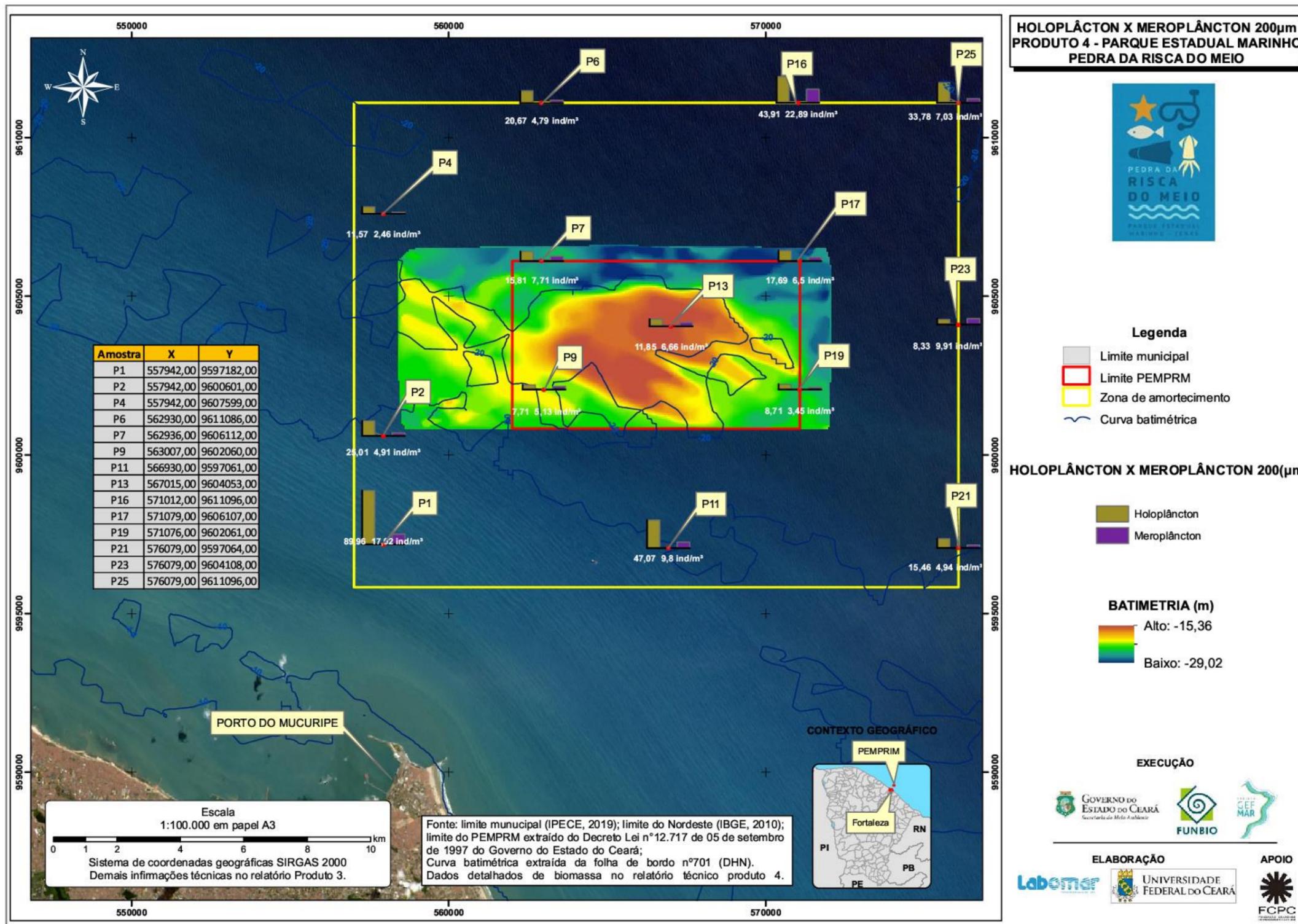


Figura 21 - Mapa de biomassa do zooplâncton na rede de 200 µm (em anexo MAPA DE HOLO_MERO_200_A3).

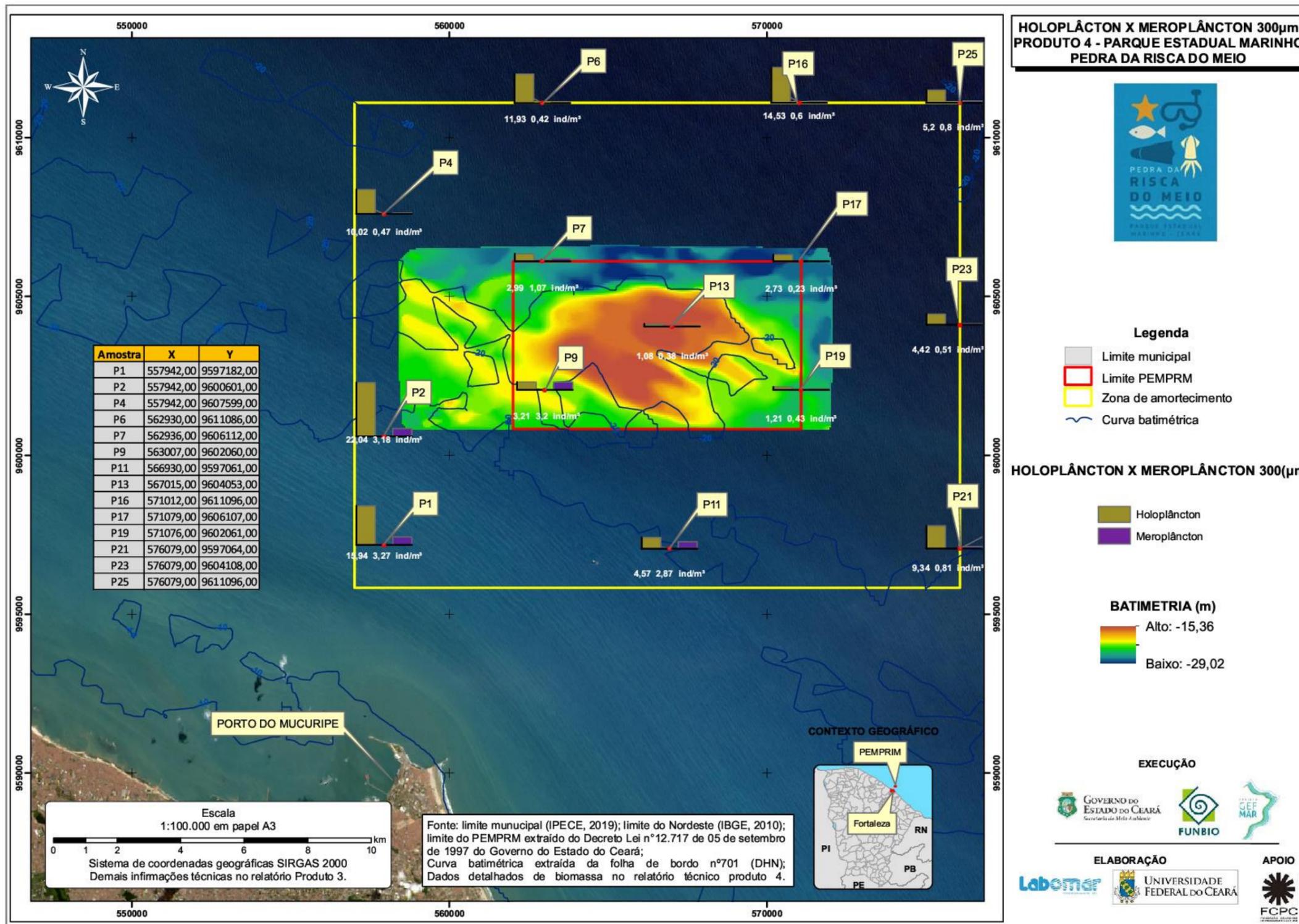


Figura 22 - Mapa de biomassa do zooplâncton na rede de 300 µm (em anexo MAPA DE HOLO_MERO_300_A3).

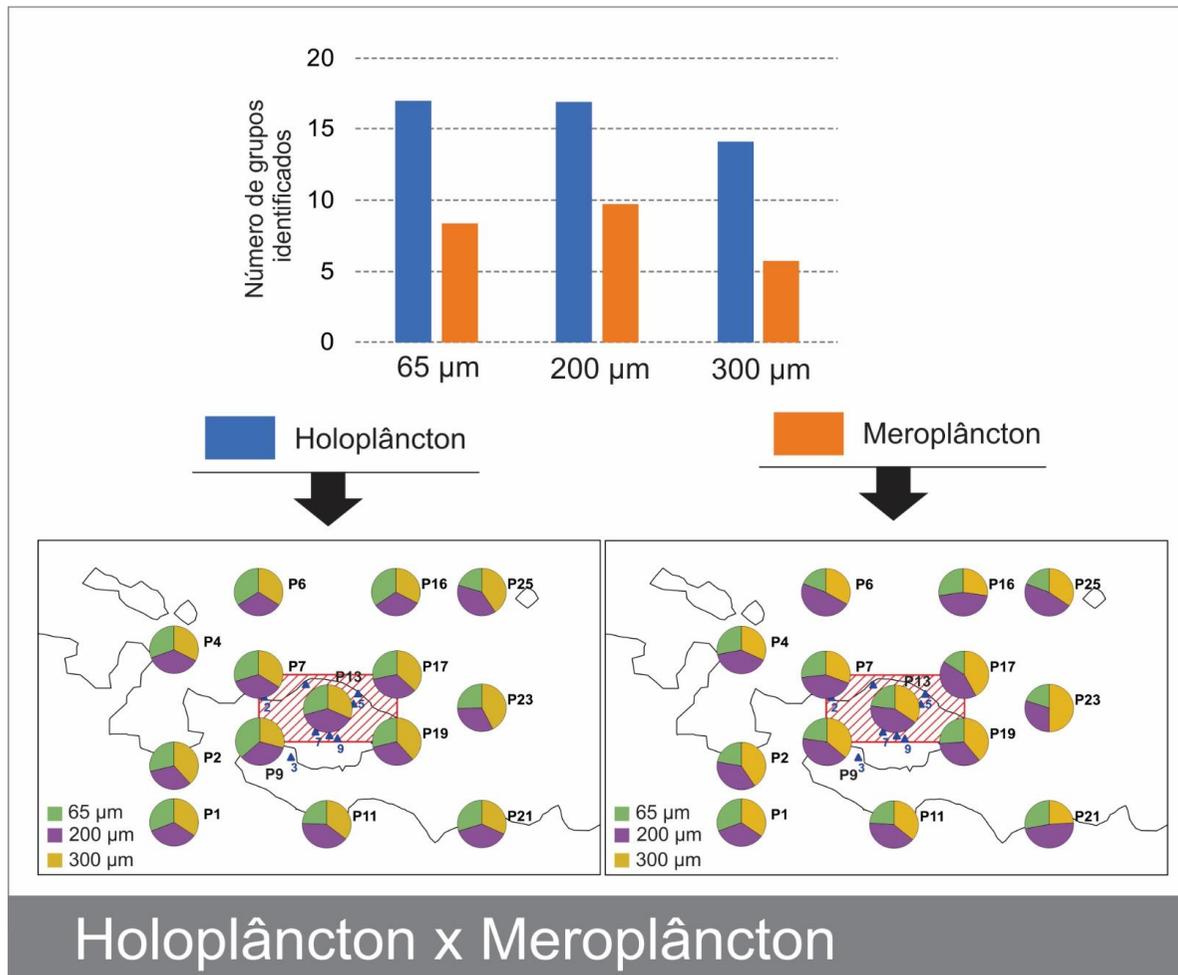


Figura 23 - Número de grupos coletados pelas redes de 65, 200 e 300 µm nas estações de coleta com amostragem de plâncton para a elaboração do plano de manejo do PEMPRIM.

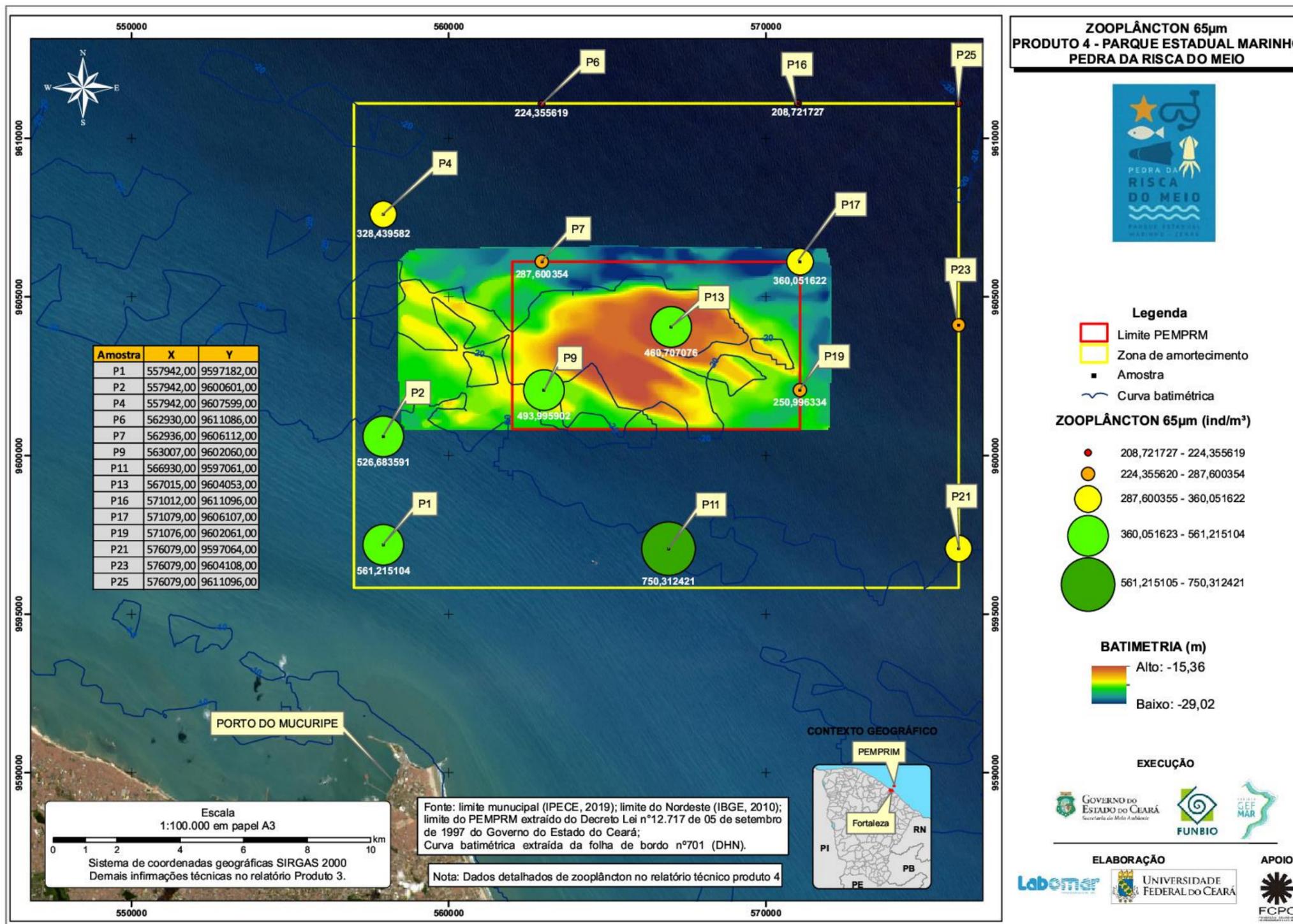


Figura 24 - Mapa de abundância relativa do zooplâncton na rede de 65 µm (em anexo MAPA DE ZOOPLANCTON_65_A3).

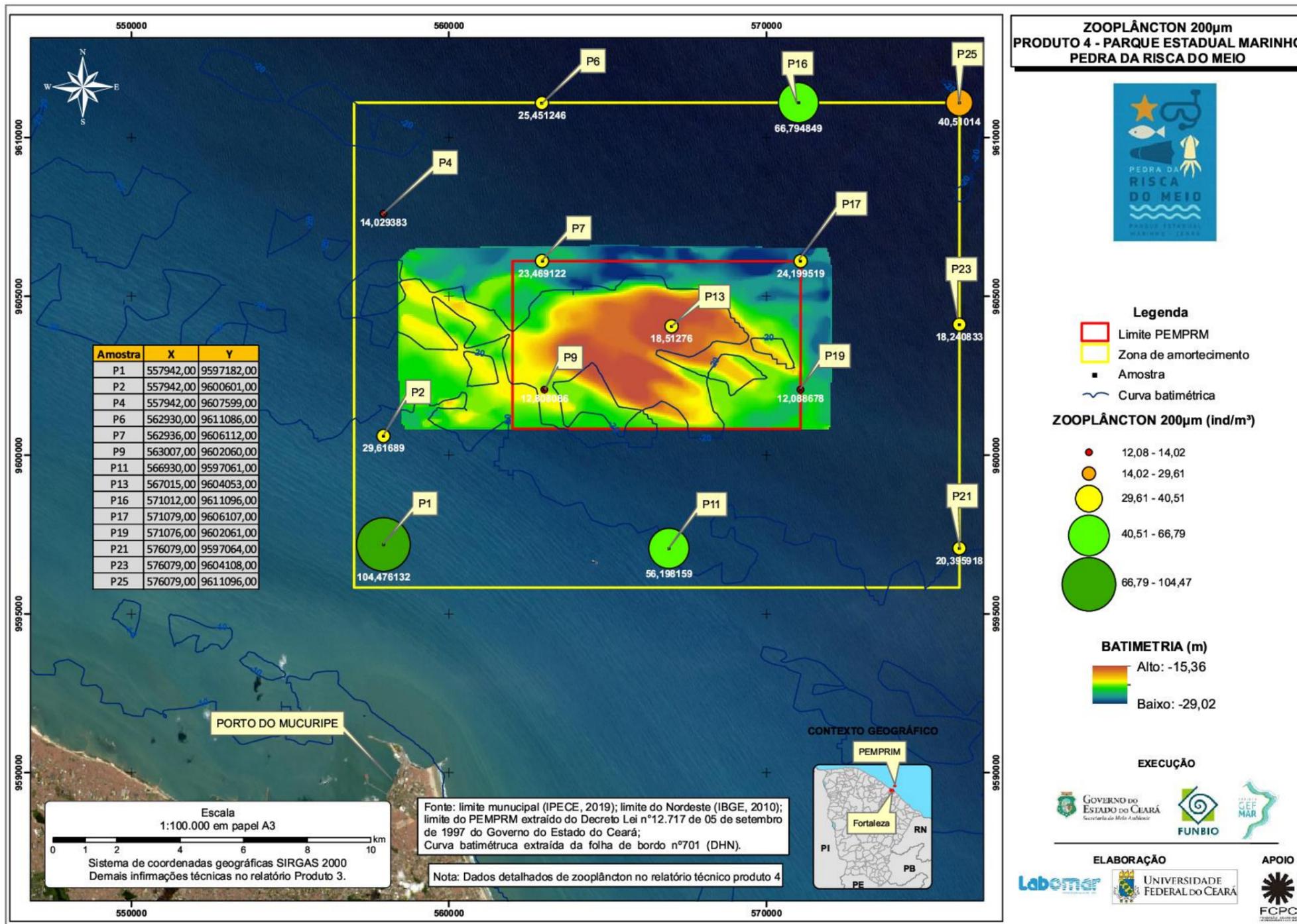


Figura 25 - Mapa de abundância relativa do zooplâncton na rede de 200 um (em anexo MAPA DE ZOOPLANCTON_200_A3).

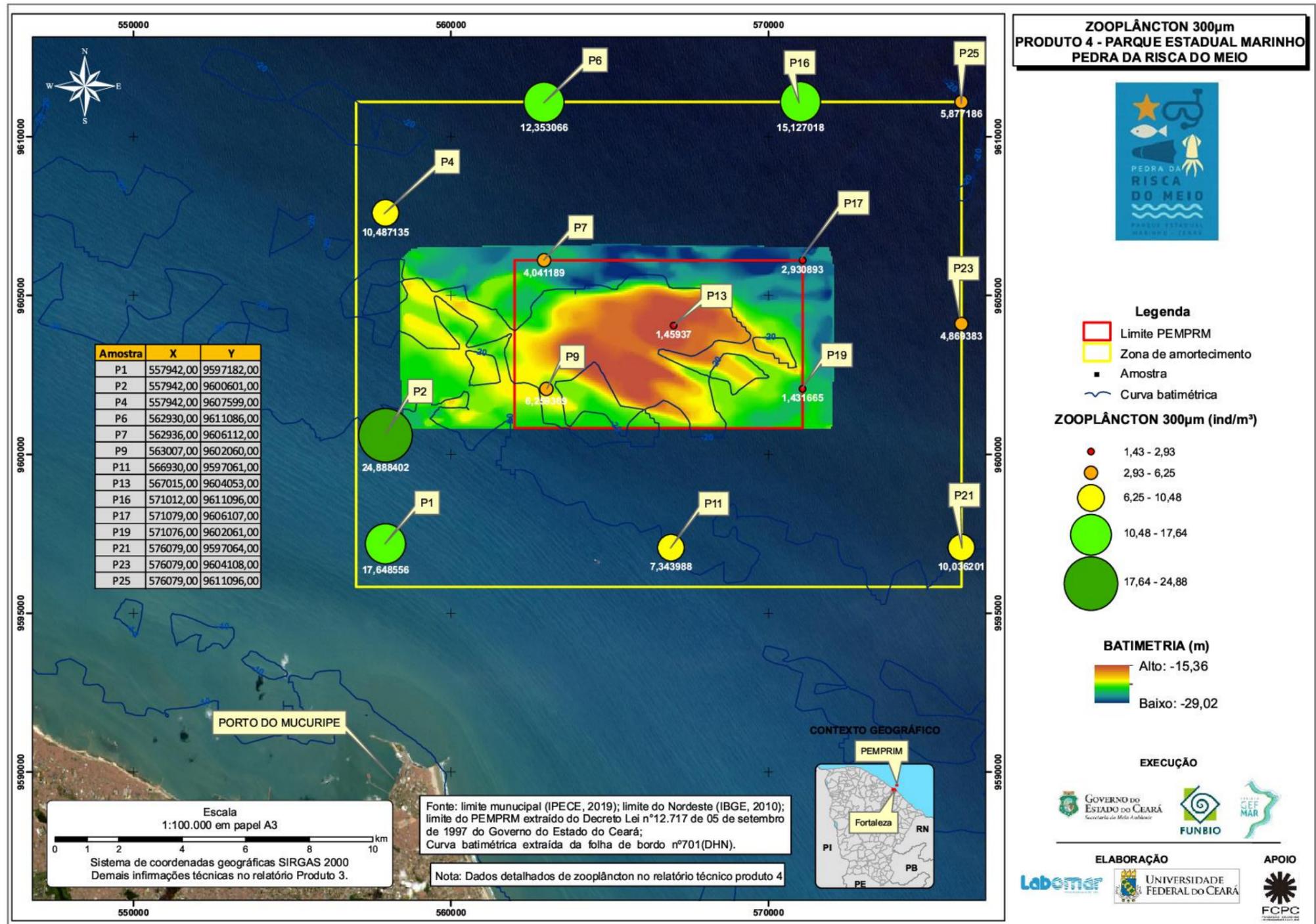


Figura 26 - Mapa de abundância relativa do zooplâncton na rede de 300 um (em anexo MAPA DE ZOOPLANCTON_300_A3).

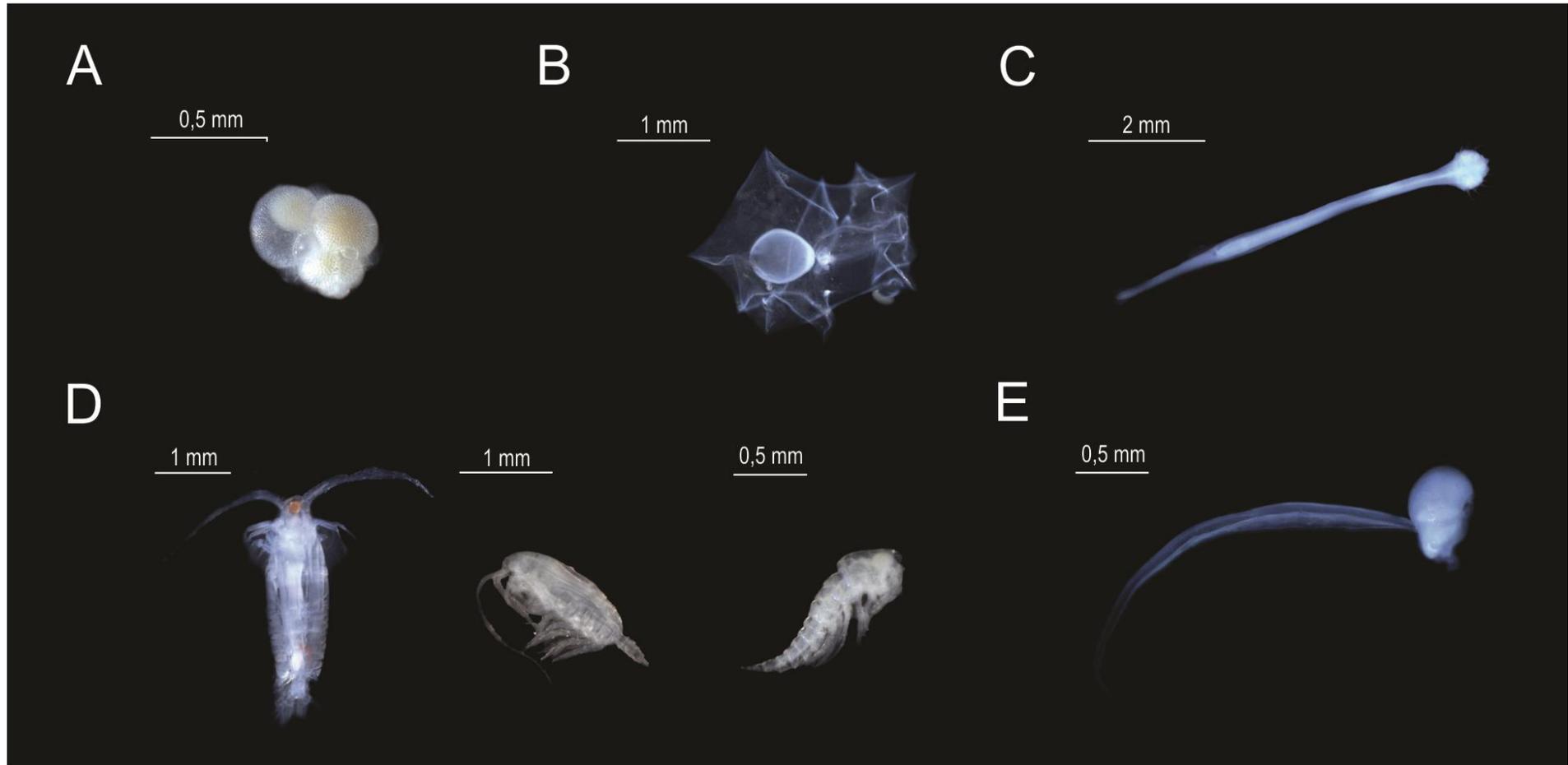


Figura 27 - Principais organismos do holoplâncton coletados pelas redes de 65, 200 e 300 μm nas estações de coleta com amostragem de plâncton para a elaboração do plano de manejo do PEMPRIM. A. Foraminíferos. B. Sifónoros. C. Quetognatos. D. Copépodes (microcrustáceos). E. Apendiculários.

Devem ser destacados alguns pontos importantes sobre a comunidade zooplânctônica para o plano de manejo do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio (PEM-PRIM) e posteriores estudos como o monitoramento ambiental:

- É importante monitorar a vida marinha identificada com o objetivo de avaliar variações naturais (como reprodução) ou possíveis impactos do aumento da temperatura do mar. Já é conhecido que copépodes submetidos à elevadas temperaturas chegam a fase adulta com tamanho reduzido (Forster et al., 2011, Sheridan & Bickford, 2011). Como o zooplâncton da área estudada foi caracterizado por formas de pequeno tamanho, justifica-se o esforço para o estudo na região.
- Estudar a dinâmica das larvas para verificar ciclos e associações com possíveis impactos decorrentes das mudanças climáticas, da pesca ou de destruição do habitat por mergulhadores sem treinamento, já que o meroplâncton é mais sensível e pode, inclusive, aumentar seu tempo de permanência na coluna d'água (Richardson, 2008).
- Avaliações futuras devem verificar se o zooplâncton pode estar atuando como vetor de patógenos (bactérias) para a área. Estudos sobre as interações ecológicas entre víbrios (por exemplo, *Vibrio cholerae*) e zooplâncton e sua relação com a degradação dos ecossistemas costeiros são fundamentais do ponto de vista da saúde pública, pois esses organismos podem ser ingeridos acidentalmente pelo ser humano. Copépodes (por exemplo, *Acartia (Odontacartia) lilljeborgi*, *Calanopia americana*, *Oithona plumifera*, *Paracalanus* spp., *Temora stylifera* e *T. turbinata*) e alguns organismos do meroplâncton (larvas de caranguejos, larvas de Echinodermata e náuplios de cracas, além de Chaetognata), que são exemplos de organismos encontrados no PEMPRIM, já obtiveram resultados positivos de associação com patógenos (Martinelli-Filho et al., 2011).

3.2.1.2 *Ictioplâncton*

Um total de 1.547 ovos de peixes e 127 larvas foi amostrado no parque e área de entorno. Como não é possível reconhecer espécies através da análise morfológica do ovo, de acordo com a quantidade de ovos numa região é possível apenas fazer inferência sobre as zonas de desova. Como ilustra a Figura 28, as maiores quantidades de ovos foram encontradas na área do PEMPRIM, próximo aos recifes de corais e na porção noroeste que é uma das principais direções da corrente na região. Esse resultado mostra a importância do PEMPRIM como fonte de dispersão dos ovos de peixes, caracterizando um dos seus principais serviços ambientais.

Na análise das larvas, 44% dos organismos estavam em estágios de desenvolvimento inicial e, por isso, não puderam ser identificadas em grupos (Família). As maiores abundâncias de larvas foram encontradas na área de entorno (Figura 29). Por isso, é importante ressaltar a importância da preservação não só da área do parque como também do seu entorno. Dentre as famílias reconhecidas, podemos destacar representantes com importância econômica para a pesca, como *Holocentridae*, *Lutjanidae*, *Carangidae* e *Serranidae* (Tabela 5; Figura 30).

Alguns pontos importantes devem ser ressaltados sobre o ictioplâncton (ovos e larvas de peixes) para o plano de manejo do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio (PEMPRIM):

- O estudo dos ovos e larvas de peixes apresenta algumas dificuldades metodológicas. No geral, as larvas são capturadas em maior quantidade durante o período noturno, pois se aproximam da superfície para se alimentar. No entanto, este método não pode ser aplicado durante a amostragem das áreas do PEMPRIM e de entorno. Sugere-se em amostragens futuras que o período noturno seja incluído, porém os resultados são importantes para demonstrar áreas de desova.
- A variação do período reprodutivo dos peixes ao longo do ano influencia diretamente a presença dos ovos e larvas durante a amostragem. O conhecimento dos períodos onde há a presença de larvas é uma importante ferramenta para a manutenção dos estoques de interesse comercial e para as

espécies de importância ecológica para os recifes. Para as famílias identificadas no PEMPRIM, as informações sobre a biologia reprodutiva encontram-se na Tabela 6.

- O estudo de ovos e larvas de peixes possibilita a identificação de áreas de desova e criação que, por sua vez, são fundamentais para o entendimento da dinâmica dos estoques pesqueiros. Dessa forma, esses estudos contribuem para o monitoramento e gestão efetiva deste recurso

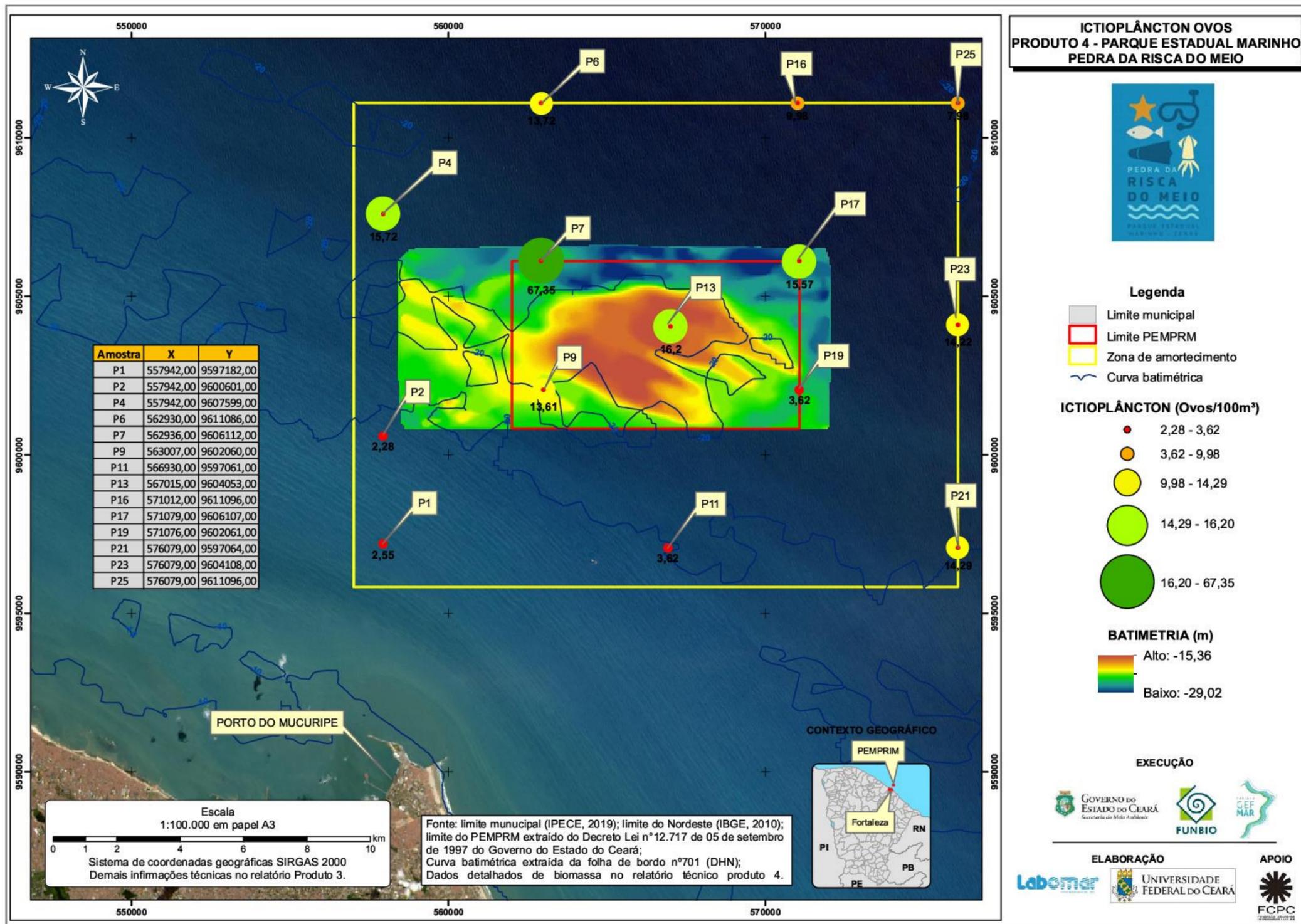


Figura 28 - Densidade (ind./100m³) de ovos de peixes (ictioplâncton) nas estações de coleta com amostragem de plâncton para a elaboração do plano de manejo do PEMPRM) (anexo como MAPA DE ICTIOPLANCTON_OVOS_A3).

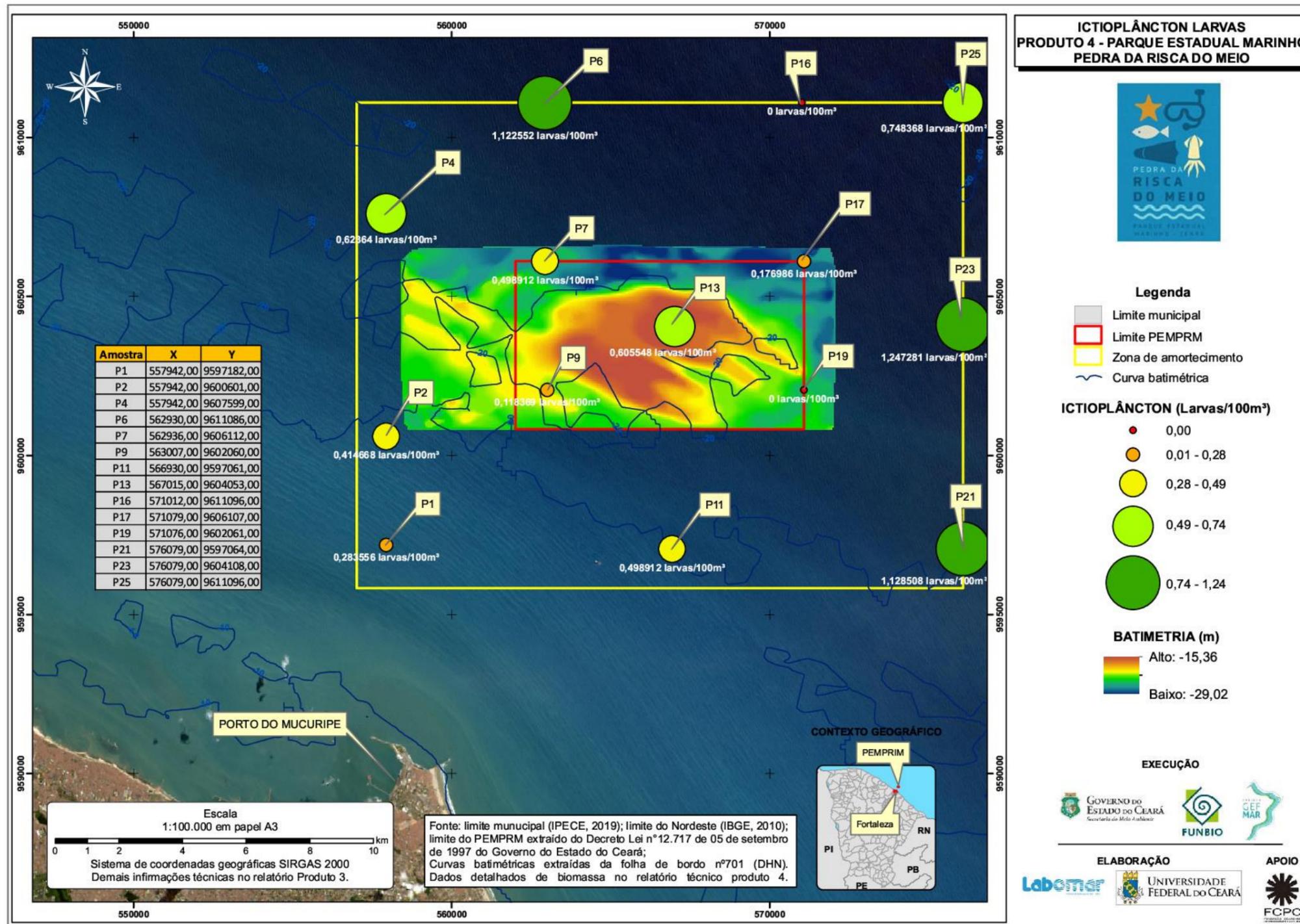


Figura 29 - Densidade (ind./100m³) de larvas de peixes (ictioplâncton) nas estações de coleta com amostragem de plâncton para a elaboração do plano de manejo do PEMPRM (anexo como MAPA DE ICTIOPLANCTON_LARVAS_A3).

Tabela 5 - Famílias de larvas de peixes amostradas durante o diagnóstico ambiental do PEMPRIM.

Família	Espécie	Nome vernacular	Número de larvas	Interesse comercial?	Habitat
Holocentridae	Holocentrus sp.	Mariquita	27	Sim, no Nordeste	Marinho
Lutjanidae	Lutjanus sp.	Peixe vermelho	11	Sim, no Nordeste	Marinho, estuarino, água doce
Carangidae	Caranx sp.	Capitão-garajuba	7	Sim, comercial e esportiva	Marinho, estuarino, água doce
Monacanthidae	Aluterus sp.	Cangulo	5	Captura na pesca de camarão	Marinho
Pomatomidae	Pomatomidae	-	4	Sim, no Sul e Sudeste	Marinho
Diodontidae	Diodon sp.	Baiacu -espinho	2	Sim, no Nordeste	Marinho
Sparidae	Sparidae	-	2	Sim, no Nordeste	Marinho, estuarino, água doce
Nomeidae	Seriola sp.	Arabaiana	2	Não	Marinho, estuarino
Carangidae	Trachurus lathami	Xixarro	2	Sim, comercial e esportiva	Marinho
Monacanthidae	Monacanthidae	-	2	Não	Marinho
Carangidae	Selar crumenophthalmus	Garapau	2	Sim, comercial e esportiva	Marinho
Exocoetidae	Exocoetidae	-	1	Sim, no Nordeste	Marinho
Sciaenidae	Cynoscion sp.	Pescada	1	Sim, no Nordeste	Marinho, estuarino, água doce
Congridae	Congridae	-	1	Sim	Marinho
Nomeidae	Nomeidae	-	1	Não	Marinho
Pomacentridae	Pomacentridae	-	1	Sim, no Sul e Sudeste	Marinho
Serranidae	Serranus sp.	Garoupa	1	Sim, no Nordeste	Marinho

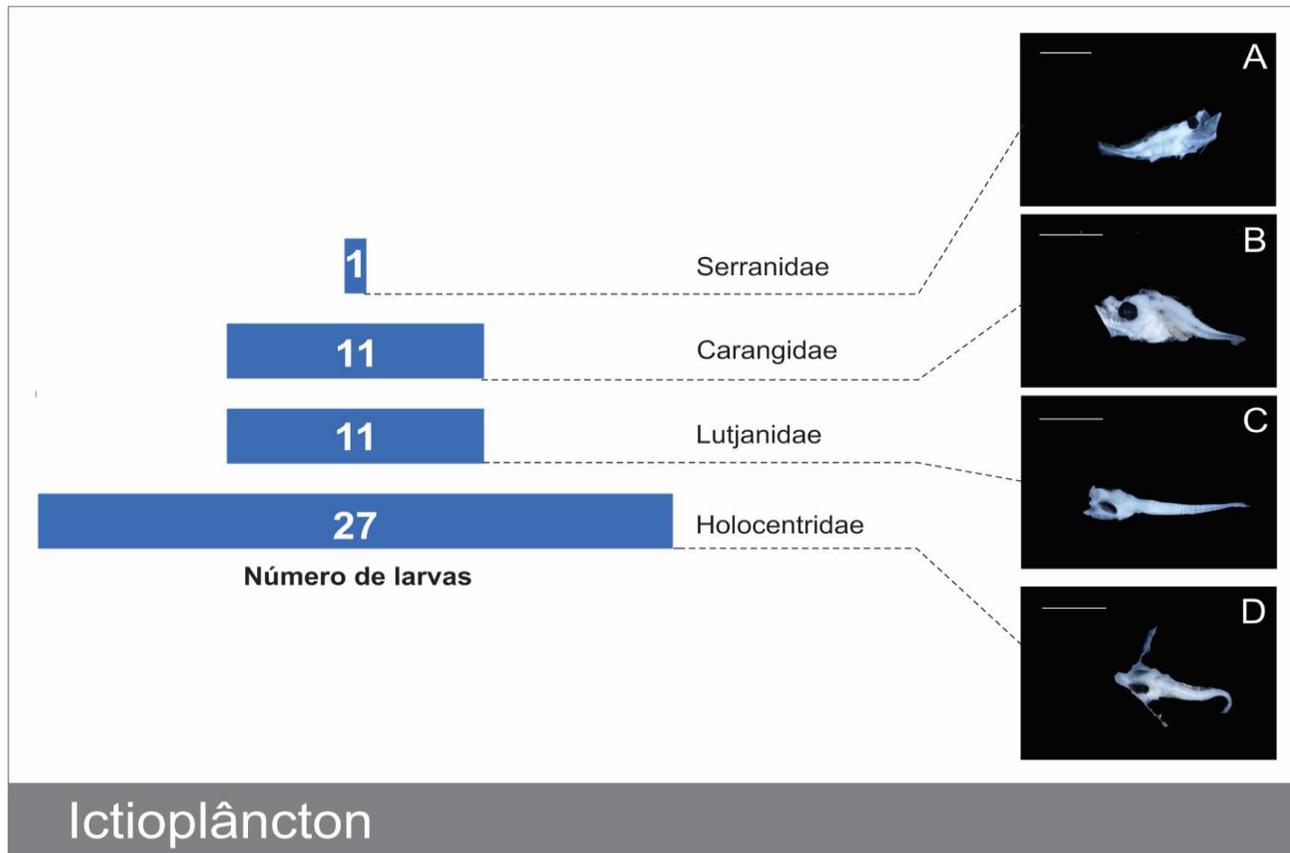


Figura 30 - Número de larvas de peixes (ictioplâncton) dos principais grupos de interesse econômico nas estações de coleta com amostragem de plâncton para a elaboração do plano de manejo do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio (PEMPRIM). A. Serranidae. B. Carangidae. C. Lutjanidae. D. Holocentridae, Barra de escala = 1 mm.

Tabela 6 - Características reprodutivas das famílias de larvas de peixes amostradas durante o diagnóstico ambiental do PEMPRIM.

Família	Características Reprodutivas
Lutjanidae	Populações e espécies continentais exibem desova prolongada no verão, e populações e espécies marinhas se reproduzem durante o ano com picos na primavera e no outono (Grimes, 1987). Dados do Atlântico Equatorial mostram dois picos reprodutivos ocorrendo entre setembro e outubro e entre fevereiro e março (Freitas, 2011).
Serranidae	Dados para Atlântico Equatorial mostram pico reprodutivo entre julho e agosto (Freitas, 2011).
Holocentridae	Dados para Atlântico Equatorial mostram desova anual com menor atividade entre maio e julho (inverno) (Shinozaki-Mendes et al., 2007).
Pomatomidae	Apresentam desova contínua durante a migração entre o sul e médio Atlântico, com pico no inverno e na primavera (Robillard et al., 2008), contudo há discrepâncias sobre os picos reprodutivos sendo necessárias maiores investigações (Silvano e Begossi, 2005, Silvano e Begossi, 2010, Haimovici e Krug, 1992 e Nunes et al., 2018).
Carangidae	Apresentam desova parcelada de acordo com as estações do ano. Apesar de ser um importante recurso pesqueiro, a biologia reprodutiva desse grupo não foi documentada para costa do Brasil (Richards, 2005).
Diodontidae	Desova parcelada com dois picos ao longo do ano (abril a setembro e dezembro) no Atlântico Norte. A biologia reprodutiva desse grupo não foi documentada para costa do Brasil (Richards, 2005).
Exocoetidae	A biologia reprodutiva desse grupo ainda é amplamente desconhecida. No Atlântico Norte, a desova é parcelada variável ao longo do ano (Richards, 2005). Para costa potiguar (RN-Brasil) foi documentado um pico reprodutivo entre abril e junho (Araújo e Chellappa, 2002).
Sparidae	Não foram encontradas informações.
Congridae	Desova parcelada ao longo do ano. Realizam longas migrações para desova, em diferentes locais de acordo com a espécie (Correia et al., 2002, McCleave & Miller, 1994 e Figueroa, Macchi e Haimovici, 2010).
Nomeidae	Não foram encontradas informações.
Monacanthidae	No Atlântico Norte, desova é parcelada entre abril e maio em águas oceânicas e entre junho e outubro em águas costeiras e de plataforma continental (Richards, 2005).
Pomacentridae	No Brasil, desova parcelada com pico no período seco (Souza, 2006; Canan et al., 2011).
Sciaenidae	No Brasil, desova parcelada com dois picos ao longo do ano, um no início do ano (fevereiro) e outro no período seco (Braun e Fontoura, 2004; Camargo e Isaac, 2005; Chaves e Vendel, 1997).

3.2.2 Nécton

3.2.2.1 *Peixes recifais*

Estudos prévios foram realizados no Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio (PEMPRIM) utilizando a mesma metodologia aqui empregada para quantificar as espécies (Freitas, 2009). No período de 2002 a 2007, censos visuais qualitativos (lista de espécies - n = 107) e quantitativos (abundância das espécies - n = 63) foram realizados em 11 recifes inseridos na área do PEMPRIM (Figura 31). As amostragens quantitativas ocorreram nos recifes conhecidos popularmente como Avião, Pedra da Risca do Meio e Pedra Nova, enquanto os censos qualitativos foram realizados nos três pontos acima mencionados além da Pedra da Botija, Cabeço do balanço, Cabeço do arrastado, Pedra do Mar e Pedrinha.

Visando incrementar a lista de espécies de peixes recifais do litoral do Ceará, Freitas (2009) considerou dados obtidos, por meio de mergulho, em cinco ambientes recifais fora do PEMPRIM. No litoral leste, nos municípios de Fortim e Icapuí, foram realizados mergulhos no Navio do Macau (n = 12) e na Risca dos Picos (n = 2). No litoral oeste do Estado, nos municípios de Paracuru e Pecém, foram visitados o Vapor do Paracuru (n = 2), Navio do Pecém (n = 20) e Cabeço do Manuel Salvador (n = 4). A lista das espécies de peixes recifais do Ceará apresentada por Freitas (2009) considera os registros de espécies obtidos no PEMPRIM, compilação bibliográfica, além da ocorrência de espécies não catalogadas para o PEMPRIM, mas que foram registradas em outros recifes da costa cearense. Foram registradas 129 espécies de peixes no PEMPRIM, sendo seis elasmobrânquios e 123 teleósteos. As famílias mais representativas em número de espécies foram Carangidae (14), Labridae (9), Serranidae (8), Haemulidae (7) e Pomacentridae (6).

Os dados obtidos para o diagnóstico dos peixes recifais durante o plano de manejo (Julho e Agosto de 2019) foram realizados em oito pontos amostrais citados a seguir: Arrastadinho, Cabeço do Arrastado, Cabeço do Balanço, Pedra da Botija, Pedrinha, Pedra do Mar, Pedra do Paraíso e Pedra da Risca do Meio constituindo um importante *baseline* atualizado para os principais recifes da área. Em todos os recifes foram realizadas amostragens quantitativas, mas algumas espécies foram avistadas fora do raio de amostragem do censo.

Ao todo, foram registradas 30 famílias, 45 gêneros e 63 espécies. Nos censos quantitativos foram contabilizados 5.383 indivíduos pertencentes a 25 famílias, 40 gêneros e 55

espécies, sendo três elasmobrânquios. As famílias mais representativas em número de espécies foram Labridae (11), Haemulidae (7), Carangidae (4) e Lutjanidae (4). As espécies mais abundantes foram *Haemulon aurolineatum*, *H. squamipinna*, *Acanthurus chirurgus*, *Myripristis jacobus* e *Haemulon parra*. Foram observadas, na maioria das vezes, em densos cardumes (Figura 32).

Para apresentação dos dados, foram utilizados abundância relativa e percentual numérico, e os organismos foram classificados quanto à abundância e frequência de ocorrência. Em termos de abundância das espécies, utilizou-se o cálculo do percentual numérico ($PN\% = 100/S$) e o valor das abundâncias relativas (AR%) para cada recife estudado, onde S é o número de espécies registradas em cada tipo de recife. Considera-se a abundância relativa como sendo a contribuição numérica dos indivíduos de determinada espécie em relação ao número total de indivíduos de todas as espécies encontradas. As espécies foram consideradas abundantes (A), quando $AR\% \geq PN\%$, e não abundantes (NA), quando $AR\% < PN\%$. Para classificação quanto à frequência de ocorrência (Fo), adotou-se o ranking proposto por Honorio et al (2010), onde as espécies que ocorreram em pelo menos 80% das amostragens foram consideradas “Muito comum”. Se $Fo = 51 - 80\%$, as espécies foram consideradas “Comum”; se $Fo = 21 - 50\%$, foram consideradas “Opcionais”. No entanto, se $Fo = 5 - 20\%$ ou $F < 5\%$, as espécies foram classificadas em “Incomum” e “Raras”, respectivamente (GARCIA & VIEIRA, 2001).



Figura 31 - Imagens do procedimento de censo visual realizado durante os mergulhos para o diagnóstico ambiental do PEMPRIM. Fonte: Imagens de Marcus Davis.



Figura 32 - Cardume misto de Haemulon aurolineatum, Haemulon plumieri e Haemulon squamipinna registrado no Cabeço do Arrastado no dia 21 de julho de 2019. Fonte: Imagens de Marcus Davis.

As espécies mais frequentes foram *A. chirurgus*, *Sparisoma frondosum*, *H. aurolineatum*, *Stegastes pictus* e *Chaetodipterus faber* (Tabela 7). A riqueza de espécies registrada por Freitas (2009) foi quase que o dobro comparado aos dados obtidos no presente diagnóstico, porém vale ressaltar que o esforço amostral foi consideravelmente superior. Além disto foram consideradas espécies registradas na literatura, bem como em outros recifes situados além dos limites do PEMPRIM. Todas as espécies aqui registradas estão listadas na pesquisa de Freitas (2009) exceto *Haemulon steindachneri* e *Seriola rivoliana* (Tabela 7). Possivelmente, essas espécies existiam na região, porém não foram registradas no trabalho de Freitas (2009). A Tabela 8 também detalha as espécies vulneráveis e ameaçadas de extinção.

Quanto ao uso dos recifes do PEMPRIM e distribuição de comprimento das espécies, apenas *H. aurolineatum* e *A. chirurgus* foram consideradas, pois foram abundantes e muito comuns ou comuns. Esta análise também foi realizada para *S. frondosum*, que muito embora não tenha sido classificada como abundante, é muito comum nos diversos recifes do PEMPRIM e está classificada como vulnerável.

O comprimento máximo de *A. chirurgus* registrado na literatura é 39 cm (Figueiredo et al., 2002), mas comumente o máximo observado é 35 cm (Cervigón et al., 1992). Atinge a maturidade sexual entre 14 (macho) e 17 (fêmea) cm (Garcia-Cagide et al., 1994). No PEMPRIM, esta espécie ocorre com comprimentos entre 5 e 20 cm.

A xira, *H. aurolineatum*, é muito comum e abundante nos recifes brasileiros (Daros et al., 2012, Feitosa et al. 2012, Pereira et al., 2014) e não atinge grande porte (25 cm) (Robins & Ray, 1996). Frequentemente o tamanho máximo observado é 18 cm (Cervigón et al., 1992) e a maturação sexual ocorre com 13 cm (Garcia-Cagide et al., 1994).

O tamanho máximo do budião batata na literatura é 34,5 cm (Moura et al., 2001), mas no PEMPRIM foi observado espécime com 40 cm. A maturidade sexual é atingida com 17 cm (fêmea) e 17,7 cm (macho) (Véras et al., 2009). As espécies *H. aurolineatum* e *A. chirurgus*, consideradas abundantes e muito comuns/comuns, assim como *S. frondosum*, classificada como vulnerável, foram escolhidas para compor um histograma (Figura 33). Essas informações, juntamente com informações obtidas na literatura sobre a maturação sexual dessas três espécies, levaram a concluir que os recifes do PEMPRIM são utilizados tanto por jovens quanto adultos.

Tabela 7 - Lista das espécies amostradas em julho e agosto de 2019 no Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio, em ordem evolutiva (Nelson, 2006), com suas respectivas famílias, nomes vulgares e categorias de abundância e frequência.

Família	Espécie	Nome vulgar	Abund.	Freq.
Ginglymostomatidae	<i>Ginglymostoma cirratum</i> (Bonnaterre, 1788)	Tubarão lixa	NA	I
		Raia manteiga ou		
Dasyatidae	<i>Hypanus americanus</i> (Hildebrand & Schroeder 1928)	Raia prego	NA	R
Dasyatidae	<i>Hypanus marianae</i> (Gomes, Rosa & Gadig 2000)	Raia mariquita	NA	R
Muraenidae	<i>Muraena pavonina</i> Richardson, 1845	Moréia pintada	NA	R
Holocentridae	<i>Holocentrus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	Mariquita	NA	O
Holocentridae	<i>Myripristis jacobus</i> Cuvier, 1829	Mariquita do olho	A	O
Aulostomidae	<i>Aulostomus strigosus</i> Wheeler 1955	Trombeta	NA	I
		Badejinho lanterna ou Mariquita pin- tada		
Serranidae	<i>Serranus baldwini</i> (Evermann & Marsh, 1899)			
Epinephelidae	<i>Cephalopholis fulva</i> (Linnaeus, 1758)	Piraúna	NA	I
Epinephelidae	<i>Epinephelus adscensionis</i> (Osbeck, 1765)	Garoupa gato	NA	I
Epinephelidae	<i>Mycteroperca bonaci</i> (Poey, 1860)	Sirigado	NA	I
Grammistidae	<i>Rypticus saponaceus</i> (Block & Schneider, 1801) *	Peixe sabão		
Grammatidae	<i>Gramma brasiliensis</i> Gasparini, Sazima & Moura, 1988 *	Gramma		
Carangidae	<i>Carangoides bartholomaei</i> (Cuvier, 1833)	Guarajuba amarela	NA	I
Carangidae	<i>Caranx crysos</i> (Mitchill, 1815)	Guarajuba preta	NA	I
Carangidae	<i>Seriola rivoliana</i> Valenciennes, 1833	Arabaiana	NA	I
Carangidae	<i>Trachinotus goodei</i> Jordan & Evermann, 1896	Pampo	NA	R
Lutjanidae	<i>Lutjanus alexandrei</i> Moura & Lindeman, 2007	Baúna de fogo	NA	O
Lutjanidae	<i>Lutjanus jocu</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Dentão	NA	I
Lutjanidae	<i>Lutjanus synagris</i> (Linnaeus, 1758)	Ariacó	NA	R
Lutjanidae	<i>Ocyurus chrysurus</i> (Bloch, 1791)	Guaiuba	NA	C
Haemulidae	<i>Anisotremus surinamensis</i> (Bloch, 1791)	Pirambú	NA	I

Haemulidae	<i>Anisotremus virginicus</i> (Linnaeus, 1758)	Salema	NA	O
Haemulidae	<i>Haemulon aurolineatum</i> Cuvier, 1830	Xira	A	C
Haemulidae	<i>Haemulon parra</i> (Desmarest, 1823)	Cambuba	A	I
Haemulidae	<i>Haemulon plumierii</i> (Lacépède, 1801)	Biquara	NA	C
Haemulidae	<i>Haemulon squamipinna</i> Rocha & Rosa, 1999	Xira amarela	A	O
Haemulidae	<i>Haemulon steindachneri</i> (Jordan & Gilbert, 1882)	Macasso	NA	R
Sparidae	<i>Calamus</i> spp.	Pena	NA	I
Sciaenidae	<i>Pareques acuminatus</i> (Bloch & Schneider, 1801)	Maria nagô		
Mullidae	<i>Mulloidichthys martinicus</i> (Cuvier, 1829)	Saramunete	NA	O
Mullidae	<i>Pseudupeneus maculatus</i> (Bloch, 1793)	Saramunete/Trilha	NA	O
Kyphosidae	<i>Kyphosus</i> spp.	Piranjica	NA	I
Chaetodontidae	<i>Chaetodon ocellatus</i> Bloch, 1787	Borboleta	NA	I
Chaetodontidae	<i>Chaetodon striatus</i> Linnaeus, 1758	Borboleta listrada	NA	R
Pomacanthidae	<i>Holacanthus ciliaris</i> (Linnaeus, 1758)	Peixe anjo	NA	C
Pomacanthidae	<i>Pomacanthus paru</i> (Bloch, 1787)	Paru	NA	O
Cirrhitidae	<i>Amblycirrhitus pinos</i> (Mowbray, 1927)	Sarapinho		
Pomacentridae	<i>Abudefduf saxatilis</i> (Linnaeus, 1758)	Sargentinho	NA	O
Pomacentridae	<i>Chromis multilineata</i> (Guichenot, 1853)	Mulata	NA	I
Pomacentridae	<i>Stegastes pictus</i> (Castelnau, 1855)	Donzela	NA	C
Labridae	<i>Bodianus rufus</i> (Linnaeus, 1758)	Budião-papagaio	NA	O
Labridae	<i>Halichoeres bivittatus</i> (Bloch, 1791)	Budião	NA	R
Labridae	<i>Halichoeres brasiliensis</i> (Bloch, 1791)	Budião verde	NA	O
Labridae	<i>Halichoeres dimidiatus</i> (Agassiz, 1831)	Cianocéfalo	NA	I
Labridae	<i>Halichoeres penrosei</i> Starks, 1913	Budião palhaço	NA	I
Labridae	<i>Halichoeres poeyi</i> (Steindachner, 1867)	Budião	NA	O
Labridae: Scarinae	<i>Scarus trispinosus</i> Valenciennes in Cuvier & Valenciennes, 1840	Budião azul	NA	I
Labridae: Scarinae	<i>Scarus zelindae</i> Moura, Figueiredo & Sazima, 2001	Budião	NA	I
Labridae: Sparisomatinae	<i>Sparisoma axillare</i> (Steindachner, 1878)	Budião batata	NA	I

Labridae: Sparisomatinae	<i>Sparisoma frondosum</i> (Agassiz in Spix & Agassiz, 1831)	Budião batata	NA	MC
Labridae: Sparisomatinae	<i>Thalassoma noronhanum</i> (Boulenger, 1890)	Budião de noronha	NA	O
		Macaco de rabo		
		vermelho		
Blennidae	<i>Ophioblennius trinitatis</i> Miranda Ribeiro, 1919 *			
Gobiidae	<i>Elacatinus figaro</i> Sazima, Moura & Rosa, 1997	Gobi néon	NA	R
Ephipiidae	<i>Chaetodipterus faber</i> (Broussonet, 1782)	Enxada	NA	C
Acanthuridae	<i>Acanthurus bahianus</i> Castelnau, 1855	Lanceta marrom	NA	R
Acanthuridae	<i>Acanthurus chirurgus</i> (Bloch, 1787)	Caraúna azul	A	MC
Acanthuridae	<i>Acanthurus coeruleus</i> Bloch & Schneider, 1801	Lanceta	NA	C
Scombridae	<i>Scomberomorus brasiliensis</i> Collette, Russo & Zavala-Camim, 1978	Serra	NA	O
Balistidae	<i>Cantherhines macrocerus</i> (Hollard in Guichenot, 1853)*	Peixe porco-pintado		
Monacanthidae	<i>Cantherhines pullus</i> (Ranzani, 1842)	Peixe porco	NA	R
Ostraciidae	<i>Acanthostracion polygonius</i> Poey, 1876*	Peixe cofre		
Tetraodontidae	<i>Canthigaster figueiredoi</i> Moura & Castro, 2002	Baiacu-mirim	NA	I

Legenda: abund. – Abundância; NA – não abundante; A – abundante; freq. – frequência; MC – muito comum; C – comum; O – ocasional; I – infrequente; R – rara; * - registro durante o mergulho.

Tabela 8 - Lista das espécies registradas, em ordem evolutiva (Nelson, 2006) com informações sobre as características bioindicadoras, endemismo, nível de ameaça e ocorrência em trabalhos pretéritos realizados no PEMPRIM (Freitas, 2009).

Espécie	Características bioindicadoras e endemismo (E)	Ameaça 1*	Ameaça 2*	Ocorrência em Freitas (2009)
<i>Ginglymostoma cirratum</i>	Espécie rara	-	Vulnerável	x
<i>Hypanus americanus</i>	Espécie rara (E)	-	-	x
<i>Hypanus marianae</i>	Espécie rara	-	-	x
<i>Cephalopholis fulva</i>	Alvo da pesca	-	-	x
<i>Epinephelus adscensionis</i>	Alvo da pesca	-	-	x
<i>Mycteroperca bonaci</i>	Alvo da pesca	Quase ameaçada	Vulnerável	x
<i>Carangoides bartholomaei</i>	Alvo da pesca	-	-	x
<i>Caranx crysos</i>	Alvo da pesca	-	-	x
<i>Seriola rivoliana</i>	Alvo da pesca	-	-	
<i>Lutjanus alexandrei</i>	Alvo da pesca (E)	-	-	x
<i>Lutjanus jocu</i>	Alvo da pesca	-	-	x
<i>Lutjanus synagris</i>	Alvo da pesca	Quase ameaçada	-	x
<i>Ocyurus chrysurus</i>	Alvo da pesca	-	-	x
<i>Anisotremus virginicus</i>	Limpadora quando jovem	-	-	x
<i>Haemulon aurolineatum</i>	Indicadora de pressão de pesca	-	-	x
<i>Haemulon parra</i>	Indicadora de pressão de pesca	-	-	x
<i>Haemulon plumierii</i>	Alvo da pesca	-	-	x
<i>Haemulon squamipinna</i>	Indicadora de pressão de pesca (E)	-	-	x
<i>Haemulon steindachneri</i>	Indicadora de pressão de pesca	-	-	
<i>Chaetodon ocellatus</i>	Ornamental	-	-	x
<i>Chaetodon striatus</i>	Ornamental	-	-	x
<i>Holacanthus ciliaris</i>	Ornamental/Controle algal e de esponjas	-	-	x
<i>Pomacanthus paru</i>	Ornamental/Controle algal e de esponjas/Limpadora	-	-	x
<i>Bodianus rufus</i>	Ornamental e limpadora	-	-	x

<i>Halichoeres brasiliensis</i>	(E)	-	-	X
<i>Halichoeres dimidiatus</i>	Ornamental	-	-	X
<i>Scarus trispinosus</i>	Alvo da pesca/Controle algal (E)	Em perigo	Em perigo	X
<i>Scarus zelindae</i>	Alvo da pesca/Controle algal (E)	-	Vulnerável	X
<i>Sparisoma axillare</i>	Alvo da pesca/Controle algal (E)	-	Vulnerável	X
<i>Sparisoma frondosum</i>	Alvo da pesca/Controle algal (E)	-	Vulnerável	X
<i>Thalassoma noronhanum</i>	(E)	-	-	X
<i>Elacatinus figaro</i>	Ornamental e limpadora (E)	-	Vulnerável	X
<i>Acanthurus bahianus</i>	Controle algal	-	-	X
<i>Acanthurus chirurgus</i>	Controle algal	-	-	X
<i>Acanthurus coeruleus</i>	Controle algal	-	-	X
<i>Scomberomorus brasiliensis</i>	Alvo da pesca (E)	-	-	X

Legenda: Ameaça 1 – *IUCN Red List*; Ameaça 2 – Livro vermelho da fauna brasileira, - sem informações.

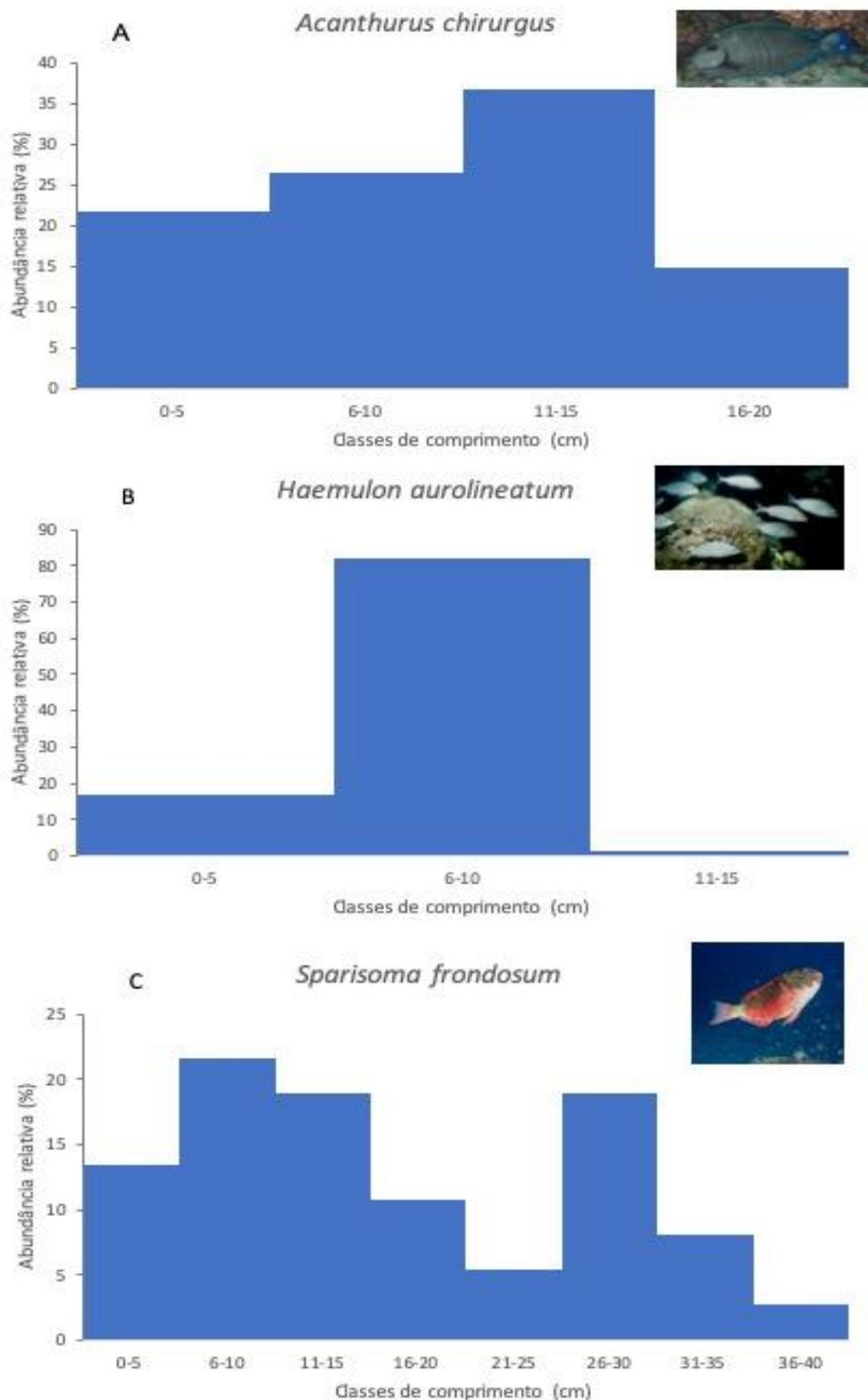


Figura 33 - Histograma de classes de comprimento de *Acanthurus chirurgus* (A), espécie abundante e muito comum, *Haemulon aurolineatum* (B), espécie abundante e comum e (C) *Sparisoma frondosum*, espécie não abundante e muito comum.

Os recifes foram comparados em termos de riqueza de espécies, abundância bem como os índices ecológicos de Shannon (diversidade) e Pielou (equitabilidade). Não foram observadas diferenças significativas através do teste de Kruskal-Wallis entre os pontos amostrais para a abundância, índice de Shannon ($H = 12,23$, $p = 0,0935$) e equitabilidade ($H = 11,81$, $p = 0,1058$). A exceção foi para a riqueza de espécies ($H = 16,25$, $p = 0,02196$) (Tabela 9). Os seguintes recifes apresentaram diferenças estatísticas: (1) Pedra da Botija e Arrastadinho, (2) Pedra da Botija e Pedra do Paraíso, (3) Cabeço do Balanço e Cabeço do Arrastado, (4) Arrastadinho e Cabeço do Arrastado, (5) Risca do Meio e Pedra do Paraíso. O Cabeço do Arrastado diferiu de todos os outros pontos, exceto Pedra da Botija e Pedra da Risca do Meio (Figura 34).

Dentre as 55 espécies quantificadas, 36 foram classificadas como bioindicadoras. Os critérios estabelecidos foram aqueles utilizados pelo Programa de Monitoramento de Recifes de Corais do Brasil (Ferreira & Maida, 2006), mas com algumas adaptações, que consideram se a espécie é (1) alvo da pesca, (2) alvo da pesca e importante para o controle de algas (controle algal), (3) importante para o controle algal, (4) rara, (5) limpadora, (6) ornamental, (7) ornamental e limpadora, (8) ornamental e importante para o controle algal e de esponjas, (9) ornamental, importante para o controle algal e limpadora e (10) indicadora de pressão pesqueira. O ponto “Cabeço do Arrastado” apresentou o maior número de espécies nas categorias (1), (2) e (3), a Pedra da Risca do Meio teve o maior registro de espécies raras, enquanto o Cabeço do Balanço se sobressaiu na categoria de espécies indicadoras de pressão pesqueira (Figura 35). Considerando a densidade por categoria de bioindicadores, a única que apresentou diferença significativa foi a alvo da pesca. O Cabeço do Arrastado diferiu de todos os outros recifes, exceto Pedra do Mar. O Arrastadinho também se diferenciou da Pedra do Mar.

Tabela 9 - Valores médios de riqueza e abundância de espécies, diversidade de Shannon, equitabilidade de Pielou e número de espécies bioindicadoras por recifes do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio. * Valor absoluto.

Recifes	Riqueza de espécies	Abundância	Diversidade de Shannon	Equitabilidade de Pielou	Espécies bioindicadoras*
Pedra da Botija	15.67	465.67	1.19	0.43	14
Cabeço do Balanço	12.33	598.33	1.08	0.44	15
Arrastadinho	10.67	116.00	1.10	0.47	9
Pedra Risca do Meio	14.67	149.00	1.79	0.67	16
Cabeço do Arrastado	21.67	105.00	2.31	0.75	23
Pedra do Mar	12.67	159.33	1.15	0.46	16
Pedra do Paraíso	9.67	74.00	1.58	0.70	13
Pedrinha	13.00	16.00	1.79	0.71	14

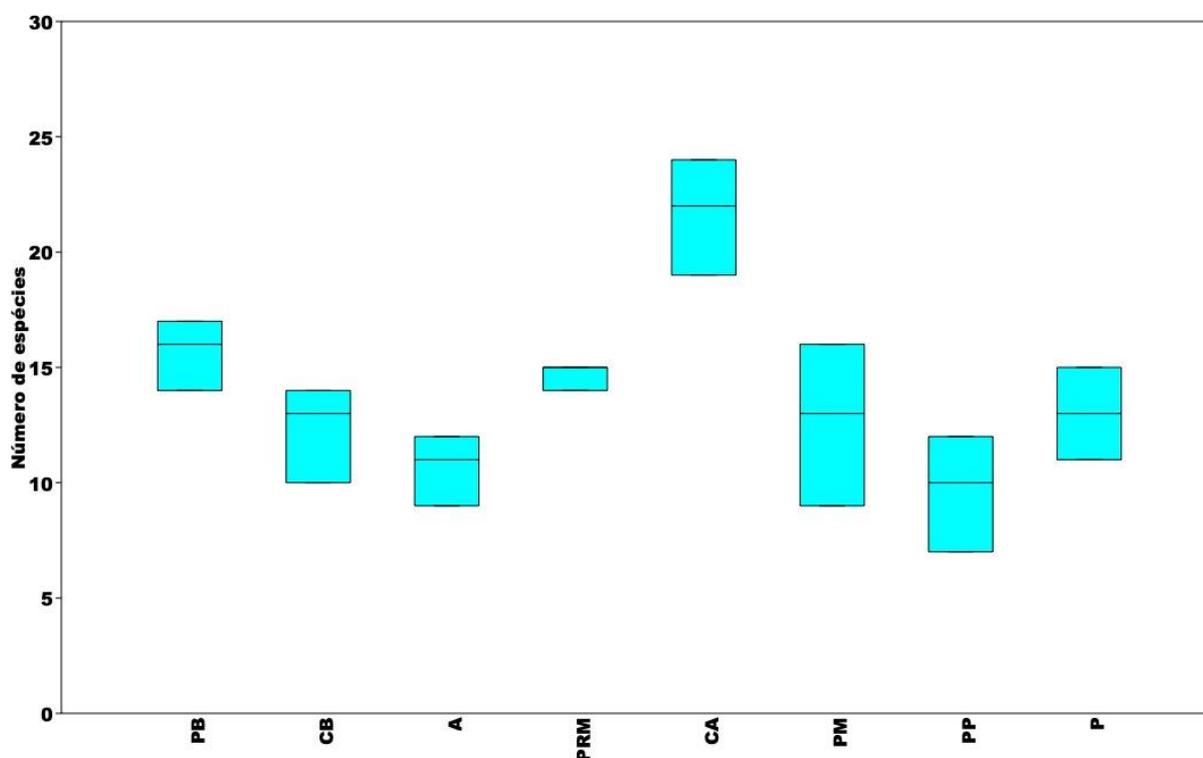


Figura 34 - Boxplot do número de espécies amostradas por recife no período de julho a agosto de 2019 no Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio. Legenda: As linhas internas dos retângulos representam as medianas das produções, a borda inferior representa o percentil 25 e a borda superior o percentil 75. PB: Pedra da Botija, CB: Cabeço do Balanço, A: Arrastadinho, PRM: Pedra da Risca do Meio, CA: Cabeço do Arrastado, PM: Pedra do Mar, PP: Pedra do Paraíso e P: Pedrinha.

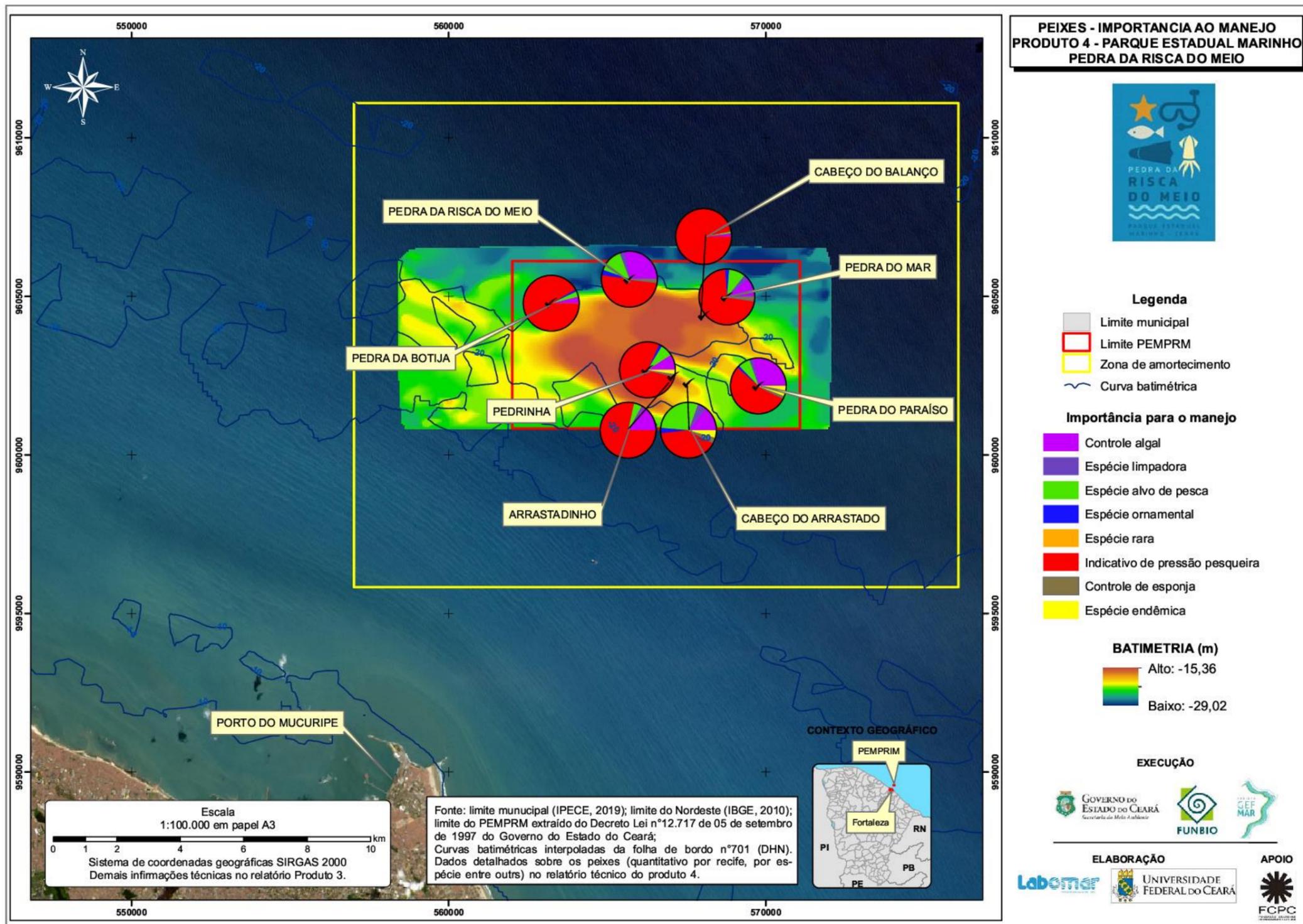


Figura 35 - Mapa de abundância total de peixes observados durante o diagnóstico ambiental do PEMPRM classificados de acordo com a importância para o manejo (em anexo como MAPA PEIXES_A3).

3.2.2.2 Cetáceos

Para a costa brasileira foram registrados cetáceos pertencentes às subordens Mysticeti e Odontoceti. Tais ocorrências foram observadas por meio de registros aéreos ou enalhes. Essas espécies são comuns em águas tropicais, subtropicais e temperadas em todo hemisfério sul, embora algumas espécies sejam cosmopolitas. Ao todo, estão registradas 44 espécies pertencentes a sete famílias e 26 gêneros (Monteiro-Filho et al., 2013).

O litoral nordestino carece de publicações atualizadas sobre os cetáceos, o que impossibilita uma melhor caracterização sobre a ocorrência das espécies. O último relatório foi realizado no antigo território baleeiro, no estado da Paraíba entre os anos de 1998 e 2001, porém os registros referem-se apenas as baleias. Quanto ao Ceará, os últimos registros publicados foram feitos entre os anos de 1992 e 2005 e abrangem a ordem Cetacea.

Para o Ceará são conhecidas 19 espécies, sendo 11 de Odontoceti e oito de Mysticeti (Meireles et al., 2009; Meireles, 2010) (Tabela 10). Muitas dessas ocorrências foram registrados por meio de enalhes, como é o caso dos Mysticeti. Acredita-se que algumas espécies de cetáceos possam utilizar a área do PEMPRIM como rota de passagem, principalmente aquelas do gênero *Sotalia* e *Tursiops*, por exemplo, que possuem hábito mais costeiro (Meireles et al., 2009). Considerando relato de pescadores, é provável que as espécies *Sotalia guianensis* (Van Beneden, 1854), *Steno bredanensis* (Cuvier, 1828) e *Tursiops truncatus* Montagu, 1821 utilizem a área do PEMPRIM para tais fins. É importante frisar que *S. guianensis* é patrimônio natural do município de Fortaleza, declarada por meio da lei nº 9.949, de 13 de dezembro de 2012, além disso está classificada como vulnerável (ICMBIO, 2018), porém está contemplada na CITES (Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e Flora Silvestres Ameaçadas de Extinção). Na literatura, existe apenas o registro do *Tursiops truncatus* na área do PEMPRIM (Soares et al., 2011).

Tabela 10 - Lista das espécies de cetáceos registrados no Ceará por meio de avistagens e encalhes, com suas respectivas famílias, nome vulgar e categorias de ameaça. As espécies destacadas possuem maior probabilidade de ocorrer no PEMPRIM. LC = Least concern (Pouco preocupante), NT= Near threatened (quase ameaçada), VU = Vulnerável. DD = Dados insuficientes.

Família	Espécie	Nome vulgar	IUCN (2019)	ICMBIO (Livro Vermelho 2018)	PAN*	CITES (2016)
Delphinidae	<i>Globicephala macrorhynchus</i> Gray, 1846	Baleia piloto de aleta curta	LC			
Delphinidae	<i>Lagenodelphis hosei</i> Fraser, 1956	Golfinho de fraser	LC			
Delphinidae	<i>Orcinus orca</i> (Linnaeus, 1758)	Orca	DD		DD	Apêndice II
Delphinidae	<i>Peponocephala electra</i> (Gray, 1846)	Golfinho cabeça de melão	LC			
Delphinidae	<i>Pseudorca crassidens</i> (Owen, 1846)	Falsa orca	NT			
Delphinidae	<i>Sotalia guianensis</i> (Van Beneden, 1854)	Boto cinza	NT	VU	DD	Apêndice I
Delphinidae	<i>Stenella clymene</i> (Gray, 1846)	Golfinho clímene	LC			
Delphinidae	<i>Stenella longirostris</i> (Gray, 1828)	Golfinho rotador	LC		DD	Apêndice II
Delphinidae	<i>Steno bredanensis</i> (Cuvier, 1828)	Golfinho de dentes rugosos	LC		DD	Apêndice II
Delphinidae	<i>Tursiops truncatus</i> Montagu, 1821	Golfinho nariz de garrada	LC		DD	Apêndice II
Balaenopteridae	<i>Balaenoptera acutorostrata</i> (Lacèpede, 1804)	Baleia de minke	LC			
Balaenopteridae	<i>Balaenoptera bonaerensis</i> Burmeister, 1867	Baleia minke antártica	NT			
Balaenopteridae	<i>Megaptera novaeangliae</i> Borowski, 1871	Baleia jubarte	LC			
Kogiidae	<i>Kogia breviceps</i> (de Blainville, 1838)	Cachalote pigmeu	DD			
Kogiidae	<i>Kogia sima</i> (Owen, 1866)	Cachalote anão	DD			
Physeteridae	<i>Physeter macrocephalus</i> (Linnaeus, 1758)	Cachalote	VU	VU		
Ziphiidae	<i>Mesoplodon europaeus</i> (Gervais, 1855)	Baleia bicuda de gervais	DD			
Ziphiidae	<i>Ziphius cavirostris</i> Cuvier, 1823	Baleia bicuda de cuvier	LC			

3.2.2.3 *Tartarugas*

O litoral cearense é conhecido como importante área de alimentação, desenvolvimento e rota de migração de tartarugas marinhas (Lima e Troeng, 2001; Lima & Melo, 2002). As espécies tartaruga-cabeçuda *Caretta caretta* Linnaeus (1758), tartaruga verde *Chelonia mydas* Linnaeus (1758), tartaruga de couro *Dermochelys coriacea*, tartaruga de pente *Eretmochelys imbricata* Linnaeus (1766) e tartaruga-oliva *Lepidochelys olivacea* ocorrem no litoral cearense (Lima et al., 2007a, Marcovaldi & Marcovaldi, 1999) e foram registradas, na maioria das vezes, através de encalhes na praia (Lima et al., 2007b).

A tartaruga verde *Chelonia mydas* é a mais comum no litoral cearense (Figura 36) (Lima et al., 2008; Lima dos Santos et al., 2017). Tal fato deve-se à ocorrência de bancos de algas ao longo da costa cearense (Lima et al., 2003), visto que esta espécie é onívora quando jovem e herbívora quando adulta.

No litoral do Ceará, as espécies *C. mydas* (comprimento curvilíneo da carapaça – CCC - inferior a 90 cm, Moreira, 2003), *E. imbricata* e *C. caretta* (CCC inferior a 83 cm - ocorrem na fase jovem, Baptistone et al., 2003) ocorrem na fase jovem. A tartaruga oliva *L. olivacea* foi registrada na fase adulta (Lima et al., 2008). Em monitoramentos realizados na faixa de praia do município de Fortaleza, realizados pelo Grupo de Estudo e Articulações sobre Tartarugas Marinhas foram registrados exemplares adultos de *C. caretta*, bem como ninhos de *E. imbricata* (Feitosa et al., 2017). Na área do PEMPRIM foram avistadas três das cinco tartarugas que ocorrem no Ceará: *C. caretta*, *C. mydas* e a *E. imbricata*.

Essas cinco espécies de tartarugas estão inseridas nas listas de espécies ameaçadas de extinção em escala mundial, onde os impactos antropogênicos são responsáveis pelos declínios populacionais. As principais ameaças às tartarugas marinhas são o desenvolvimento costeiro, a captura incidental pela pesca, uso direto para consumo humano, as mudanças climáticas, poluição e patógenos (Santos et al., 2011). A espécie *C. caretta* ocorre no Ceará na fase adulta e com finalidade de alimentação. Está classificada como "em perigo" na Lista Vermelha da IUCN (última avaliação realizada em 1996) (Casale & Tucker, 2017). A *C. mydas*, também ocorre no estado para alimentação, e está considerada como "em perigo" (última avaliação realizada em 2004) (Seminoff, 2004).

A tartaruga de pente *E. imbricata*, também ocorre no Ceará para se alimentar e se reproduzir (Feitosa et al., 2017), porém seu estado de conservação é de "criticamente em

perigo” (última avaliação realizada em 2008) (Mortimer & Donnelly, 2008). A espécie *Lepidochelys olivacea* está classificada como “vulnerável” (última avaliação realizada em 2008). A *D. coriacea* ocorre no Ceará pois está ao longo de sua rota migratória, sendo considerada como “vulnerável” na Lista Vermelha da IUCN (última avaliação realizada em 2013) (Wallace et al., 2013) (Santos et al, 2011).



Figura 36 - Tartaruga verde *Chelonia mydas* registrada durante o censo visual de peixes no recife Pedrinha no dia 02 de agosto de 2019. Fonte: Marcus Davis/Mar do Ceará.

3.2.3 Bentos

A comunidade bentônica da área foi avaliada de modo quantitativo nos recifes também avaliados no levantamento da ictiofauna do PEMPRIM. No geral a comunidade de fundo é formada por esponjas, corais, gorgônias, macroalgas, ascídeas, briozoários e algas coralinas incrustantes. As esponjas apresentaram alta diversidade incluindo duas espécies novas nunca descritas pela ciência (*Dictyonella* sp. nov. e *Callyspongia* sp. nov) que foram encontradas durante as campanhas.

Dentre as espécies encontradas nas campanhas destacam-se *Dragmacidon reticulatum*, *Ptilocaulis forsteri*, *Callyspongia (Cladochalina) vaginalis*, *Aiolochoxia crassa*, *Aplysina* cf. *fulva*, *Geodia corticostylifera*, *Ircinia felix*, *Ircinia strobilina* e *Agelas sventres* (Figura 37). As esponjas são um dos principais componentes dos recifes do parque e tiveram altas abundâncias especialmente na Pedra do Paraíso (~18% da cobertura do fundo) e Pedra da Botija (~25% de cobertura). Nos demais recifes a abundância também foi elevada (Figuras 38 a 40), sendo comumente superior a 5%. Assim, as esponjas são o principal grupo animal formador de habitat nos recifes do parque, porém com variações espaciais onde corais resistentes (como *S. stellata* e *M. cavernosa*) podem ser dominantes em alguns poucos locais.

Dentre os corais foram encontradas cinco espécies, identificadas como *Siderastrea stellata* (mais abundante e frequente em todos os recifes), *Montastraea cavernosa*, *Favia gravida* e os corais endêmicos *Mussismilia hispida* e *Meandrina braziliensis*. Os corais perfazem uma porcentagem de cobertura que varia espacialmente na área (Figuras 38 a 40), sendo encontrados valores baixos normalmente menores que 10% da cobertura na maioria dos recifes. Contudo, possuem importância ecológica devido à estruturação do habitat com algas e esponjas (Figura 40).

As macroalgas, algas filamentosas e algas coralinas são o organismo dominante nos recifes do parque (Figuras 39 a 40) principalmente em recifes mais rasos ou submetidos a uma maior sedimentação. Vale salientar que a quantidade de sedimento sobre os recifes foi significativa (~ 30% do fundo) em áreas como Pedrinha, Arrastadinho e Balanço o que sugere eventos de revolvimento do sedimento do fundo como ondas do tipo *swell* como um evento que promove um distúrbio ambiental nos recifes e eventos de recolonização do substrato por organismos de crescimento rápido

como as macroalgas (diferentemente dos corais e esponjas que possuem crescimento mais lento).

Nos mergulhos dos dias 22 de julho e 2 de agosto foram encontrados *blooms* da macroalga *Rhizoclonium* especialmente no recife da Pedra da Risca (cerca de 79% do fundo). Este evento de *blooms* de macroalgas aparentemente são sazonais e ocorrem entre maio e agosto nos últimos anos. A razão destes grandes aglomerados deve ser investigada, porém provavelmente deve estar relacionado a temperatura e/ou nutrientes que, provavelmente, traz uma grande quantidade de matéria orgânica depositada junto ao fundo do recife e prejuízos para algumas espécies como gorgônias e esponjas.

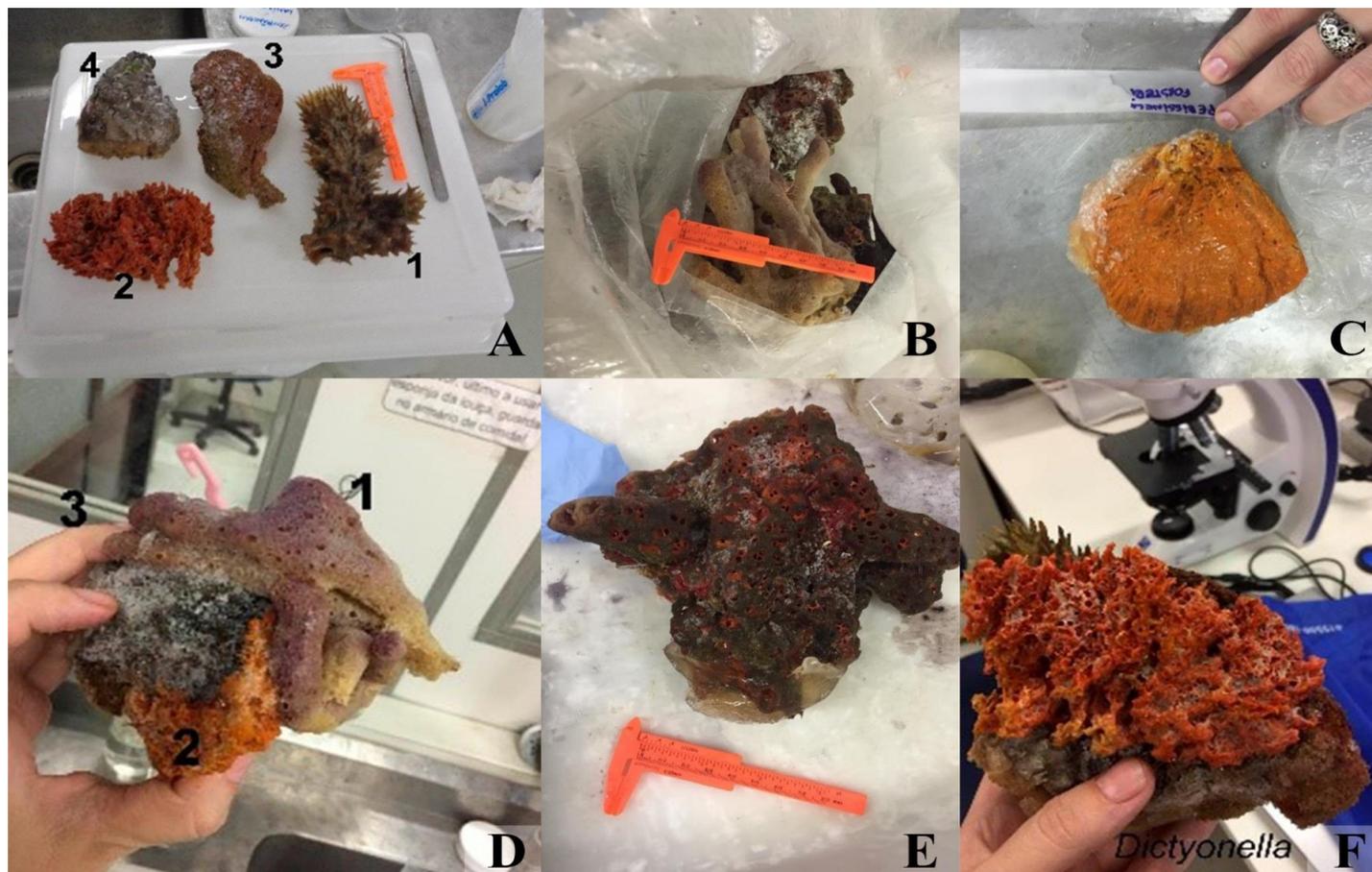


Figura 37 - Esponjas encontradas no PEMPRIM durante o diagnóstico ambiental. A. 1. *Callyspongia vaginalis*. 2. *Dictyonella* sp. nov. 3. *Ircinia felix*. 4. *Ircinia strobilina*; B. *Callyspongia* sp. nov.; C. *P. forsteri*; D. 1. *Callyspongia* sp. nov. 2. *P. forsteri*. 3. *I. strobilina*; E. *Agelas sventres*; F. *Dictyonella* sp. ov.

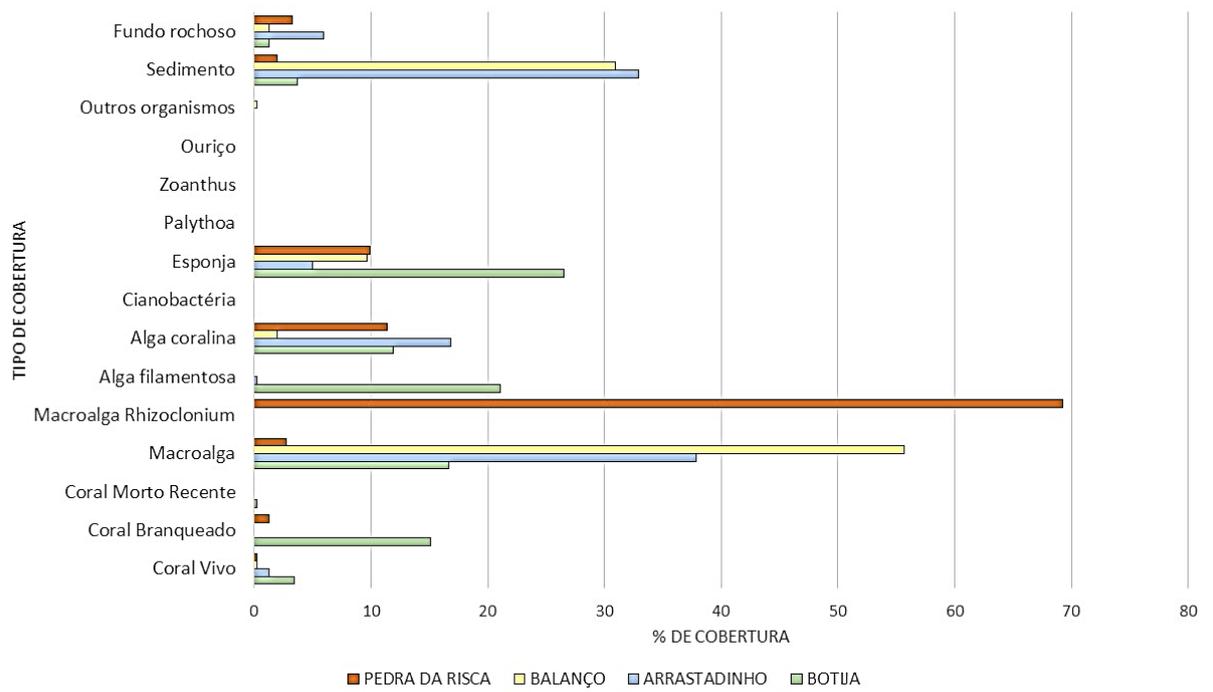


Figura 38 - Cobertura bentônica nos recifes da Pedra da Risca, Balanço, Arrastadinho e Botija durante o diagnóstico ambiental do PEMPRIM.

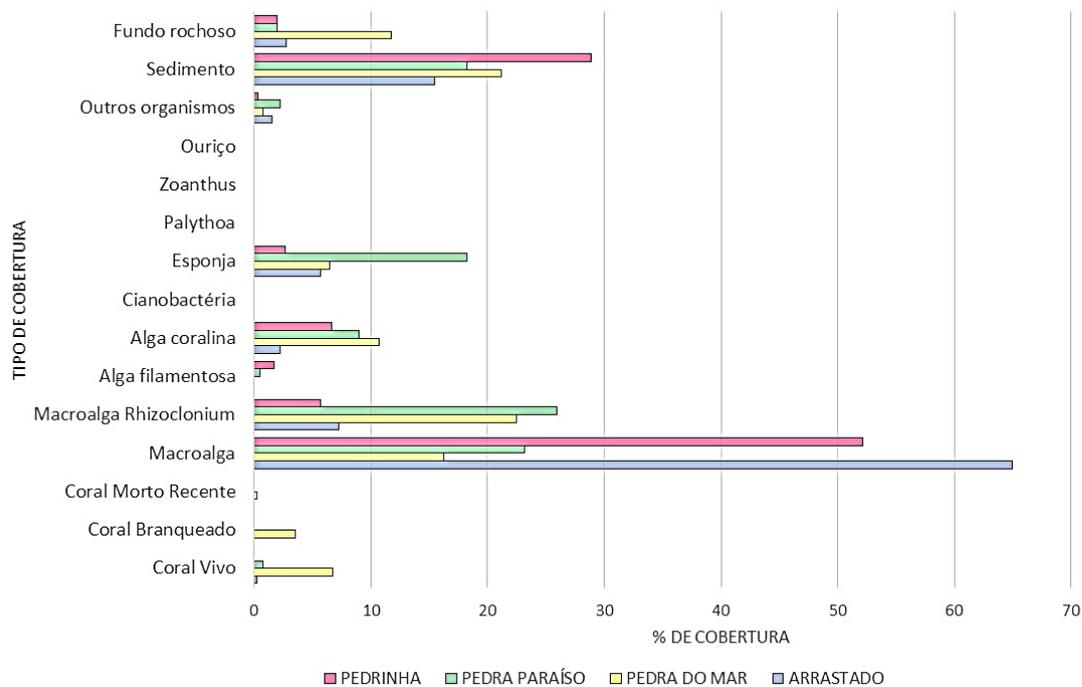


Figura 39 - Cobertura bentônica entre os recifes de Pedrinha, Pedra do Paraíso, Pedra Nova e Cabeço do Arrastado durante o diagnóstico ambiental do PEMPRIM.

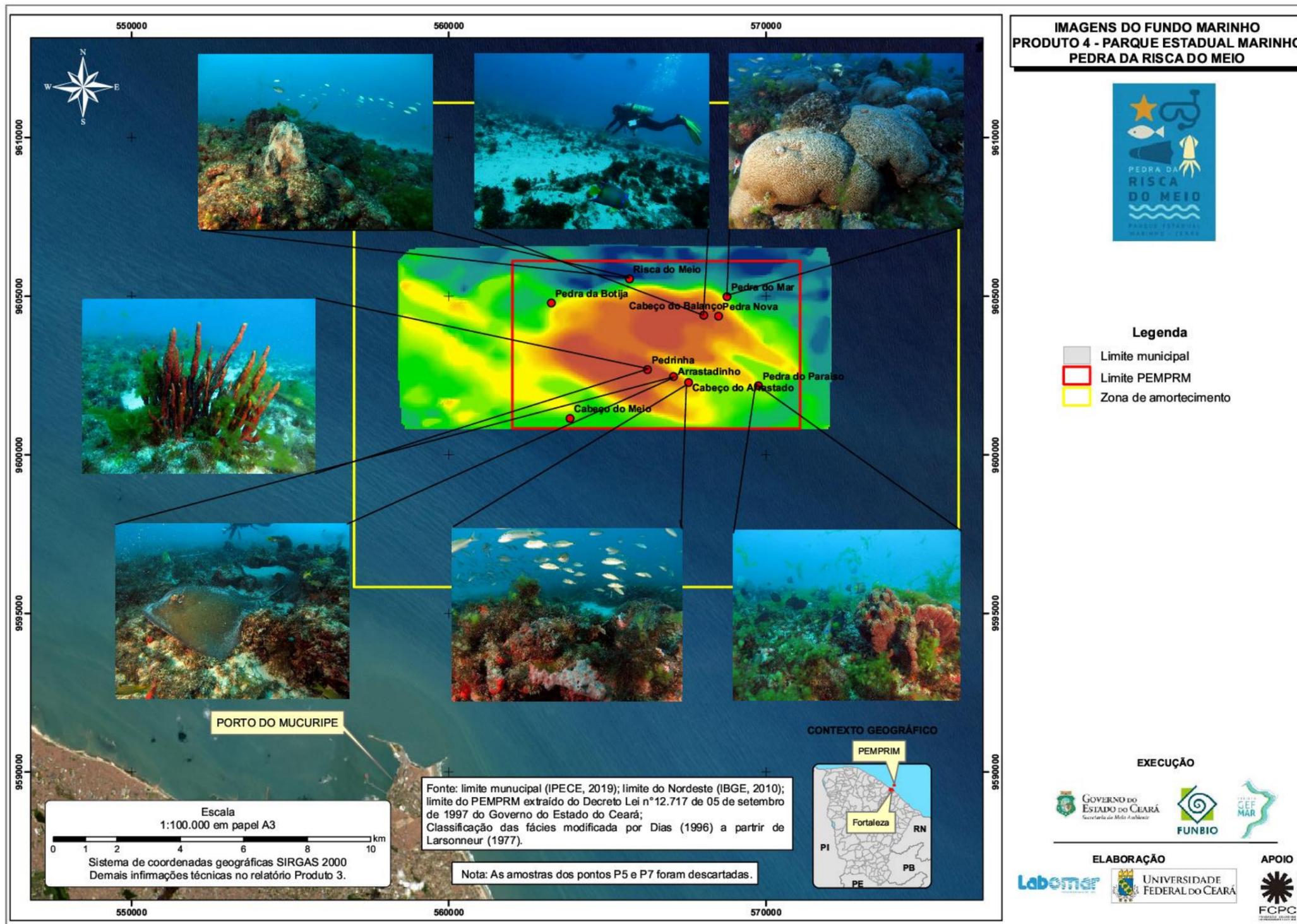


Figura 40 – Imagens do fundo marinho dos recifes observados durante o diagnóstico ambiental do PEMPRM evidenciando a estruturação dos habitats com esponjas, algas e corais (em anexo como RECIFES_A3).

3.2.4 Espécies bioindicadoras, de interesse econômico, exóticas e invasoras

O parque marinho possui espécies bioindicadoras da qualidade ambiental, de interesse econômico para a pesca, biotecnologia, aquarismo e para o mergulho recreativo. Além disso, foram detectadas espécies exóticas na área, as quais são importantes para o estabelecimento de medidas de gestão. Nesta subseção do produto 4 serão descritas estas espécies que se encontram no plâncton, no bentos recifal e no nécton (peixes, tartarugas e quelônios).

A análise de ictioplâncton (ovos e larvas de peixes) indicou grupos com importância econômica para a pesca (Tabela 5, Sessão 3.2.1.). Destacamos as famílias Holocentridae, Lutjanidae, Carangidae e Serranidae como os mais pescados na região Nordeste do Brasil, o que indica a importância do parque marinho para o setor econômica da pesca e da aquariorfilia. Além da atividade de pesca, as famílias Holocentridae, Sciaenidae e Pomacentridae também são muito procuradas por aquaristas como principalmente *Holacanthus ciliaris* e *Pomacanthus paru*.

Com relação a espécies exóticas, destacamos a presença do microcrustáceo *Temora turbinata* (Copepoda) que é considerado uma espécie exótica à costa brasileira. Quando analisamos a abundância relativa da espécie exótica e sua congênera nativa *Temora stylifera*, observamos a ocorrência de *T. turbinata* somente nas redes de 200 µm e 300 µm e nas estações mais próximas da costa (Figura 41). Este copépode (holoplâncton) não ocorria no nordeste do Brasil antes de 1993 (Araújo & Montú, 1993) e pode ter sido introduzido em águas de lastro dos navios. *T. turbinata* é uma espécie costeira e oceânica (Björnberg, 1981; Bradford-Grieve et al., 1999) bastante difundida e tolerante a uma ampla variação do ambiente (Bradford, 1977). Esta espécie pode estar eliminando ou afastando em direção às regiões mais distantes e oceânicas a *T. stylifera*, antes bastante comum em áreas costeiras e estuarinas do Brasil (Neumann-Leitão, 1994; Villac, 2009).

Em relação ao bentos recifal, foram detectadas espécies bioindicadoras, exóticas e de interesse econômico especialmente para a Biotecnologia e para o mergulho recreativo. Dentre as espécies bioindicadoras bentônicas podemos citar algas e corais. Estas as algas podemos citar macroalgas do gênero *Rhizoclonium* que formam florações (grandes acúmulos) no PEMPRIM. Estas algas foram detectadas nos últimos mergulhos no dia 02 de agosto de 2019 e aparecem no PEMPRIM nos meses de junho a agosto. Essa forma de alga permite que possam crescer e se reproduzir muito rapidamente, mas elas acabam sendo muito

predadas e não conseguem competir muito bem por substrato. Então esta alga é efêmera, aparece e desaparece rapidamente nesta época do ano, porém é necessário entender por pesquisas quais são os fatores que levam a este rápido crescimento sendo temperatura, luminosidade e/ou nutrientes os principais fatores abióticos. Esta alga detectada no parque apresentou-se em grande quantidade (ver gráfico na seção de bentos) dominando o fundo recifal e provavelmente causando danos por competição e danos físicos a outros organismos incrustantes como corais e gorgônias.

Uma outra espécie bioindicadora da qualidade ambiental e dos impactos das mudanças climáticas é o coral dominante *Siderastrea stellata*. Este coral ocorre em todos os recifes do parque e possui frequência significativa nas partes mais rasas (~18m) e nas mais profundas (~25m). Devido sua importância ecológica como arquiteto da estrutura recifal e formador de habitat esta espécie é bioindicadora dos impactos das mudanças climáticas nas próximas décadas. Apesar de ser considerado resistente a fatores como intensa luminosidade, sedimentação e anomalias de temperaturas (Leão et al. 2016) já foi detectado eventos de branqueamento em massa (Soares et al. 2019) no PEMPRIM. Assim, considerando que o parque teve aumento de 0,8°C na temperatura da superfície do mar (TSM) nos últimos 30 anos no parque (ver meio físico deste produto) e a tendência é o incremento desta TSM nas próximas décadas esta espécie é um importante bioindicador desta qualidade ambiental que pode ser monitorada.

Dentre as espécies exóticas encontradas no PEMPRIM, podemos citar a espécie de ascídia *Herdmania pallida* sendo esta espécie pertencente à família Pyuridae. É uma ascídia solitária com ampla distribuição no Atlântico e com registro no Indo-Pacífico. Esta espécie ocorre com frequência em regiões portuárias e no Ceará ainda não havia sido registrada em ambiente natural recifal, indicando uma possível invasão. Portanto, é fundamental monitorar esta espécie para acompanhar sua capacidade (ou não) de se estabelecer e possíveis impactos.

Já quanto aos peixes observados nos recifes amostrados, estes foram avaliados quanto à ocorrência de espécies endêmicas e não foram observadas diferenças significativas ($H = 4,474$, $p = 0,443$). As espécies foram classificadas quanto ao nível de ameaça de acordo com a IUCN (União Internacional para a Conservação da Natureza) (www.iucnredlist.org) e o livro vermelho da fauna ameaçada brasileira (ICMBIO, 2018). Na lista vermelha

internacional há o registro de três espécies (*Mycteroperca bonaci*, *Lutjanus synagris* e *Scarus trispinosus*), enquanto no livro nacional estão listadas sete espécies (*Ginglymostoma cirratum*, *Mycteroperca bonaci*, *Scarus trispinosus*, *S. zelindae*, *Sparisoma axillare*, *S. frondosum* e *Elacatinus figaro*). No entanto, vale ressaltar que o tubarão lixa *G. cirratum* está contemplado no Plano de Ação Nacional para a Conservação de Tubarões e Raias (PAN Tubarões e Raias, 2016), bem como os budiões e o sirigado que possuem plano de recuperação (Brasil, 2018a, Brasil, 2018b). Além disto, não foram observadas diferenças significativas no que concerne à abundância média de espécies ameaçadas entre os recifes amostrados ($H = 8,432$, $p = 0,1197$) (Figuras 42 e 43).

Considerando o nécton além dos peixes recifais, podemos citar os cetáceos e tartarugas como bioindicadores e com valor econômico em termos de mergulho recreativo, pois os mergulhadores têm interesse em ver estes animais de porte significativo. Os cetáceos quando ocorrem em determinada região podem indicar, naturalmente, integridade do ecossistema, pois são predadores de topo. Além disto, estas espécies têm sido amplamente utilizadas como bioindicadoras devido ao elevado nível trófico e longevidade. Os cetáceos apresentam altas concentrações de mercúrio (Hg) com longa meia-vida biológica deste em seus tecidos. Portanto, são utilizados como sentinelas da saúde ambiental em relação ao micropoluente Hg, bem como outros metais, pesticidas e compostos de origem industrial (Alonso et al., 2017, Durante et al., 2016, Legat & Brito, 2010).

Os golfinhos também podem trazer pistas sobre a qualidade da água. Algumas espécies, como o *Sotalia guianensis*, podem apresentar lesões na pele provocadas por micoses, quando os golfinhos estão em águas poluídas. Tal fato foi comprovado em populações de *S. guianensis* de Paranaguá que ocorrem em áreas portuárias contaminadas por óleo e água de lastro (Van-Brassem et al., 2015). A ausência de algumas espécies em águas neríticas, como *S. guianensis* e *S. bredanensis* pode representar um sinal negativo referente à sobreposição de habitats costeiros. Estes buscam o mesmo recurso pesqueiro que determinadas artes de pesca e nestas situações, podem ficar emalhadados ou sofrer com amputações e/ou lacerações em decorrência de choque com embarcações. Assim, essas espécies tendem a buscar refúgios costeiros livres de tais interações (Araújo et al., 2008).

Da mesma forma que os cetáceos, as tartarugas marinhas são bioindicadoras ambientais por terem um longo período de vida e ocuparem um nível trófico elevado, tornando-se bioacumuladoras de contaminantes como elementos traço e pesticidas (Anan et al.,

2001). São sensíveis a determinados elementos traço que são capazes de reduzir a imunidade desses testudíneos, fazendo com que infecções virais se desenvolvam (Balazs & Pooley, 1991; Herbst & Klein, 1995).

As tartarugas marinhas são muito sensíveis às mudanças climáticas e, portanto, são consideradas sentinelas da qualidade do meio ambiente e das transformações globais do clima. Como os ovos são incubados na areia e dependem de uma faixa estreita de temperatura (24 a 33C), mudanças bruscas podem interferir do desenvolvimento do embrião, bem como no estabelecimento do sexo. Entretanto, vale reforçar que os cetáceos e as tartarugas compreendem espécies classicamente nectônicas e, por isso, tendem a buscar outros locais quando as condições não estão favoráveis (Alves et al. 2015). Portanto, é importante que usando os mergulhos feitos pelas operadoras e uma abordagem de ciência cidadã e monitoramento participativo possa ser aferido a visita e periodicidade (ou ausência) destes animais na área do PEMPRIM.

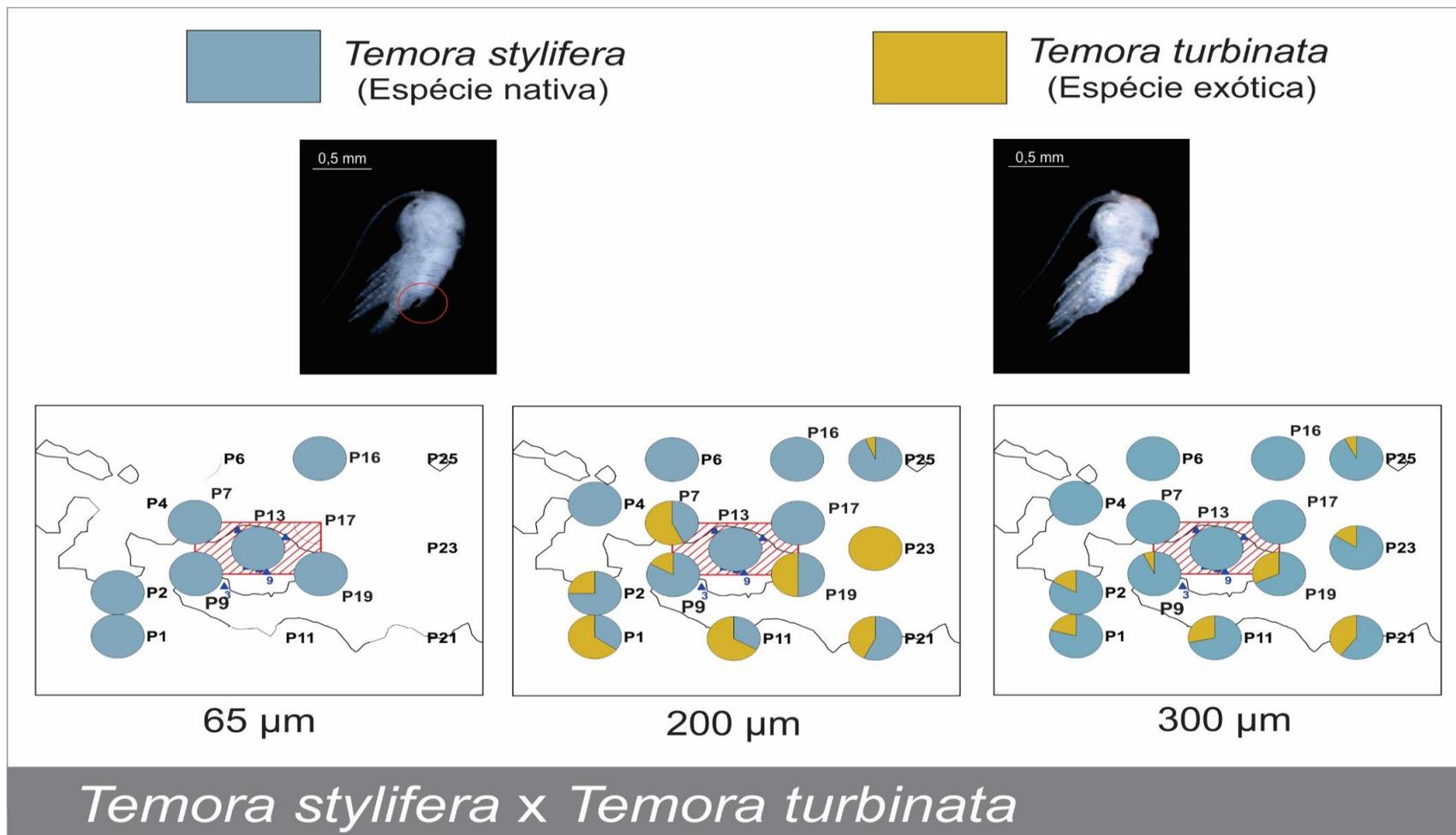


Figura 41 - Abundância relativa entre as espécies de microcrustáceos *Temora stylifera* e *Temora turbinata* (holoplâncton) nas estações de coleta com amostragem de plâncton para a elaboração do plano de manejo do PEMPRIM.

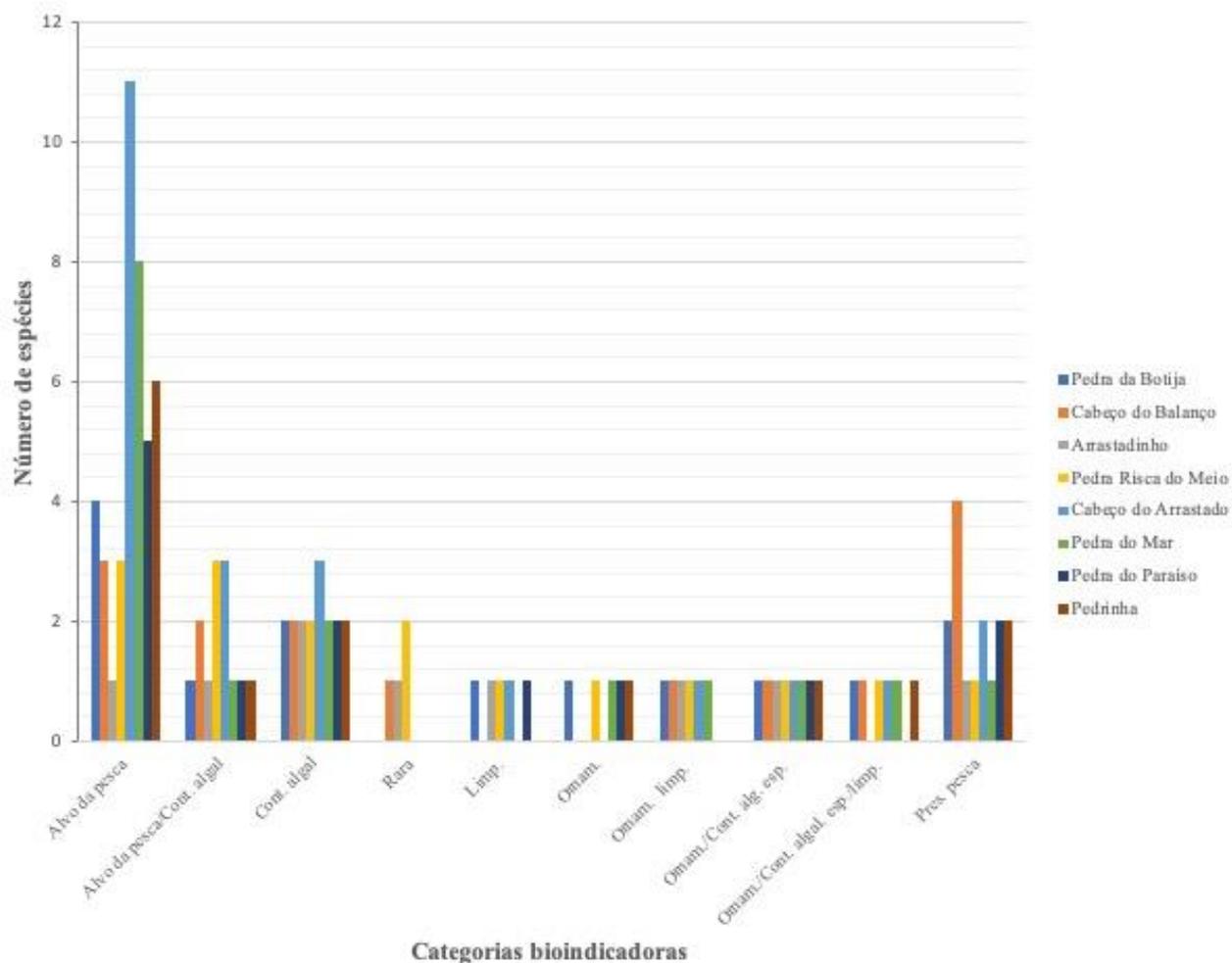


Figura 42 - Número de espécies registradas por categoria de bioindicadores em cada recife amostrado no período de julho a agosto de 2019 no PEMPRIM.

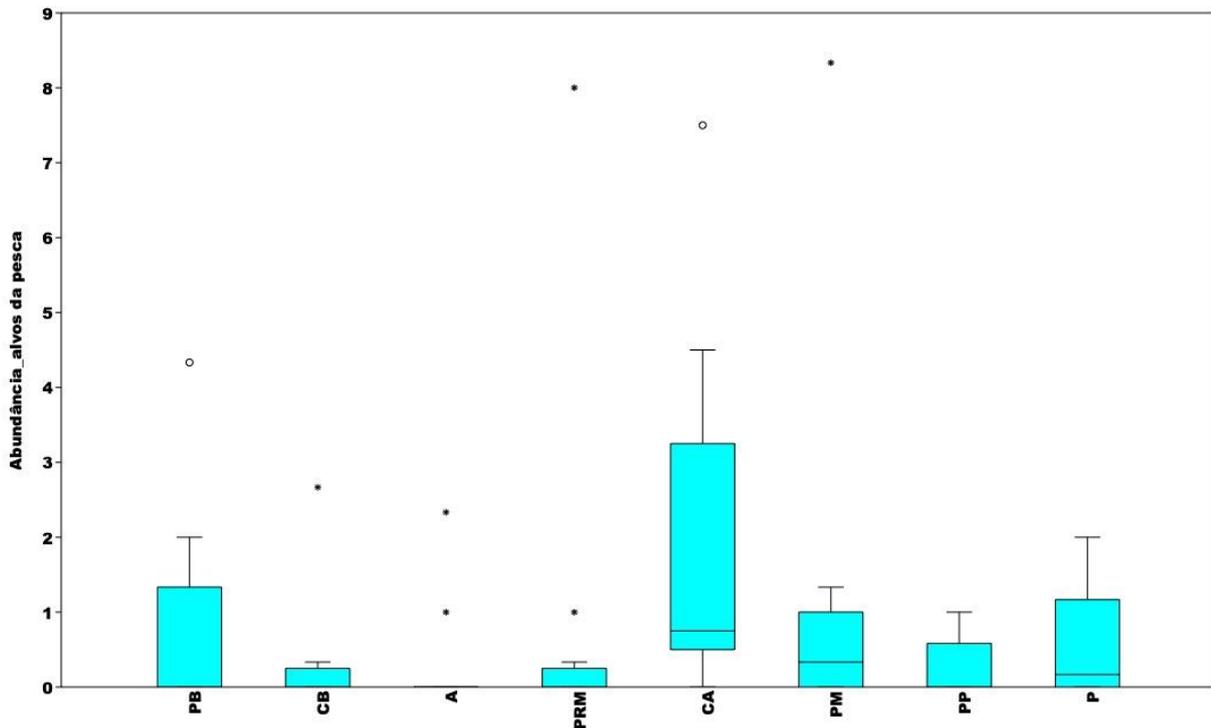


Figura 43 - Abundância média de espécies alvo da pesca registradas por categoria de bioindicadores em cada recife amostrado no período de julho a agosto de 2019 no PEMPRIM. Legenda: As linhas internas dos retângulos representam as medianas das produções, a borda inferior representa o percentil 25 e a borda superior o percentil 75. Os traços horizontais nas extremidades das linhas verticais delimitam o valor mínimo e máximo produzido. Os círculos são valores 1,5 vezes maiores que o box e os asteriscos são valores 3,0 vezes maiores que o box. PB: Pedra da Botija, CB: Cabeço do Balanço, A: Arrastadinho, PRM: Pedra da Risca do Meio, CA: Cabeço do Arrastado, PM: Pedra do Mar, PP: Pedra do Paraíso e P: Pedrinha.

3.3 Oceanografia Física

Nas Figura 44 e 45, são apresentados todos os perfis verticais de temperatura, salinidade, oxigênio dissolvido e turbidez coletados na área do parque. Objetivo destas figuras é analisar a variabilidade espacial destes parâmetros em toda a área. Os perfis de cada ponto são apresentados no Anexo 6.

Com relação a salinidade (Figura 44), os valores mínimos encontrados foram 36.1. A média de todos os pontos foi 36.2. A estratificação vertical (diferenças ao longo da coluna de água) é muito pequena, demonstrando de que a região é bem misturada como resultado dos fortes ventos e marés presentes na região do parque. As diferenças espaciais também são muito pequenas e na maior parte dos casos menor do que 0.2 partes de salinidade. Apenas o ponto P25, localizado no extremo nordeste da área de entorno do parque, (Figura 6, Área de estudo), teve salinidade maior que 36.4.

Com relação a temperatura (Figura 44), a variação espacial também foi muito pequena, próxima a 0.2 °C, e em grande parte está relacionada a variação ao longo do dia durante as amostragens. Toda a região do parque e entorno apresenta temperaturas quase que homogêneas ao longo da coluna de água, com diferenças verticais menores que 0.1 °C. Este resultado é importante, pois permite estender os dados de sensoriamento remoto da temperatura da superfície do mar (mais bem amostrados, baratos e livremente disponíveis na internet) ao estudo de toda a coluna de água do PEMPRIM.

Os dados de pH e Oxigênio dissolvido (Figura 45) também seguem o padrão de baixa variabilidade espacial encontrado nos dados de temperatura e salinidade. As diferenças entre os pontos e ao longo da coluna de água são pequenas. Os menores valores de pH encontrados foram próximos as 8.35 e os máximos 8.55. Os valores máximos de oxigênio dissolvido encontrados foram próximos a 5.6 mg/l e os mínimos 5.3 mg/l. É importante mencionar que as sondas multiparâmetros fornecem um método preciso para quantificar o pH e o oxigênio dissolvido em regiões costeiras e resultados quantitativos devem ser confirmados por métodos químicos analíticos. Entretanto, qualitativamente podemos concluir que tanto o pH como a concentração de oxigênio dissolvido variam muito pouco dentro da área de todo o parque e verticalmente (Figura 45).

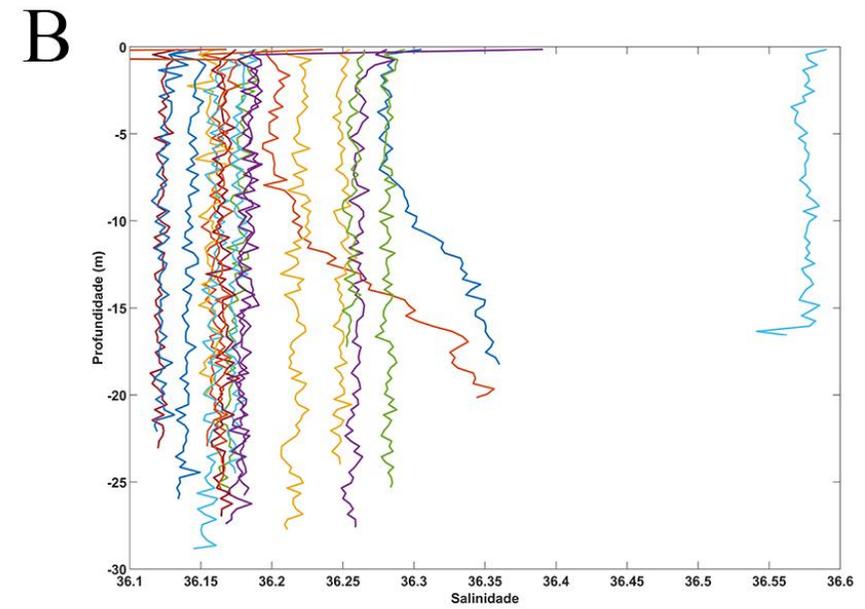
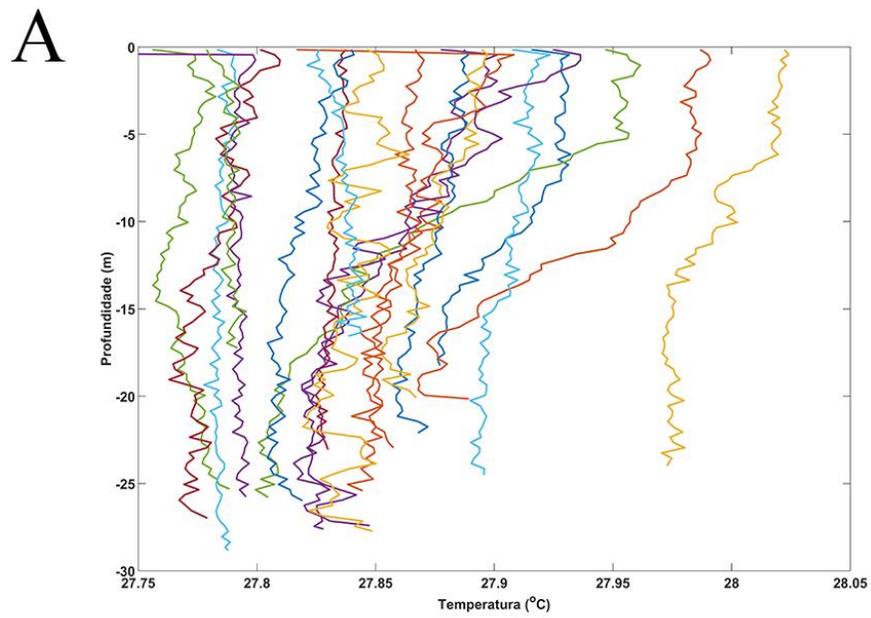


Figura 44 - Perfis verticais de todos os pontos monitorados para diagnóstico ambiental do PEMPRIM. A. Temperatura. B. Salinidade.

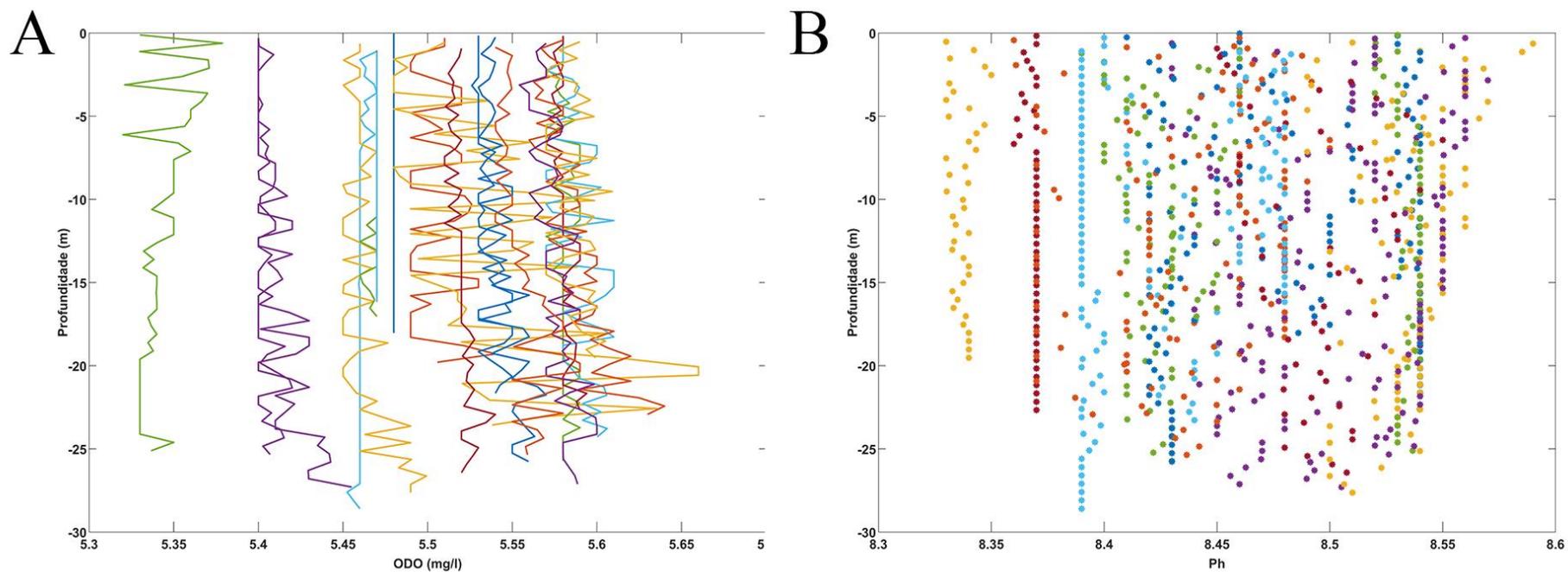


Figura 45 -Perfis verticais de todos os pontos monitorados para diagnóstico ambiental do PEMPRIM. A. Oxigênio dissolvido (ODO) (mg/l). b. pH (NBS).

Com base na informação de que a região do PEMPRIM é bem misturada verticalmente e que as informações da temperatura na superfície (TSM) são muito próximas às do fundo, foram usados dados de sensoriamento remoto do satélite Aqua-MODIS com resolução espacial de 4 x 4 km e temporal de oito dias para analisar o comportamento da temperatura na região do parque no período de julho de 2002 e dezembro de 2018, perfazendo análise temporal de aproximadamente 17 anos.

Os valores de TSM variam de um máximo médio de 28.2 °C encontrado nos três primeiros meses de todos os anos e uma média mínima de 26.3 °C nos meses de agosto e setembro (Figura 47). Isto reflete uma baixa amplitude térmica intra-anual (diferenças entre máximos e mínimos anuais) de 2 °C.

Os dados mensais e as anomalias médias mensais de TSM (dado médio para um dado mês menos a média geral daquele mês durante o período amostrado (Figura 46B), mostram que a região do parque pode ter variações inter-anuais maiores do que 1 °C. No período de 2002 a 2018, os maiores valores registrados foram 29.5 °C em março de 2010 e os menores valores 25 °C em julho de 2014. As anomalias de temperatura devem ser acompanhadas, pois podem resultar em episódios de branqueamento de corais, no caso de altas temperaturas como o ocorrido em 2010 (Soares et al., 2019).

Soares et al. (2010), ao analisar as anomalias de TSM na região do parque durante o período 2002 a 2017, não encontrou correlações entre as anomalias com eventos ENSO e sugeriram que eventos relacionados às oscilações do Modo Meridional do Atlântico (ou Dipolo do Atlântico) podem levar às anomalias de TSM. De forma geral as razões destas variações inter-anuais da TSM na região ainda não estão bem esclarecidas.

A região do parque, devido à sua pequena área não possui variação espacial de TSM, como observado nos perfis verticais de temperatura. Teixeira e Machado (2013) observaram variações espaciais menores do 0.1 °C ao longo de toda a plataforma continental do Estado do Ceará.

Quando utilizado o produto de satélite GHRSSST, que embora tenha uma resolução espacial de 9 x 9 km e temporal de 30 dias, se estende de 1982 a 2018, observa-se que a região do parque já teve episódios de valores altos de TSM como o de 2010 nos anos de 1998 e 1988 e que valores menores que 2014 já ocorreram no passado, como por exemplo no ano de 1992 (Figura 47).

Estes 36 anos de dados de TSM também mostram que nos últimos 30 anos a temperatura média do parque aumentou em 0.8°C ou aproximadamente $0.02^{\circ}\text{C}/\text{ano}$, o que reflete um impacto do aquecimento global no oceano na margem equatorial onde fica o Parque Estadual Marinho. Embora pareça um número pequeno, este valor é preocupante, pois é aproximadamente 40% da variabilidade anual da temperatura do parque.

É importante ressaltar que a região do parque naturalmente apresenta altas temperaturas e baixa variabilidade temporal, assim os organismos ali presentes também estão adaptados a estas condições. A variação ocorrida nos últimos 30 anos é quase metade da variabilidade anual da temperatura e pode ter impactos negativos sobre toda a ecologia do parque. Soares et al. (2019), relata um evento de branqueamento associado a uma grande anomalia quente que houve na região do PEMPRIM, como a temperatura média da região está aumentando é esperado que estes eventos de branqueamento se tornem mais frequentes.

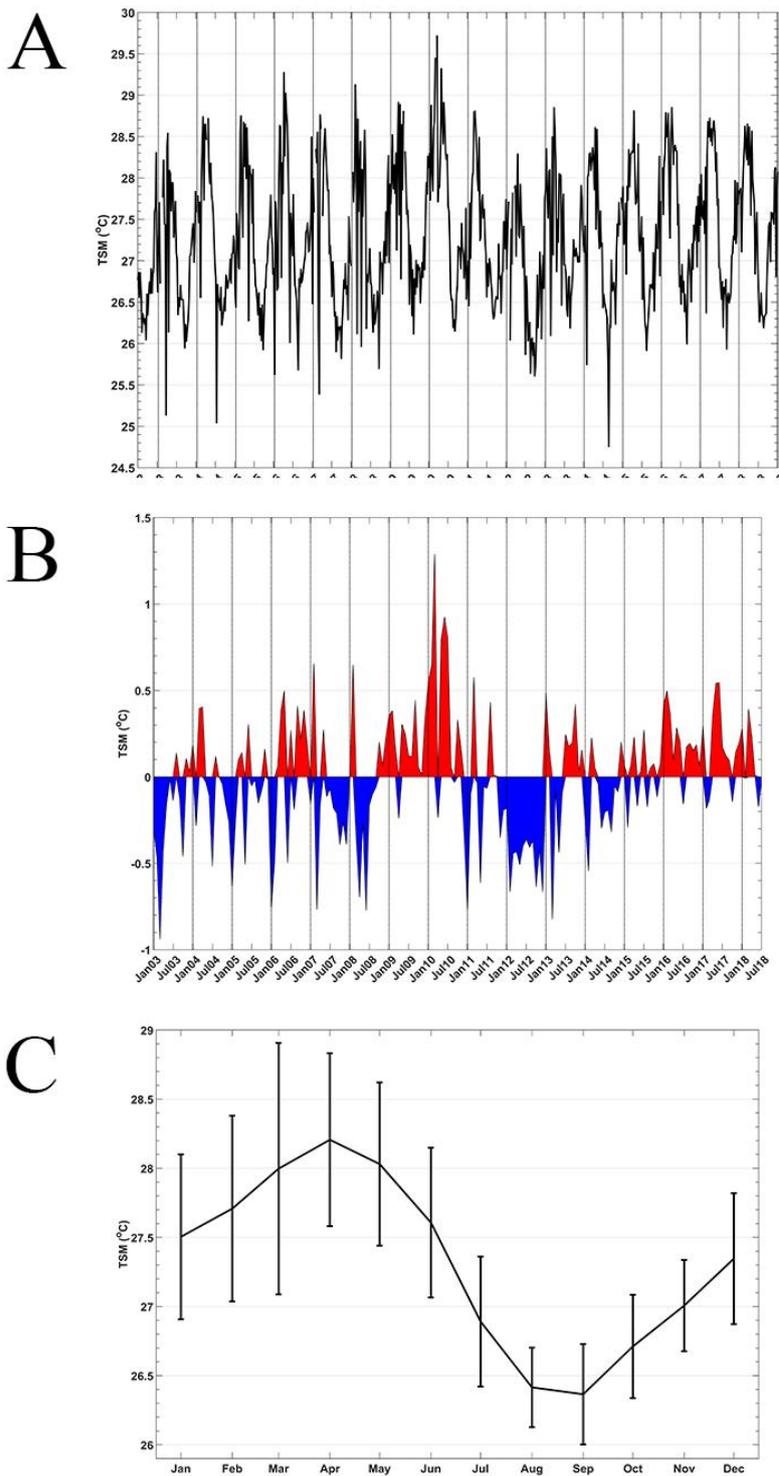


Figura 46 - Médias mensais dos dados de temperatura superficial entre janeiro de 2003 e dezembro de 2018 (A). Anomalias mensais dos dados de temperatura para o mesmo período (B). Climatologias médias mensais e desvios para os dados de temperatura com base nos dados do mesmo período (C). As barras verticais denotam o desvio padrão para os dados climatológicos mensais. Fonte: Dados semanais do Satélite Modis-Aqua com resolução espacial de 4 x 4 Km.

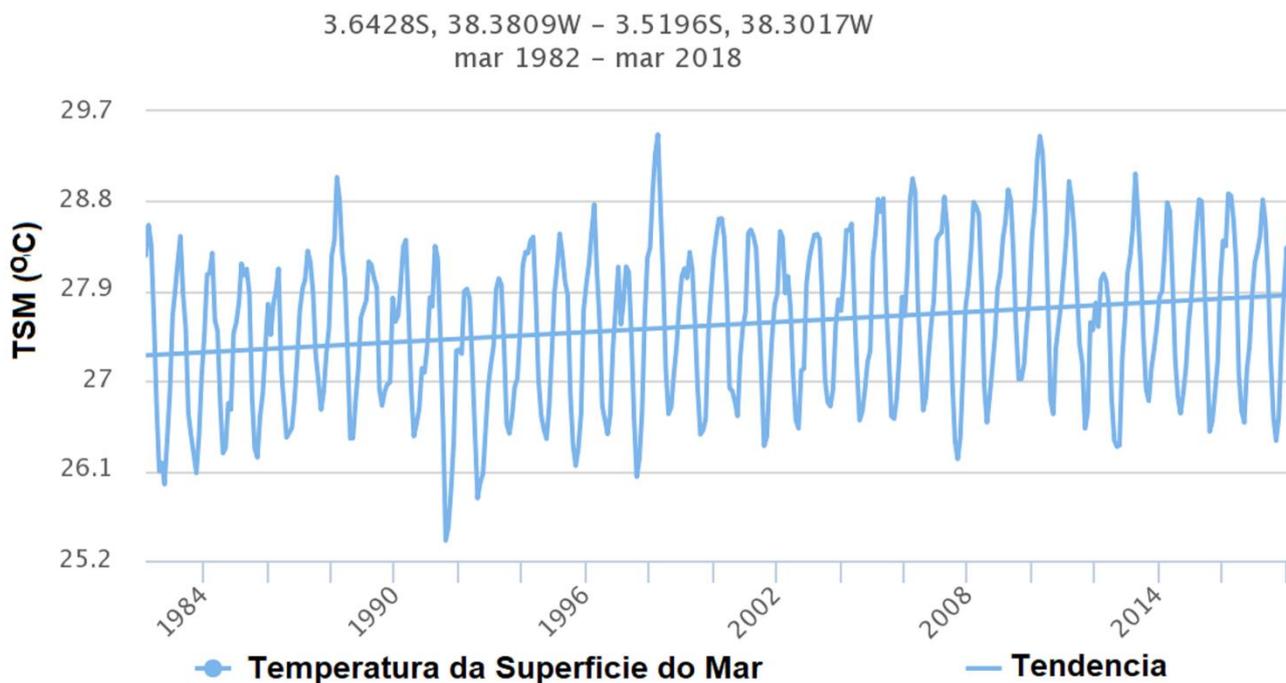


Figura 47 - Médias mensais dos dados de temperatura superficial entre janeiro de 1982 e dezembro de 2018. A linha horizontal denota a tendência da série. Fonte: GRSST, resolução espacial de 9x9 Km.

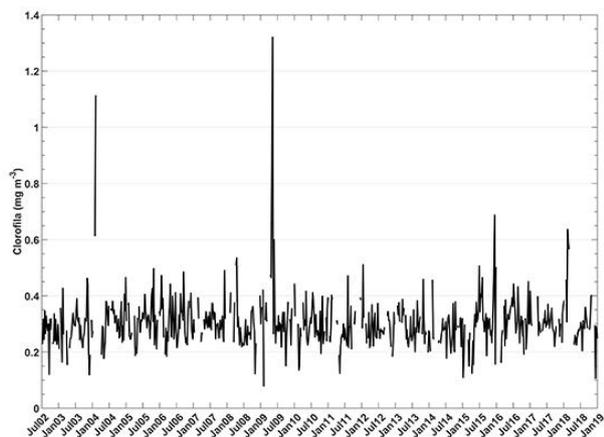
Os dados mensais e as anomalias médias mensais de clorofila (dado médio para um dado mês menos a média geral daquele mês durante o período amostrado) mostram que em média a região do parque possui valores de clorofila-a menores que 0.3 mg/m^3 (Figura 48C). Os maiores valores de produtividade e também as maiores variações em torno da média ocorrem no mês de março. A região pode apresentar picos maiores que 1 mg/m^3 como ocorreu nos anos de 2004, 2009 e 2016 (Figura 48A). Isto faz as anomalias mensais sejam positivas (maiores que a produtividade média) e maiores que a variação sazonal de clorofila-a (Figura 48B). As anomalias negativas (menor produtividade do que a média) em geral são pequenas.

Os dados de clorofila-a obtidos por satélites não devem ser usados para análises quantitativas da produtividade, haja vista a interferência de outros fatores na cor dos oceanos em águas rasas, porém a análise qualitativa dos dados é válida e comumente utilizada em diversos estudos.

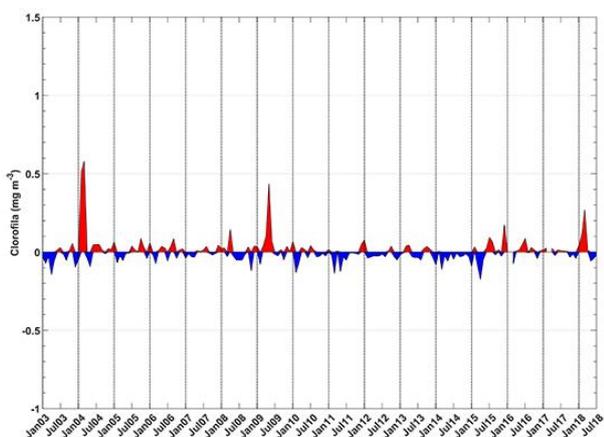
Assim como reportado por Galvão e Teixeira (2015), a variabilidade espacial da clorofila-a na região do PEMPRIM é pequena, porém quando se analisa a plataforma continental do Ceará como um todo, observam-se maiores valores junto a costa (~ 2 mg/m³) e menores valores na região oceânica (< 0.1 mg/m³). Ressalta-se que os valores de clorofila-a encontrados na região do PEMPRIM e em toda a plataforma continental do Ceará são cerca de 10 vezes menores que os valores encontrados na plataforma sudeste e sul do Brasil.

Os dados de clorofila-a são um indicativo da produtividade primária oceânica, assim na região do PEMPRIM é esperado uma maior produtividade durante os meses de março, porém com pequenos valores e baixa variabilidade temporal quando comparados a outras regiões da plataforma continental Brasileira.

A



B



C

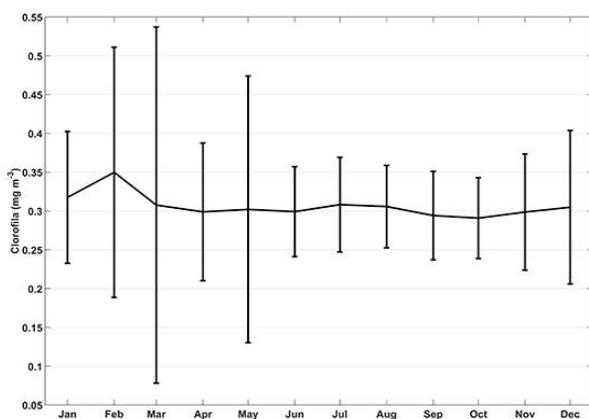


Figura 48 - Médias mensais dos dados de clorofila entre janeiro de 2003 e dezembro de 2018 (A). Anomalias mensais dos dados de clorofila para o mesmo período (B). Climatologias médias mensais e desvios para os dados de clorofila com base nos dados do mesmo período. (C). As barras verticais denotam o desvio padrão para os dados climatológicos mensais. Fonte: Dados semanais do Satélite Modis-Aqua com resolução espacial de 4 x 4 Km.

De forma geral observam-se valores médios de intensidade de correntes média para os primeiros 20 m da coluna de água próximos a 0.3 m/s no final de 2016 e nos primeiros meses de 2017 (Figura 49A). Conforme nos aproximamos da metade do ano de 2017 e os ventos vão se tornando mais intensos as velocidades médias das correntes também aumentam. Os maiores valores de correntes ocorreram no mês de maio de 2017 com valores máximos que podem chegar a 1 m/s. Não houve dados para o mês de junho de 2017.

Em relação as direções das correntes (Figura 49B), elas apresentam direção média de aproximadamente 280 graus em relação ao norte geográfico durante a maior parte do ano. Isto representa uma corrente para noroeste. Existe uma pequena variação na metade do ano de 2017 onde as correntes passam a ter uma componente mais próxima a leste. Podemos afirmar que as correntes na região variam entre 0.3 m/s até 0.7 m/s e são paralelas a linha de costa seguindo a direção dos ventos alísios da região.

Quando analisamos a intensidade das correntes coletadas na região do parque no mês de julho de 2019, encontramos valores de próximos a 0.4 m/s. Existe uma modulação na intensidade das correntes devido as marés onde os valores são reduzidos a 0.15 m/s durante condições de preamar e baixa-mar. Em relação a direção predominante, a mesma varia com as marés entre 260 e 340 graus, com um valor médio de 290 graus, o que mostra correntes alinhadas a batimetria da plataforma do parque e em direção a noroeste.

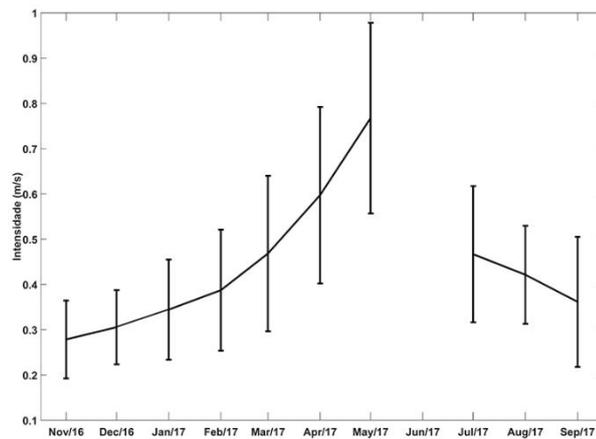
Os resultados encontrados para a região do parque estão em concordância com os estudos prévios da circulação sobre a circulação da plataforma continental do Ceará (Singnorini & Mirand, 1983; Vianna e Menezes, 2006; Dias et al., 2018). Em comum estes trabalhos também mostraram que a circulação na direção normal à costa é dominada pela força de maré, enquanto na direção paralela à costa a circulação é geralmente unidirecional para noroeste e forçada principalmente pelo vento. É importante ressaltar que esta circulação pode ser completamente modificada junto a costa, devido a ação combinada das ondas, obstáculos naturais e obras costeiras (Morais, 1981).

Com relação as ondas (Figura 50A), a alturas significativas médias (superior) ficaram entre 1.4 m em maio de 2017 e 2.1m em setembro do mesmo ano. Os maiores valores de altura significativa ocorrem no período de maiores intensidades de vento e as alturas máximas observadas na região podem ser superiores a 2.4 m.

Os períodos médios das ondas (Figura 50B) variam entre 6 segundos no segundo semestre de 2017 e 12 segundos no primeiro semestre. Estes maiores períodos estão relacionados a ondas do tipo *swell* que são produzidas em locais distantes da área do parque, enquanto os menores períodos estão relacionados a eventos de onda do tipo *sea* que são produzidas por ventos locais.

A direção das ondas (Figura 50C) reflete o regime de ondas observado. No segundo semestre de 2017 as ondas têm direção média em torno de 90 graus, o que demonstra uma propagação das ondas para oeste, seguindo o regime de ventos local. Já no primeiro semestre e especialmente em março as ondas possuem direção mais próxima a 0 graus, o que representa uma propagação de ondas de direção norte/nordeste, corroborando a origem das ondas do tipo *swell*.

A



B

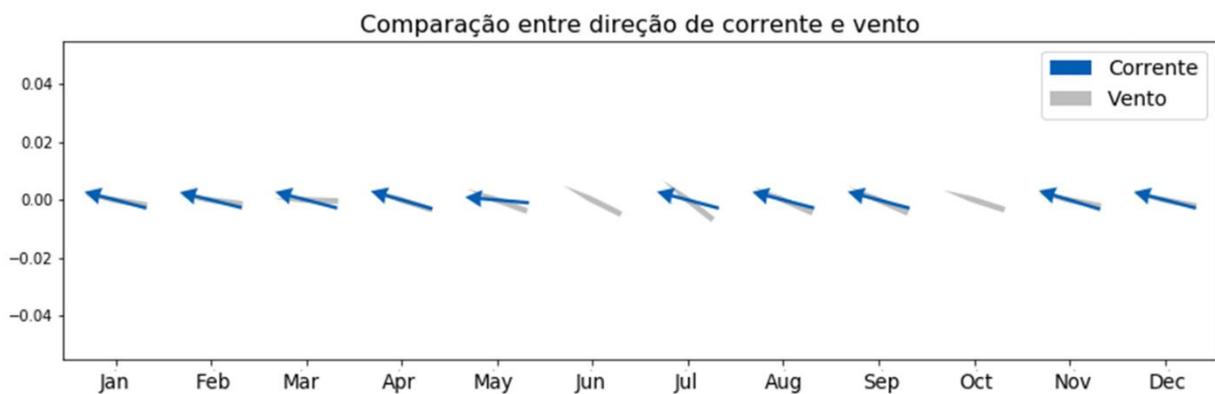
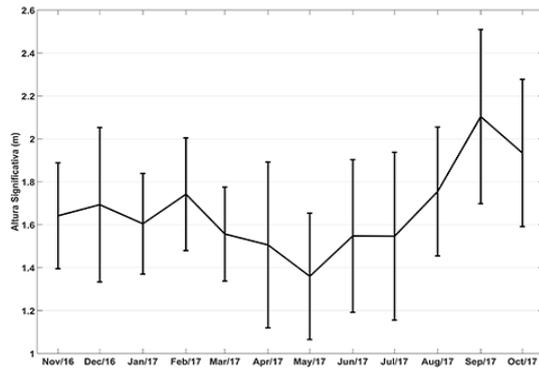
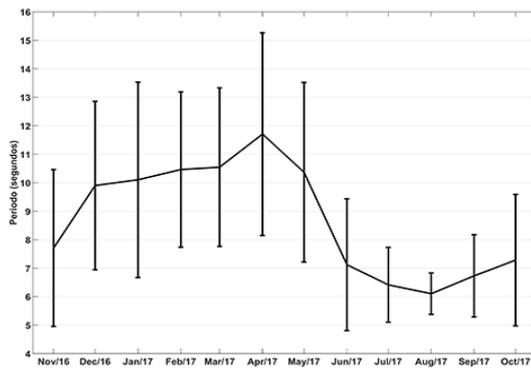


Figura 49 - Médias mensais e desvios da intensidade das correntes médias entre 0 e 20 m de profundidade (m/s) e direção média mensal das correntes (graus) registradas entre novembro de 2016 e setembro de 2017 (A). As barras verticais denotam o desvio padrão para os dados mensais. Não existem dados para julho e outubro de 2017 Fonte: PNBOIA. (B) Média mensal de direção e intensidade das correntes e ventos e altura de ondas e ventos para cada mês do ano de 2018.

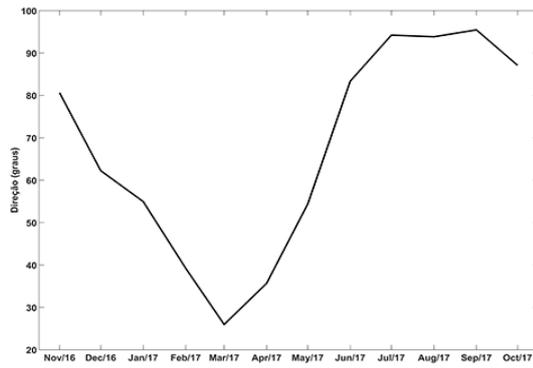
A



B



C



D

Comparação entre direção de onda e vento

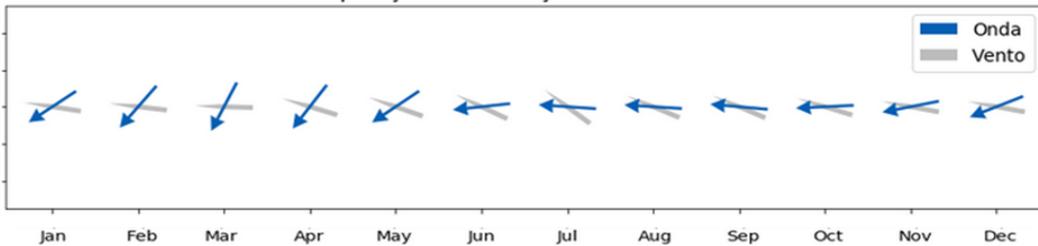


Figura 50 - Médias mensais e desvios da altura significativa (m) (A), período (s) (B) e direção (graus) das ondas (C) registradas entre novembro de 2016 e setembro de 2017. As barras verticais denotam o desvio padrão para os dados mensais. Não existem dados para os dados mensais. Não existem dados para julho e outubro.

3.4 Oceanografia Geológica

O conhecimento sobre os processos geológicos e oceanográficos do fundo marinho é importante para o entendimento das funções deste ambiente como habitat de vários organismos da fauna e da flora (Greene et al., 2007). Segundo Lana (2003) e Joly et al. (2011) os habitats marinhos são ambientes onde ocorrem as interações de espécies com os fatores abióticos ou físicos, além da interação com as outras espécies coexistentes.

Os autores ressaltam que o conhecimento dos fatores abióticos que influenciam na ocorrência e distribuição das espécies é uma importante ferramenta para o manejo dos recursos marinhos e sua proteção dentro das áreas das Unidades de Conservação. Apesar da devida importância a este tema, informações sobre as características geológicas do Parque Estadual Marinho são escassas.

Estudos sobre a caracterização de habitats marinhos chamam a atenção para as condições fisiográficas de fundo como fator de preferência de várias espécies. Aspectos como a profundidade, dureza e textura do substrato, bem como a morfologia de fundo marinho são fatores amplamente utilizados para a classificação e mapeamento (Jones e Syms, 1998; Greene et al., 2007; Amado-Filho & Pereira-Filho, 2012; Secchin et al., 2013; Wölfl et al., 2014; Parry et al. 2015). Love et al. (2006) ressaltam que a geologia, o tipo e formas do substrato, representada pelos sedimentos e os processos de sedimentação, são fatores abióticos responsáveis, na maior parte, pela distribuição e abundância de determinados organismos demersais e bentônicos marinhos.

Em face do exposto, o presente estudo teve como objetivo principal caracterizar o fundo marinho do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio (PEMPRIM), Fortaleza-Ceará, através do mapeamento geológico do tipo de substrato, ou sedimento de fundo; e da modelagem geomorfológica dos recifes submersos, através de batimetria, além de uma abordagem geral sobre a geologia dos recifes da área.

3.4.1 Caracterização geológica do substrato marinho e dos recifes

Como resultados foram vistas que as frações granulométricas predominantes dos sedimentos que compõem o substrato da área do PEMPRIM são a areia muito grossa (tamanho do grão variando de 1 a 2 mm), areia grossa (0,5 a 0,7 mm) e areia

média (0,25 a 0,35 mm), refletindo um controle de sedimentação bioclástica a litoclástica na área da unidade de conservação.

Os sedimentos de fração areia muito grossa e grossa são compostos essencialmente por fragmentos de algas calcárias coralinas como *Halimeda*, rodolitos e *Lithothamnium*, além de fragmentos de conchas de bivalves, assim como ocorrem nos pontos P3 (Figura 51). Desta forma possuem teores de CaCO₃ variando de 57 a 82% (Figura 53). A matéria orgânica é pouco representativa, e varia de 2,3 a 5,4% (Figura 54). Já os sedimentos de fração areia média, situados mais no setor sul do Parque, são compostos por uma mistura de sedimentos compostos por biodetritos mais fragmentados e grãos litoclásticos de quartzo e outros minerais, como ocorrem nos pontos P1, P6 e P12 (Figura 51). A concentração de CaCO₃ é reflexo direto dos fragmentos biodetríticos de algas e conchas de bivalves, e variam de 10 a 40%, aproximadamente.

No setor central do Parque predomina o substrato rochoso, como detectado no ponto P5 (Figura 51). O sedimento de fração seixos (4 a 64 mm) é composto por fragmentos de rodolitos, este em maior concentração, e *Halimeda* em menor quantidade, como ocorre no ponto P8 (Figura 51).

A área a oeste e fora do PEMPRIM (área de entorno) possui sedimentos de fração areia média a fina (0,12 a 0,17 mm), com predomínio de areia litoclástica mais rica em quartzo e outros minerais, além de rara presença de fragmentos de *Halimeda*, *Lithothamnium* e conchas de bivalves, provavelmente oriundos da área do Parque, como ocorrem nos pontos P13, P15, P16 e P17 (Figura 51).

O substrato correspondente à área do PEMPRIM é norteado pelas fácies sedimentares areia bioclástica a litobioclástica grossa a muito grossa, segundo a classificação de Larssonneur, modificada por Dias (1996), e obedece a um padrão sedimentar característico da Plataforma Continental do Nordeste do Brasil. Segundo Maia (1998) esta plataforma é de baixo aporte terrígeno continental, reflexo do clima da região costeira adjacente e baixa descarga fluvial, o que corrobora com o predomínio de sedimentos carbonáticos, compostos por fragmentos de biodetritos e algas coralinas.

A geologia dos recifes submersos do PEMPRIM pode ser primeiramente compreendida com base na sua disposição longitudinal em relação à linha de costa, ou

seja, a disposição em riscas paralelas à costa. Segundo Monteiro (2011), os recifes submersos do Nordeste do Brasil são conhecidos popularmente pelo termo 'risca', e suas subdivisões, como 'risca de dentro', 'risca do meio' e 'risca de fora' foram atribuídas pelos pescadores em grande maioria. Esta distinção designatória se refere ao posicionamento e profundidade atual dessas estruturas recifais na Plataforma Continental. A risca mais próxima à costa, ou risca de dentro, está a uma profundidade de 12 metros; a risca do meio a 22 metros de profundidade; e a de fora a 44 metros, aproximadamente.

Na Plataforma Continental do Ceará, além da Pedra da Risca do Meio (município de Fortaleza), existem outras feições submersas que funcionam como berço e abrigo de diversificada fauna e flora marinha, como as Riscas Nova e de Aquiraz (município de Aquiraz); e as Riscas dos Picos e Ponta Grossa (município de Icapuí), todas em profundidades variando de 20 a 30 metros (Monteiro, 2011). Estes recifes submarinos têm em comum os processos geológicos de suas formações, controlados pelos eventos de transgressão e regressão do mar que ocorrem desde o Pleistoceno superior (Dominguez, 2007), há pelo menos 18.000 anos A.P (Antes do Presente) ao Holoceno (Bourguignon et al. 2018) na Plataforma Continental.

Monteiro (2011) propõe um modelo de formação das feições da Plataforma Continental cearense, desde canais ou vales fluviais aos recifes rochosos submersos, entre Fortaleza e Icapuí, como sendo produto principal da transgressão marinha ocorrida há 18.000 anos A.P, quando o mar atingiu a cota de -130m em relação ao atual, formando uma grande planície costeira durante 8.000 anos até os próximos eventos de regressão e transgressão marinha ocorridos no Holoceno (11.000 anos A.P). Desta forma, a gênese destas formações rochosas está associada à pelo menos dois eventos deposicionais ocorridos nestes períodos: a formação e litificação de antigos cordões litorâneos ou ilhas barreiras depositados e soterrados em períodos regressivos do mar, posteriormente exumados em períodos transgressivos; e a deposição dos sedimentos Plio-Pleistocênicos da Formação Barreiras.

Acredita-se que após o último evento de elevação do nível do mar, cerca de 2.000 anos A.P (Suguio, 1999), desenvolve-se na Plataforma Continental cearense

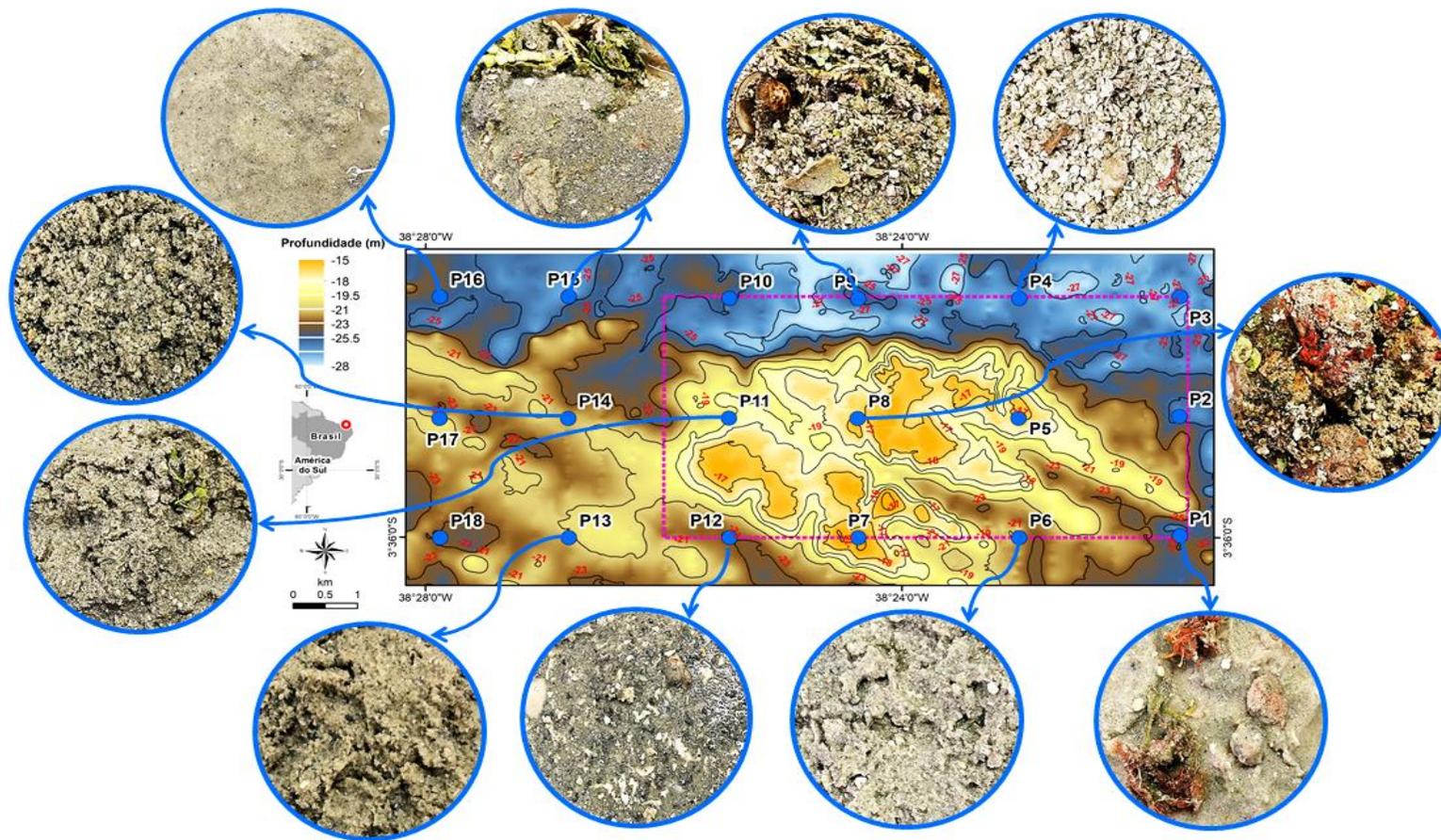


Figura 51 - Aspectos dos sedimentos coletados na área do PEMPRIM e a oeste. Notar a redução da composição biodetrítica de leste para oeste. Notar a redução da composição biodetrítica de leste para oeste.

fácies sedimentar biogênico composto principalmente por algas verdes do tipo *Halimeda*, que por sua vez produz sedimentos grossos e cascalhosos oriundos da quebra de seus ramos, além de outras algas coralinas como rodolitos e *Lithothamnium* ao redor das estruturas recifais. Este padrão de sedimentação marinha é influenciado pelo clima semiárido no Nordeste brasileiro, caracterizado por pouco aporte sedimentar continental, baixa turbidez e temperaturas tropicais (Monteiro, 2011).

Nas formações rochosas submersas uma cobertura biogênica também se desenvolveu após o período da última transgressão de 2.000 anos A.P. O capeamento de algas calcárias sobre as rochas, que atualmente compõe os recifes, é caracterizado por uma estrutura foliar crescente de algas mortas (Figura 52), onde as camadas mais externas podem representar as algas formadas em idades mais recentes, e a última de algas vivas (Figura 52).

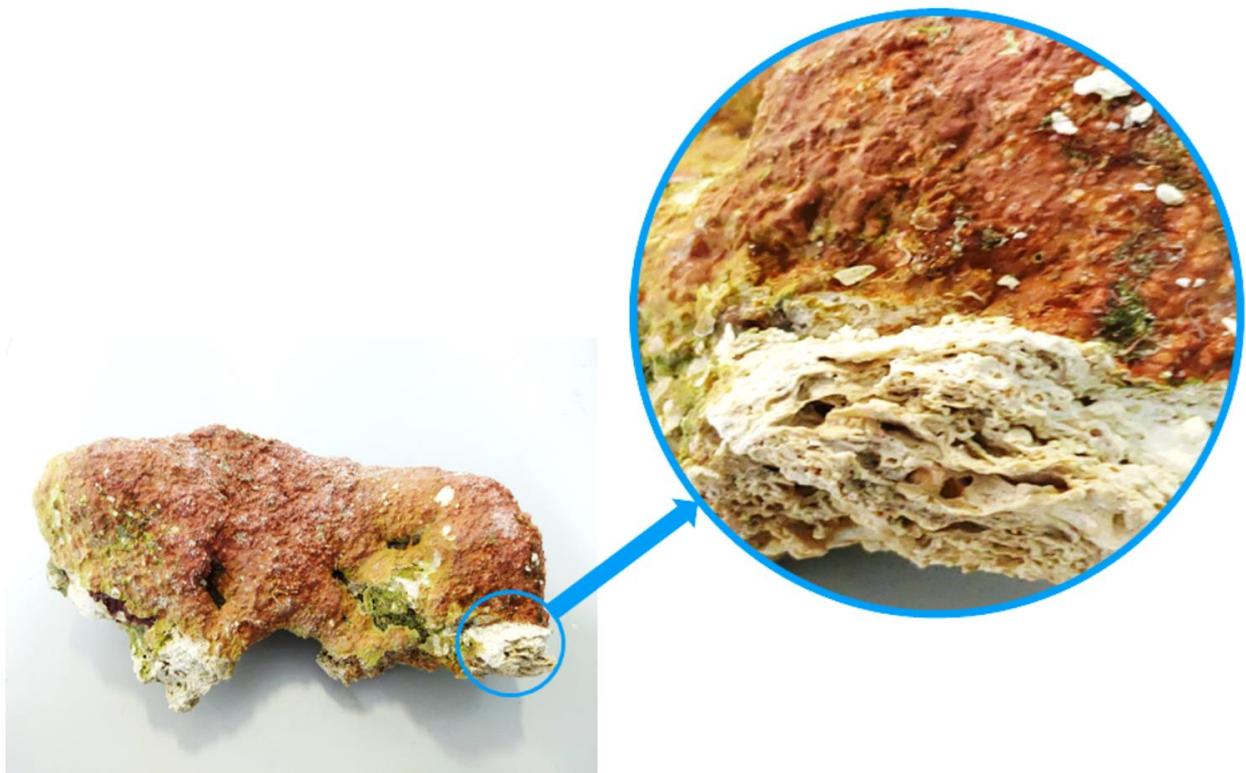


Figura 52 - Amostra de cobertura biogênica do recife Pedra da Botija composta por foliação de algas calcárias mortas. A camada vermelha superficial representa algas vivas.

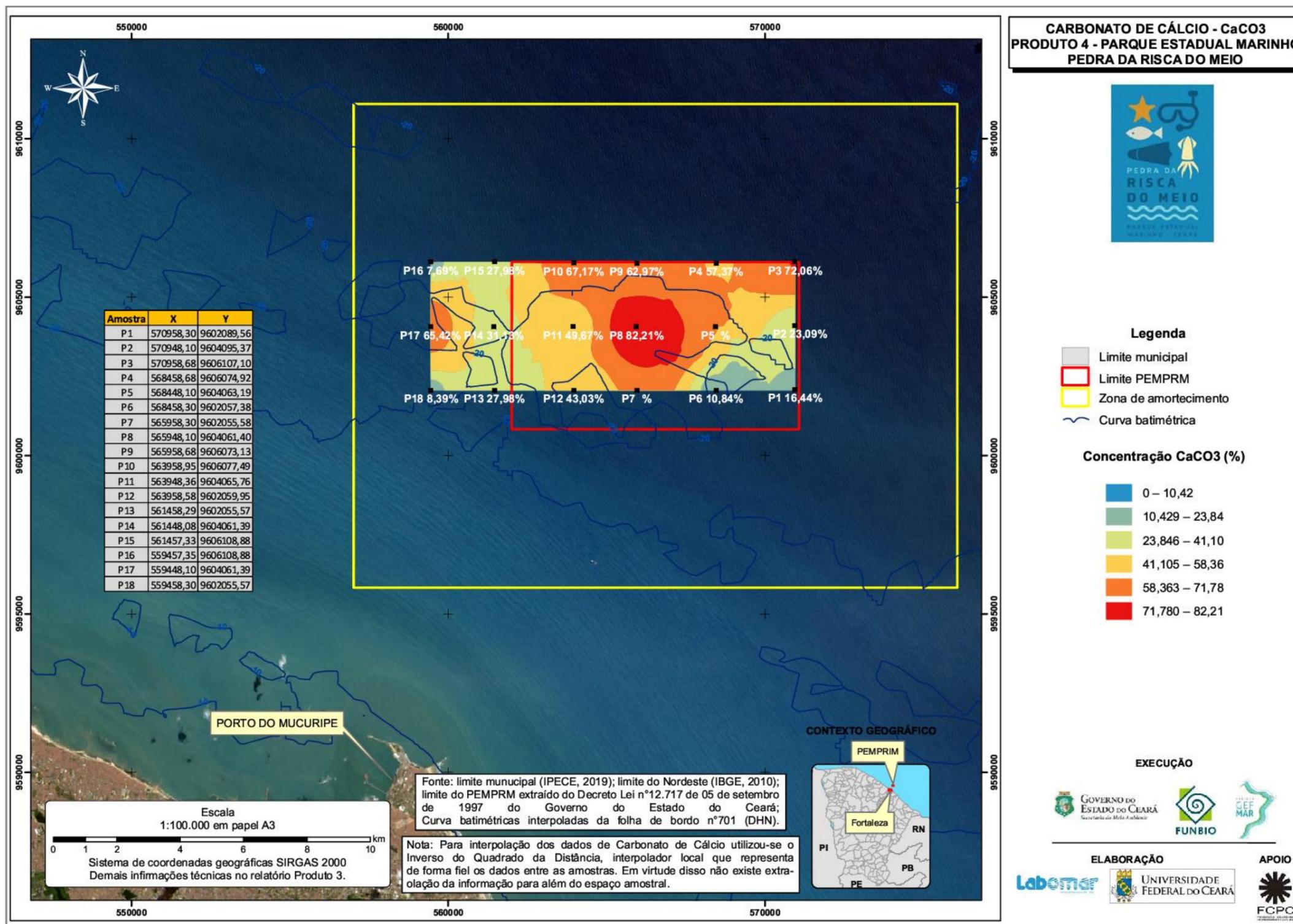


Figura 53 - - Mapa da distribuição de carbonato de cálcio (CaCO₃) na área do PEMPRM (em anexo como MAPA_CaCO₃_A3).

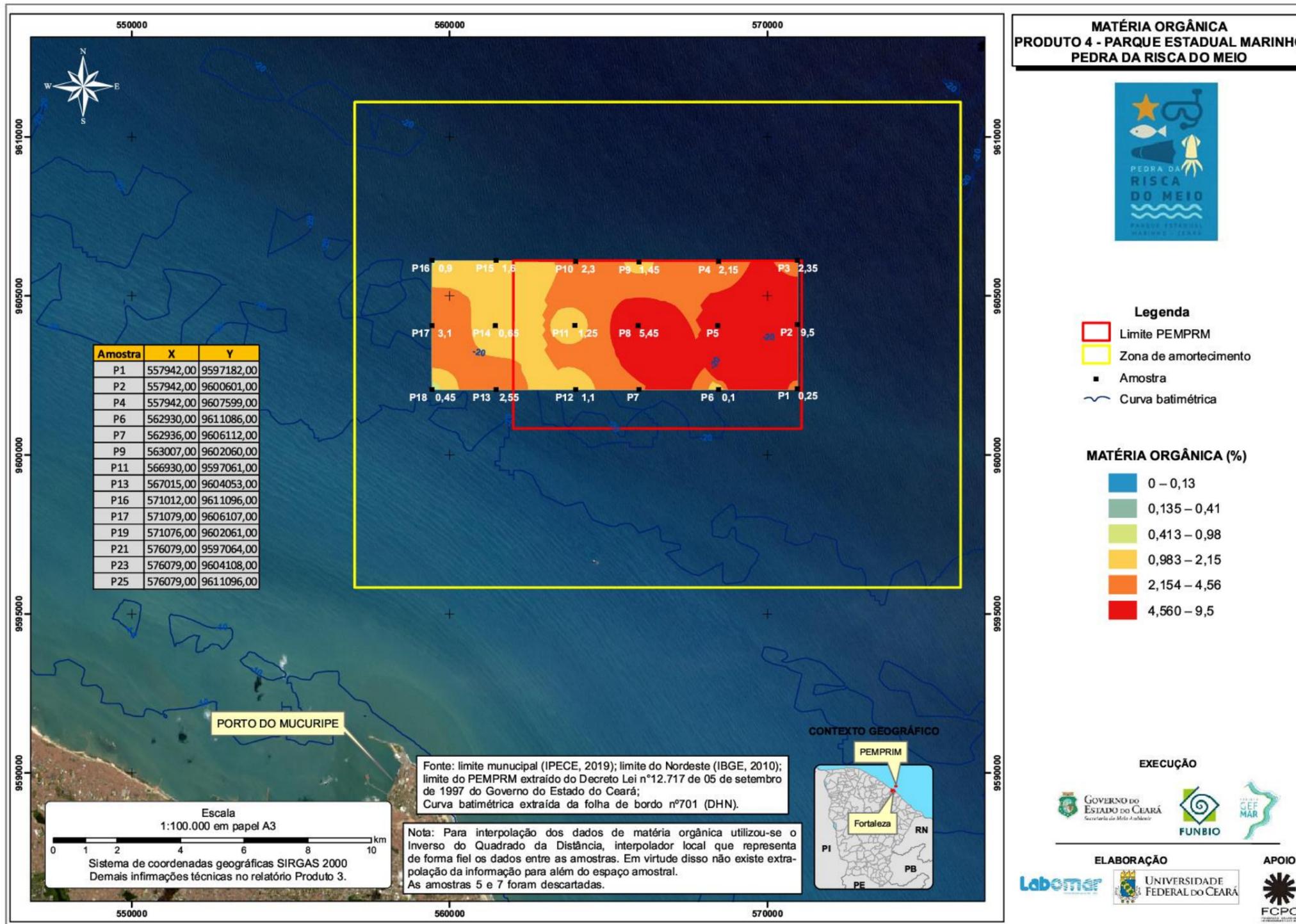


Figura 54 - Mapa da distribuição de matéria orgânica na área do PEMPRM (em anexo como MAPA_MO_A3).

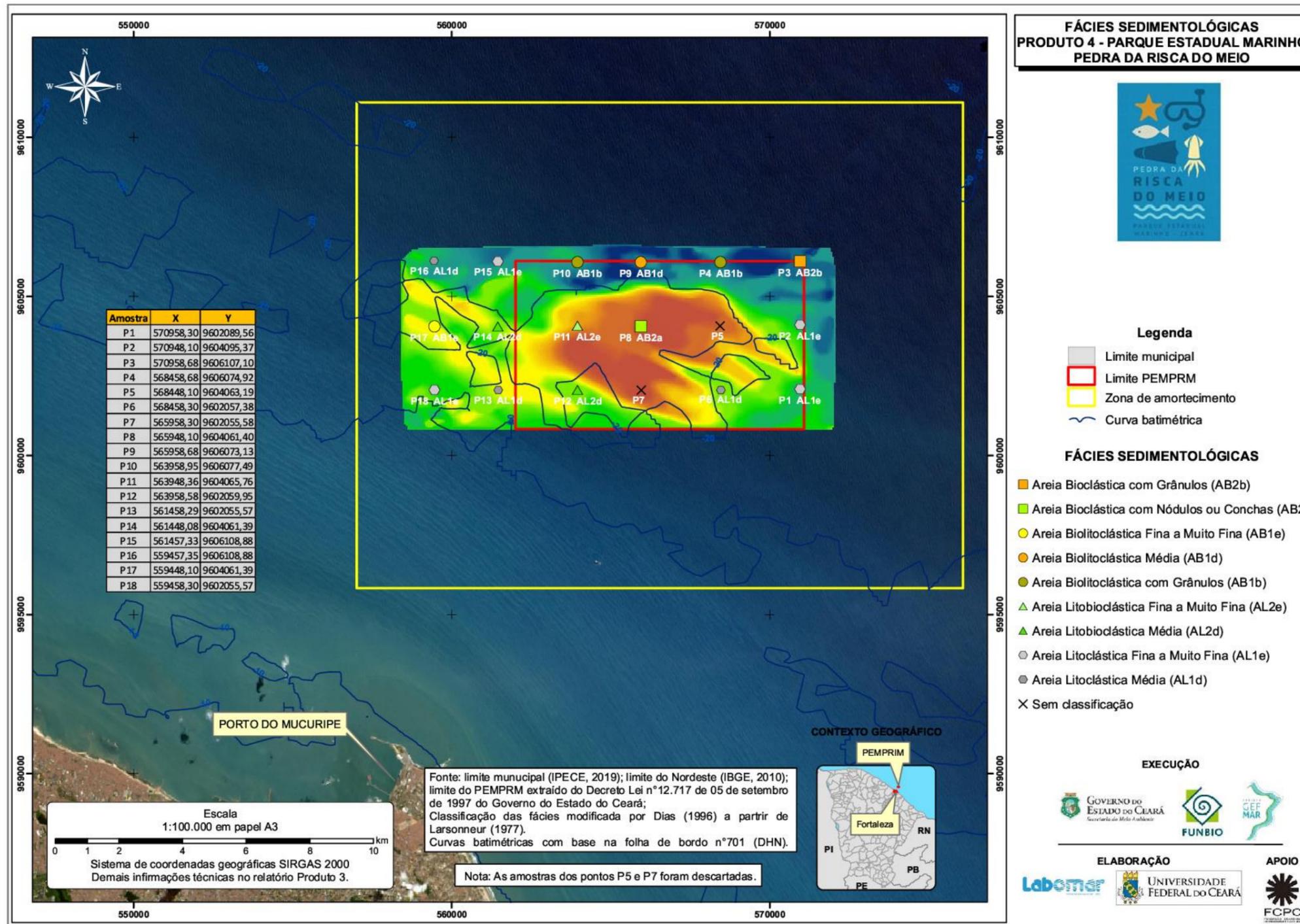


Figura 55 - Mapa das fácies sedimentológicas na área do PEMPRM (em anexo como MAPA_FACIES_A3).

3.4.2 Caracterização Geomorfológica do Fundo Marinho

Os recifes obedecem a um padrão de formação típico de depósitos gerados nos eventos de transgressão e regressão marinha do Pleistoceno, com estruturas circulares alongadas e lineares paralelas à linha de costa. Dentre as estruturas são observados canais preenchidos pela cobertura sedimentar carbonática, modelados pelo arranjo paralelo dos recifes e, provavelmente, pela hidrodinâmica mais recente (Figuras 56 e 57).

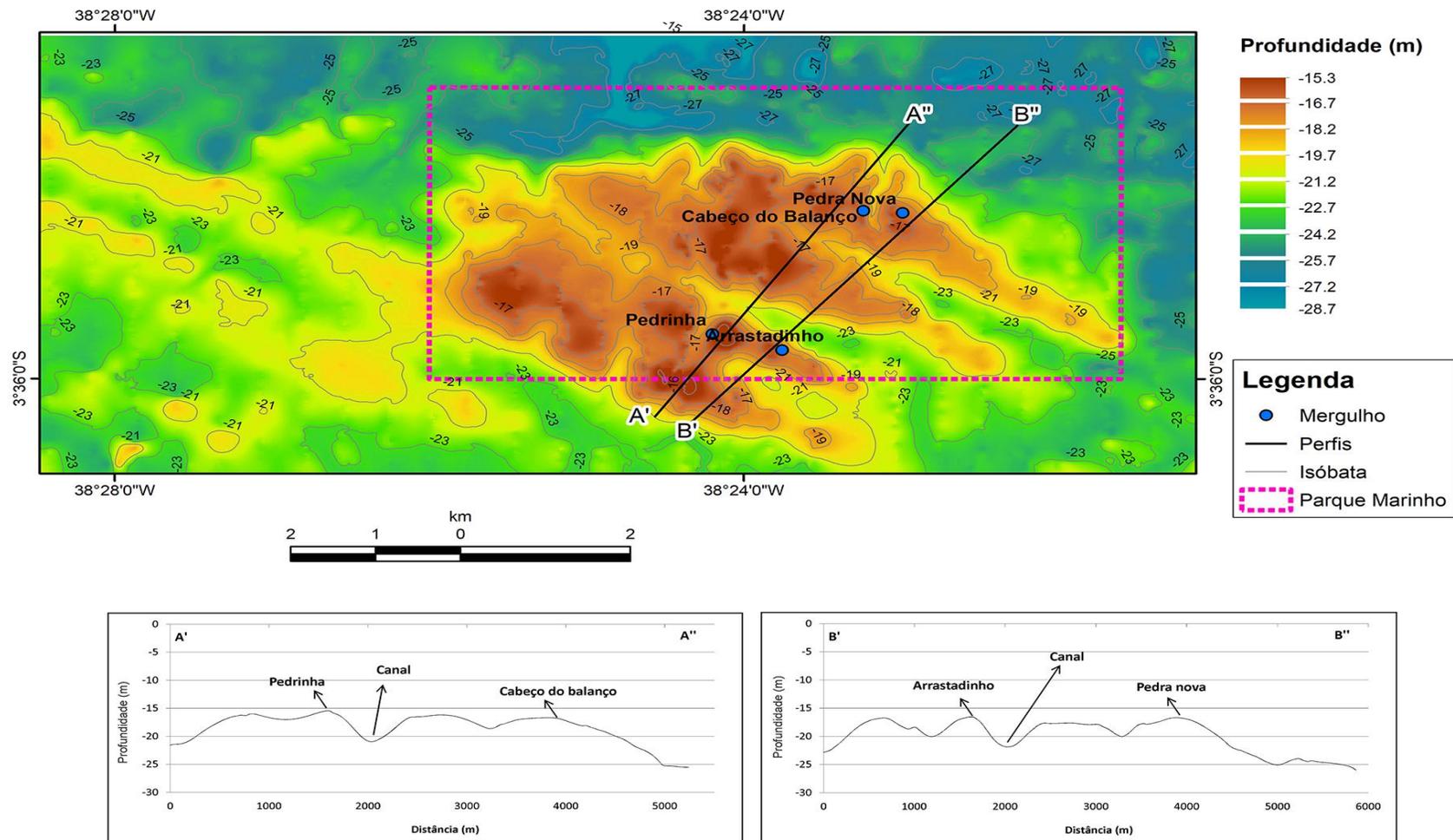


Figura 56 - Modelo geomorfológico de fundo do PEMPRIM e perfis batimétricos de fundo, com destaque para alguns recifes utilizados na atividade de mergulho.

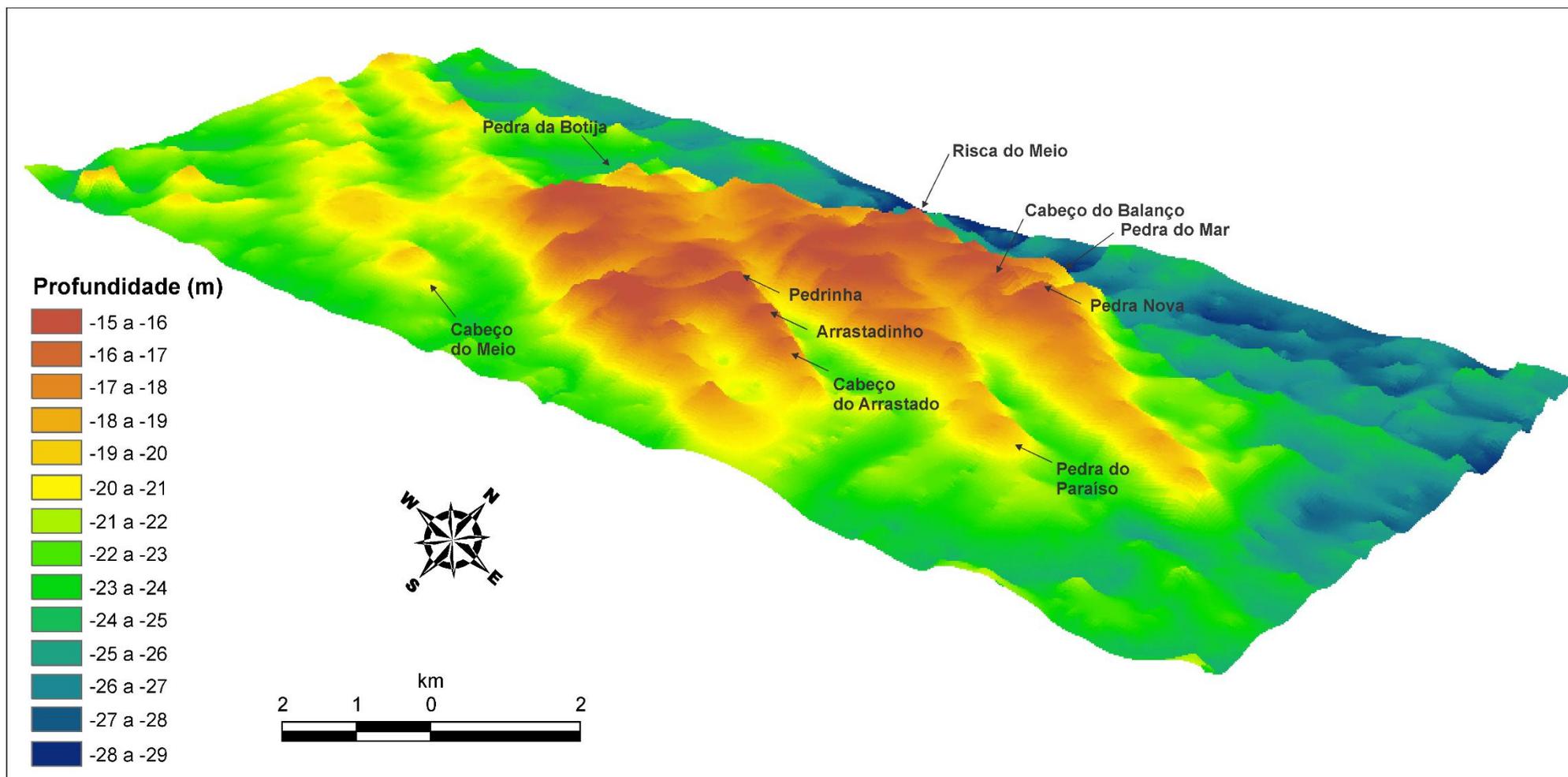


Figura 57 - Modelo Digital de Terreno (MDT) em 3D destacando os recifes do PEMPRIM.

Em suma, a área do PEMPRIM é composta por um padrão heterogêneo do substrato, constituído por estruturas físicas, como recifes recobertos por algas coralinas, e sedimentos ricos em areia biodetrítica que, segundo Woodin (1981) fornecem aos organismos marinhos habitats que podem ser utilizados como refúgio e berçários.

A alta rugosidade de fundo é marcada pela presença de recifes alongados longitudinalmente à linha de costa, produtos dos eventos de transgressão e regressão marinha do Pleistoceno, intercalados por uma cobertura sedimentar rica em algas do tipo *Halimeda*, rodolitos e *Lithothamnium*, que, segundo, Steller et al. (2003) & Foster et al. (2007), podem constituir ambientes favoráveis para diversificada fauna de invertebrados bentônicos e fauna demersal marinha.

O padrão heterogêneo e a alta rugosidade de fundo são aspectos de extrema relevância para o zoneamento do PEMPRIM, uma vez que, os organismos que compõem a fauna e a flora marinha do Parque dependem deste mosaico composto por distintas características do substrato e do relevo de fundo.

3.5 Análise de contaminantes emergentes e microplásticos

3.5.1 Tamanho e tipologia

Em termos gerais, foi verificado que a contaminação predominante na área de estudo é por microplásticos, uma vez que o tamanho do material encontrado foi abaixo de 2 mm. (Figuras 58 e 59). Segundo proposto pela Comunidade Europeia (*Marine Framework Framework Directive-MSFD, 2008/56/EC*), a nomenclatura dos microplásticos (nano, micro, meso e macroplástico) é baseada no tamanho e, portanto, é composta por partículas: menor que 1 µm (nanoplástico); 1 µm a 5 mm (plástico pequeno e grande) e maior que 5 mm (meso e macroplástico) (Galgani et al., 2013; Van Cauwenberghe et al., 2015), o que pode ser observado nas Figuras 58 e 59. Já para o nanoplástico, foi assumido que eles estão dentro da faixa de outros tipos de nanopartículas, embora ainda não exista uma definição estabelecida (Gigault et al. 2018; Ferreira et al., 2019). Entretanto é importante salientar que em uma das amostras foi verificado material de tamanho maior que 5 mm o que caracteriza o mesmo de mesoplástico.

Para a determinação da tipologia de microplásticos encontrados, foi utilizado uma classificação da *National Academy of Sciences* (Cózar et al., 2014), a qual é composta por: fragmentos, filmes, isopor e pellet ou linhas. A maior abundância foi de linhas (60%), seguido por 20 % de fragmentos não definidos e isopor, conforme as Figura 60.

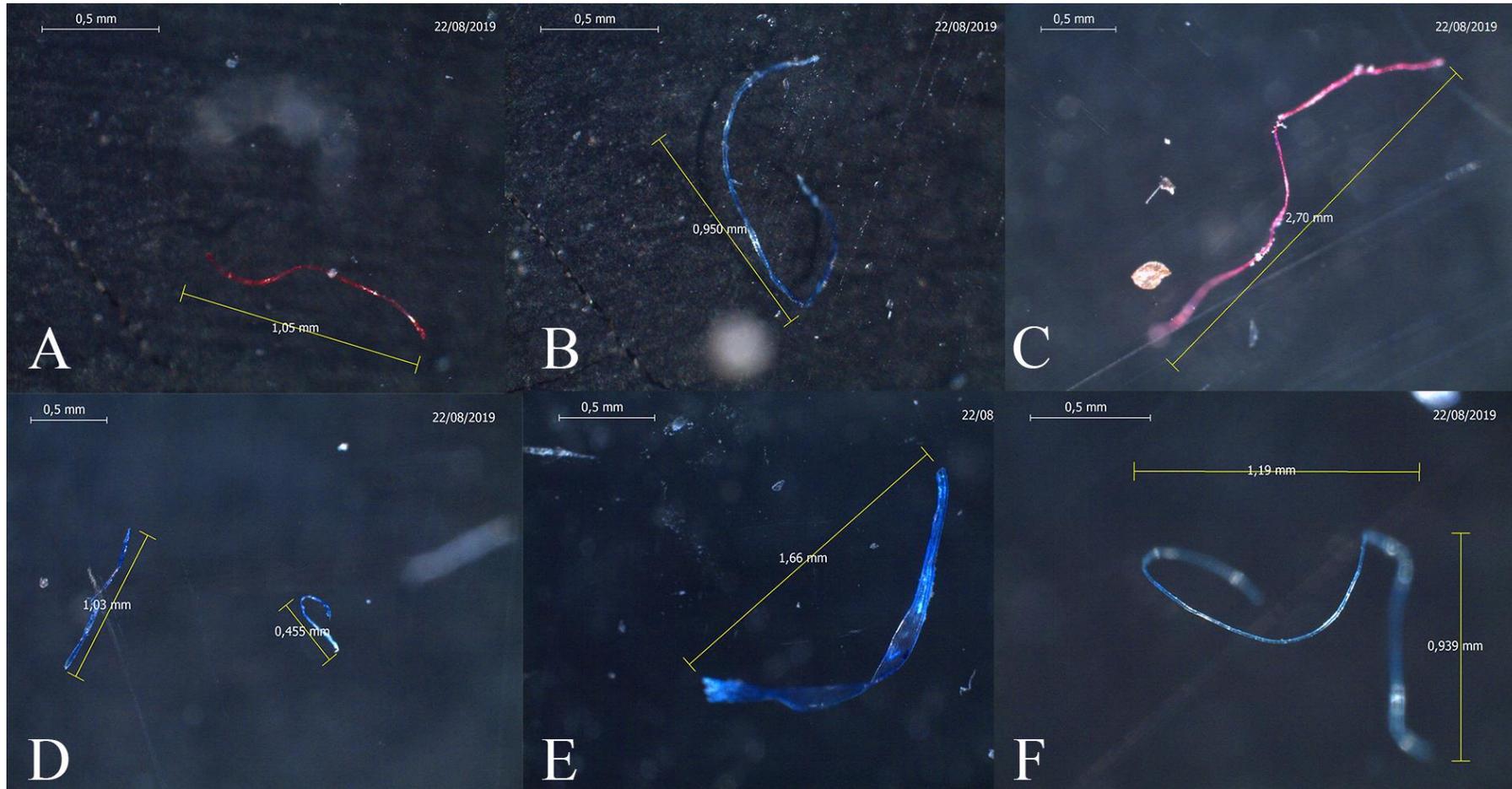


Figura 58 - Microplásticos de nylon encontrados no PEMPRIM (A = 1,05 mm; B = 0,950 mm; C = 2,70 mm; D = 1,03 mm e 0,455 mm; E = 1,66 mm; F = 1,19 mm por 0,939 mm).

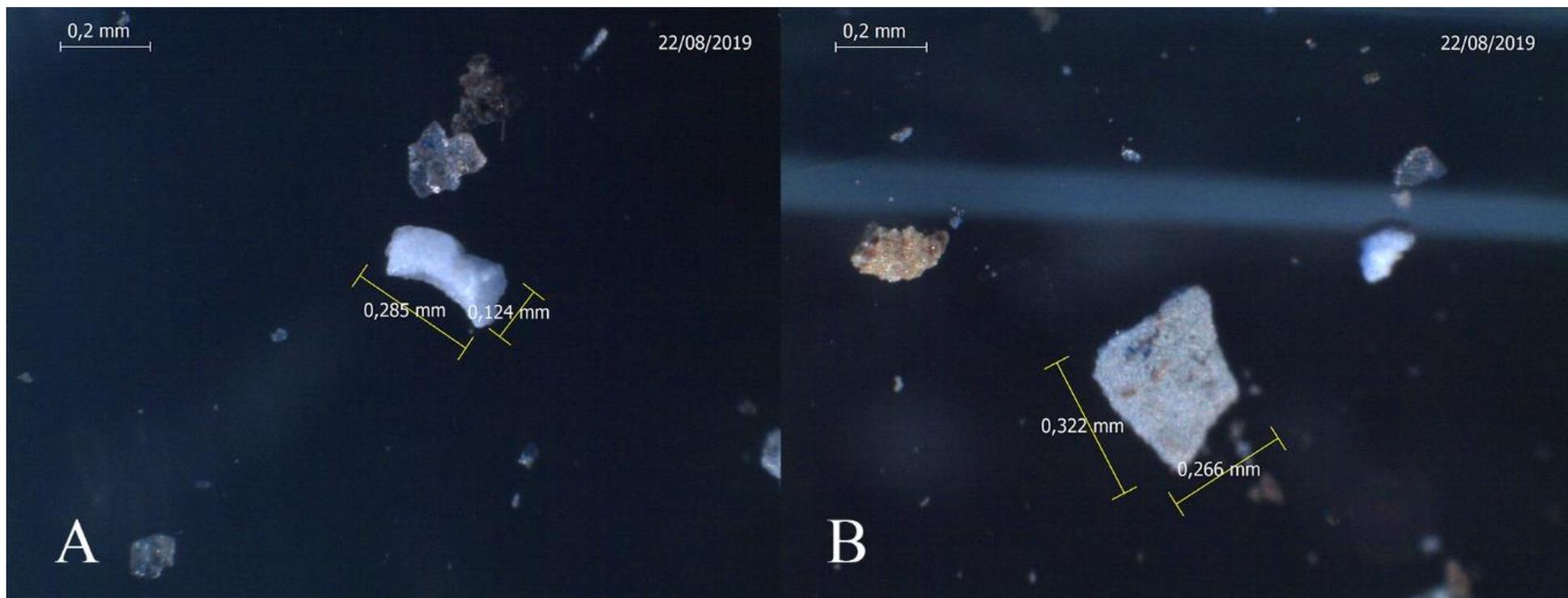


Figura 59 - Microplásticos encontrados no PEMPRIM (A = isopor, tamanho = 0,285 mm por 0,124 mm) (B = partícula, tamanho = 0,322 mm por 0,266 mm).

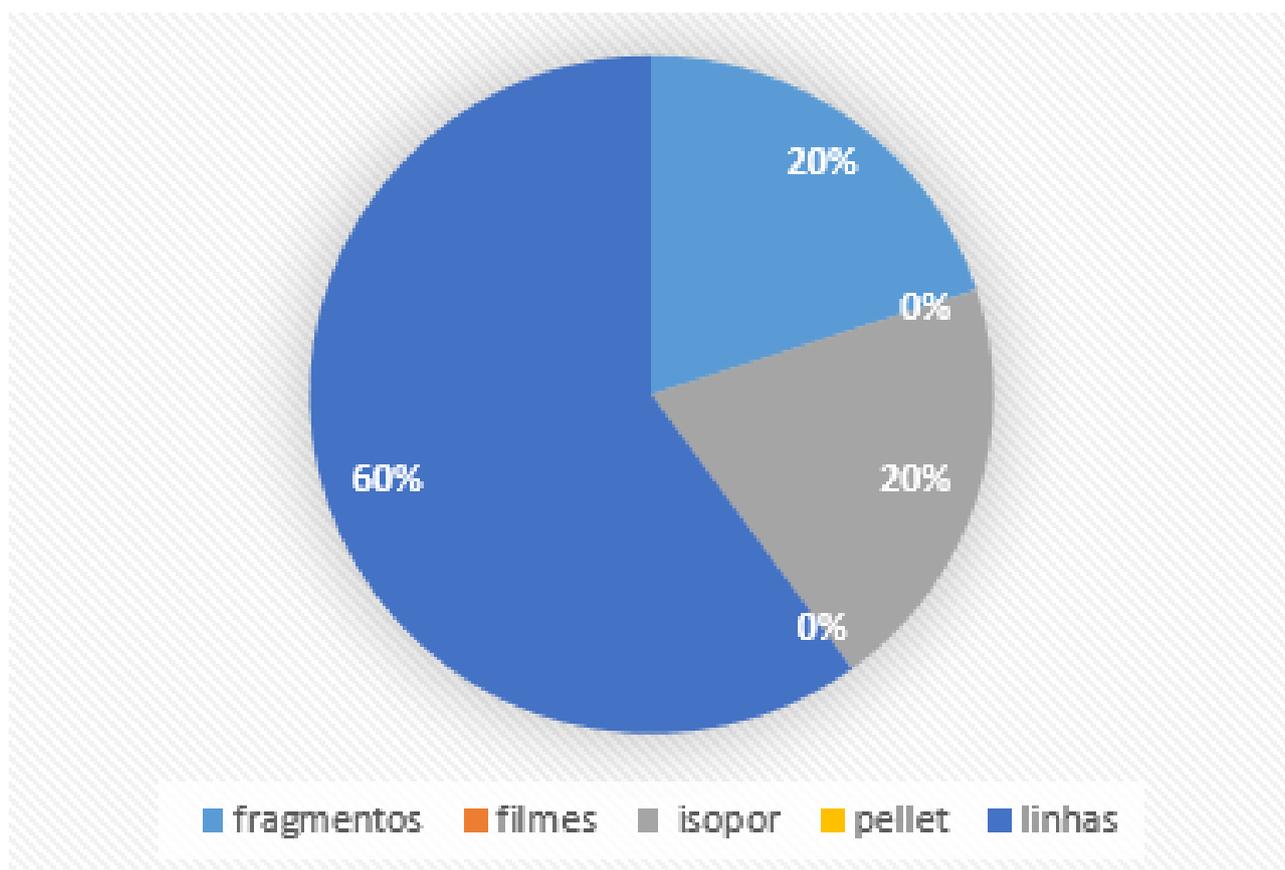


Figura 60 - Tipologia dos microplásticos encontrados nas amostras obtidas no PEMPRIM.

3.5.2 Níveis e possíveis fontes de microplástico

Os dados da amostragem do microplásticos estão sintetizados na Tabela 11. Apesar do grande volume de água marinha amostrada, os níveis de microplásticos foram abaixo dos limites de detecção (LD), apesar da balança analítica utilizada ter nível de precisão de 0.00001 g.

Segundo Andrady (2011), isso ocorre em regiões que não possuem fontes pontuais, o que converge com a realidade da área de estudos. As quatro principais fontes de lixo marinho e costeiro são atividades recreativas costeiras, atividades relacionadas ao turismo, navegação/pesca e esgoto. Assim, a tipologia de resíduos encontrada na zona de acumulação pode dar uma indicação das atividades humanas que contribuíram para a contaminação (Andrady, 2011; Thiel et al., 2013).

Tabela 11 - Dados e concentração da amostragem de microplásticos.

Data	Horário	Tempo de arrasto	de	Linha da malha amostral	Volume (m ³)	Concentração
29/07/19	10:20h às 10:35h	15 min		Linha 9 até próx. ao ponto L-16 (sentido: da costa para o mar)	1912,90	< LD
30/07/19	09:20h às 09:42h	22 min		Linha 11 até próx. ao ponto L-17 (sentido: da costa para o mar)	2282,90	< LD
31/07/19	08:55h às 09:23h	28 min		Linha 18 (sentido: do mar para a costa)	2169,09	< LD
01/08/19	09:50h às 10:15h	25 min		Linha 25 (sentido: da costa para o mar)	2519,51	< LD

LD= não detectado a 0,000009 g/m³

O material predominante encontrado, como linhas de nylon e isopor estão diretamente ligados a atividade de pesca, a qual pode ser gerada na região ou fruto de transporte. Entretanto, segundo Cavalcante et al. (2019), a costa da cidade de Fortaleza recebe influência de lixo marinho oriundo das atividades de recreação > navegação/pesca > doméstico > industrial. Nesse sentido, a atividade de pesca influente deve ser na área de estudo, uma vez que se fosse fruto de transporte teria a distribuição similar ao da costa da cidade de Fortaleza, ou pelo menos de múltiplas atividades antrópicas.

Em relação aos contaminantes emergentes, foram estudadas as principais classes de fármacos encontrados na literatura. Essas substâncias são utilizadas na prevenção e tratamento de doenças em animais e humanos onde uma gama de substâncias se encaixam nessa classificação, como antibióticos, produtos de cuidados pessoais, anti-inflamatórios não esteróis, drogas psicoativas, beta bloqueadores e desreguladores endócrinos (Barcelo e Petrovic, 2008). Dessa forma, elas podem ser utilizadas como marcadores químicos ou marcadores moleculares na avaliação de atividades antrópicas influentes, especialmente em regiões distantes de áreas com fontes pontuais. Foram avaliados 15 pontos de coleta, compreendendo toda a área do parque. Em todos os pontos, os níveis dos contaminantes emergentes Dietilestilbestrol (DES), Dienestrol (DIE), Mestranol (MeEE2) e 17 α – Etinilestradiol (17 α -EE2) foram abaixo dos limites de detecção. Dessa forma, é pouco provável que atividades antrópicas, como as urbanas, portuárias e industriais tenham influência na área de estudo.

3.6 Meio Socioeconômico

3.6.1 Mergulhadores autônomos recreativos

O perfil de respondentes foi predominantemente de mergulhadores do sexo masculino (n=101, 72,1%), com idade entre 31 e 40 anos (n=64, 45,7%), nascidos (n=82, 58,6%) e residentes no Ceará (n=109, 77,9%).

Como principais locais visitados no Estado, destacam-se o Parque Estadual da Pedra da Risca do Meio - PEMPRIM (n=109, 78,4%) e a plataforma interna em frente ao aterro da Praia de Iracema (n=78, 56%). Há de se ressaltar que 49% (n=58) dos respondentes escolheu como o melhor ponto de mergulho o PEMPRIM.

Para os mergulhadores, dentre os principais atrativos do mergulho em Fortaleza destaca-se a Quantidade de Vida Marinha, considerada como Boa/Muito Boa (n= 74, 53%). Com relação ao atributo Paisagem Submersa e Visibilidade nos locais de mergulho, a maior parte dos respondentes caracterizou com médio/razoável (n=75, 54%).

A respeito dos maiores problemas apontados pelos respondentes, destacam-se atributos relacionados ao tempo de navegação (Qui-Quadrado, $p=0,0004$) e ao lixo e linhas de pesca abandonados (Qui-Quadrado, $p=0,0333$) nos locais de mergulho do PEMPRIM, que foram classificados principalmente como Médio/Razoável (n=64, 46% e n=68, 49% respectivamente).

3.6.2 Pescadores da Colônia Z-8

3.6.2.1 Resultados da Entrevista I (28 e 29 de junho de 2019)

A partir dos resultados socioeconômicos obtidos tem-se que a maioria dos pescadores possuem idade acima de 50 anos (n=32, 66,7%), são casados (n=31, 64,6%), são pescadores a mais de 5 anos (n=48, 100%) e tem na pesca sua maior fonte de renda (n=32, 66,7%) obtendo uma renda mensal média entre R\$ 901,00 e R\$ 1.500,00 (n=28, 58,3%).

A embarcação mais utilizada pelos respondentes é o barco a motor (n=26, 44,1%), sendo que a maioria não possui embarcação própria (n=31, 64,6%), fazem uso de petrechos de pesca artesanal como: anzol (n=25, 30,5%), linha (n=13, 15,9%) e manzuá (n=11, 13,4%). As perguntas a respeito do PEMPRIM obtiveram as seguintes respostas: a maioria dos respondentes conhece (n=46, 95,8%) e já pescou no parque (n=40, 83,3%).

Ainda, com relação aos petrechos de pesca mais utilizados, cumpre registrar que durante os mergulhos realizados pela equipe de pesquisa foram encontrados nos locais visitados: três manzuás de peixe no recife Pedra da Botija), uma rede de pesca em *nylon* no recife do Arrastadinho, uma marambaia de ferro no recife Cabeço do Arrastado, e uma marambaia de PVC no recife Pedra do Paraíso, conforme registros fotográficos abaixo (Figura 61).

Em relação aos aspectos ambientais, os respondentes disseram pescar mais frequentemente as seguintes espécies (em ordem decrescente): Biquara, Cavala, Mariquita, Serra, Guaiuba, Cioba, Ariacó, Sapuruna, Guarajuba, Lagosta e Piraúna (Figura 62). A espécie que menos têm encontrado nos últimos anos foi o cangulo. Com relação à quantidade dos peixes, a maioria (n=37, 77,1%) responderam que havia diminuído nos últimos anos e que o tamanho também havia diminuído (n=28, 62,2%).

Ao serem questionados se conheciam algum tipo de alga no PEMPRIM, metade dos entrevistados (n=25, 52,1%) respondeu que sim, denominando de “lodo” o nome dessa alga. Com relação a corais, apenas 47,9% (n=23) disseram conhecer, chamando de cascalito a espécie encontrada. Com relação a esponjas, 55,1% (n= 25) disseram conhecer, tendo sido denominada de pombão e lodo esponjado as espécies conhecidas.

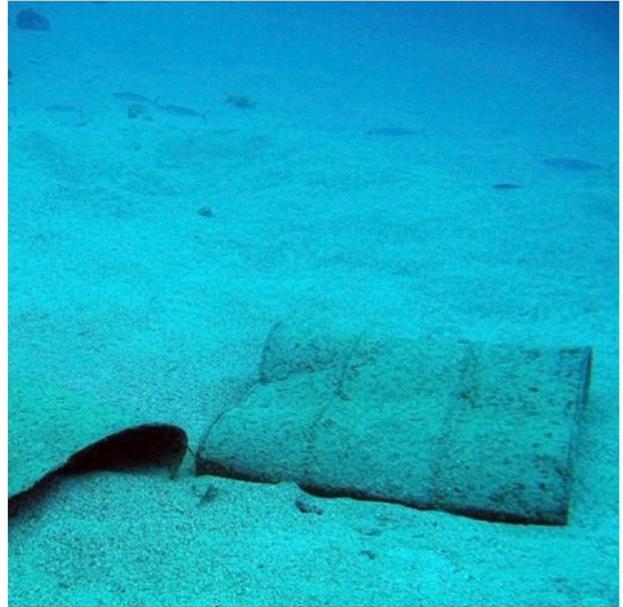


Figura 61 - Petrechos de pesca encontrados na área do PEMPRIM durante os mergulhos para o diagnóstico ambiental da Unidade de Conservação. Fonte: Marcus Davis/Mar do Ceará.

Por fim, a maioria dos respondentes entendeu ser importante preservar o meio ambiente (n=38, 79,2%) destacando como principais prioridades nas políticas públicas: aumento de fiscalização (evitando pesca ilegal e predatória), criação de um local na praia para chegada das embarcações e comércio dos peixes e respeito do período de defeso. O uso de manzuá, pesca de compressor e caçoeira foram muito recorrentes entre as respostas como responsáveis pela diminuição da quantidade de peixes e o aumento de dias no mar para obter a mesma quantidade de pescados.

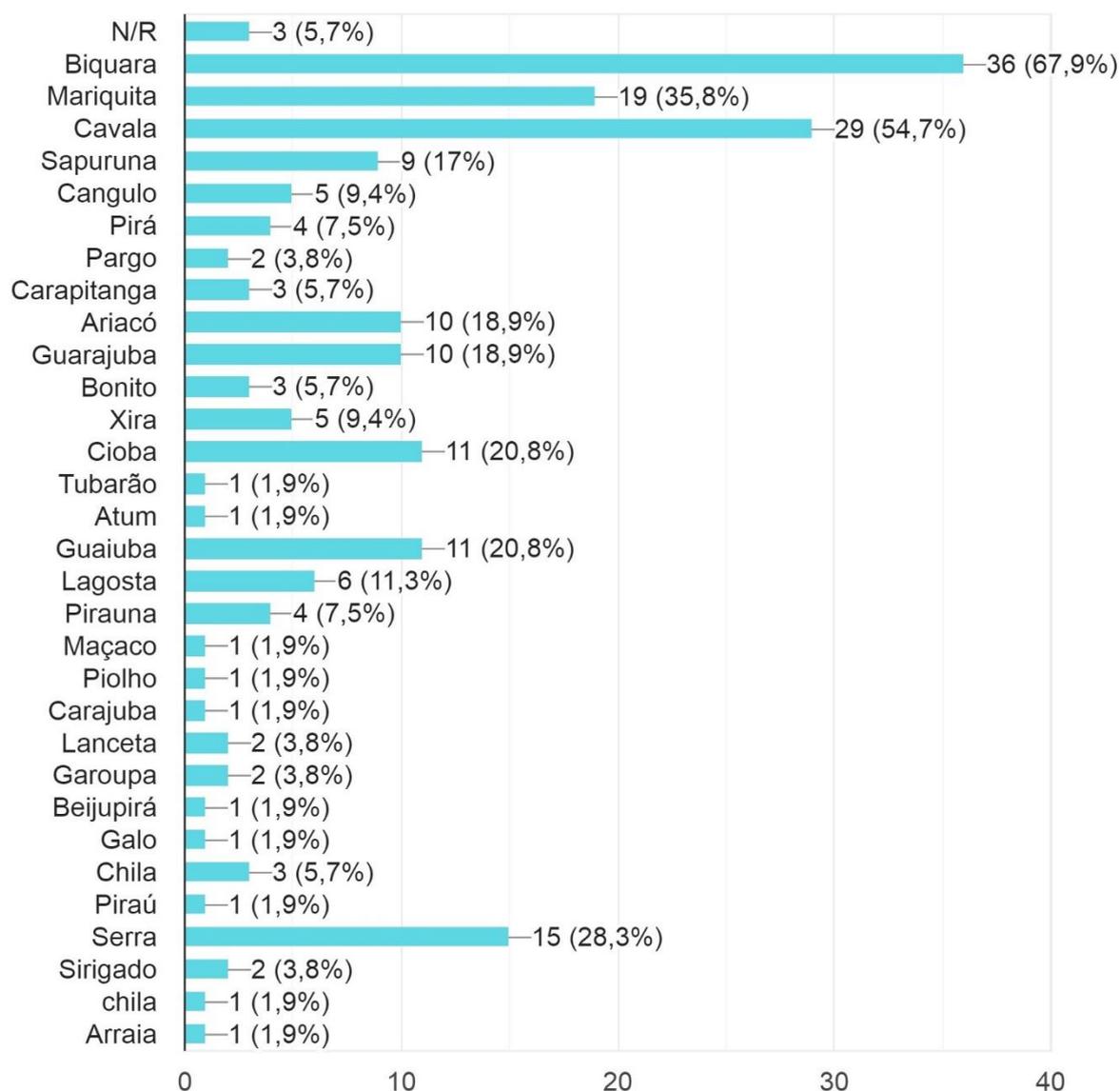


Figura 62 - Espécies mais encontradas por pescadores no PEMPRIM.

3.6.2.2 *Resultados da Entrevista II (14 a 18 de outubro de 2019)*

De forma a validar e complementar os resultados da Entrevista I e, assim, fornecer mais subsídios para a gestão da UC, foi aplicada a Entrevista II, com perguntas mais detalhadas e voltadas para a pesca no PEMPRIM. Entre as duas entrevistas houve um incremento de 77% dos entrevistados (Entrevista I n=48; Entrevista II n=85), possivelmente um reflexo do maior esforço amostral.

A maioria dos entrevistados foi do sexo masculino, com apenas 3,5% de mulheres. Quanto à constituição etária, a maior parte dos entrevistados (84,7%) possui mais de 41 anos de idade, com menos de 5% dos entrevistados de jovens e adultos entre 15 e 30 anos (4,7%), casados, com baixa escolaridade (76,5% com nível fundamental incompleto ou não frequentou escola) e elevado número de filhos (mais de três filhos, 60%) (Figura 63). A maior parte dos pescadores possui residência própria, tendo sido relatado por muitos que a compra do imóvel foi possibilitada pela pesca. Possuem sistema de água e esgoto em casa via CAGECE e acesso à internet (Tabela 12).

Quanto à pesca, a maior parte relatou que suas famílias não dependem exclusivamente da pesca (60,7%), porém 57,1% dos entrevistados reportou, individualmente, viver apenas da pesca (Figura 64). Uma parcela de 15,5% é de aposentados, e outras profissões, como pedreiro, vendedor e limpador de peixes para restaurantes, dentre outras, aparecem como alternativas de renda (Figura 65).

Quanto ao PEMPRIM, apenas três entrevistados de todo o universo amostral nunca haviam ouvido falar na Risca do Meio, com mais de 95% dos entrevistados relatando considerar importante essa região. A maioria já pescou no Parque (92,7%), com apenas 34,5% tendo relatado pescar atualmente na Risca, apesar de relataram terem pescado no passado (57,1%). A frequência de pesca do PEMPRIM costuma ou costumava ser semanal em sua maioria (59%) (Figura 64).

Quando questionados sobre quando e porque deixaram de pescar no Parque, apenas 29 entrevistados responderam, tendo relatado ter deixado de pescar há em média 10 anos por aposentadoria, doença ou por ter buscado pesca em outros locais em sua maioria. Entretanto, alguns relataram como razão do abandono da área a diminuição de peixes e a pesca predatória (Figura 66).

Quanto aos locais mais utilizados dentro do PEMPRIM, a Risca do Meio apareceu como a mais utilizada (35%), com a Pedra da Botija em segundo lugar (14%). Contudo, cerca de 20% dos entrevistados relataram utilizar todas os recifes (Figura 67). Além disso, muitos relataram pescar em recifes que não puderam ser identificados, tendo composto 39% das respostas brutas, porém foram excluídos da figura para focar-se nos recifes reconhecíveis. Para chegar às riscas e realizar a pesca, reportaram utilizar jangada como transporte majoritário (76,5%) (Figura 68) e linha e anzol como principais petrechos de pesca (Figura 69). É importante destacar que, durante a Entrevista I, o meio de transporte majoritário foi o barco a motor (44,1%). Contudo, como a Entrevista atingiu um público maior, este será considerado como meio de transporte prioritário.

Os entrevistados também foram questionados quanto a comportamentos nocivos observados no PEMPRIM, assim como sobre medidas que podem ser adotadas para minimizar tais ações. As respostas mais frequentes se referiram ao mergulho com compressor (20%), ao lançamento de lixo no mar (17%) e à pesca com manzuá (14%) como atividades mais nocivas, mas outras ações, como pesca de peixe pequeno, de arrasto, no defeso e utilizando caçoeira também foram relatadas (Figura 70), o que demonstra um grande número de infrações que ocorrem no Parque Marinho e que precisam ser consideradas nos planos de monitoramento e fiscalização. Quanto às ações para preservar a área, a maioria (52%) sugeriu a fiscalização como prioritária para a área, tendo citado também a retirada da pesca com manzuás e compressores e respeito ao período de defeso da lagosta, dentre outras sugestões (Figura 71).

A avaliação das respostas permitiu algumas constatações a respeito dos pescadores, maior parte dos quais atuais ou antigos usuários do PEMPRIM. A maior parte deles possui nível baixo de escolaridade ou mesmo não frequentou a escola, além de terem a pesca como única atividade econômica. Apesar da maioria das famílias, com grande número de filhos, não dependerem da pesca de forma exclusiva, os pescadores compõem uma população tradicional que tem modo de vida baseado na pesca; muitos dos quais inclusive relataram pescar semanalmente na Risca, como chamam a área do PEMPRIM. Além disso, a maioria dos entrevistados indicou a pesca como maior fonte de renda ou mesmo renda exclusiva. Dessa forma, trata-se dos usuários da UC que sofrem maiores impactos da pesca ilegal, como as que utilizam compressores, manzuás, redes e são realizadas fora do período de defeso; ações essas relatadas pelos próprios como comportamentos que não

devem ser realizados no Parque. Essa população que utiliza, majoritariamente, linha e anzol na pesca, o que caracteriza uma pesca artesanal, relatou que uma média de 10 pessoas pesca no Parque por dia, utilizando principalmente a Pedra da Risca do Meio ou todo o Parque nas pescas atuais ou passadas. Também foi relatado pela maioria que o segundo semestre é o melhor período de se pescar no Parque, o que indica um possível período para intensificação das ações de fiscalização. Esta última, por sinal, foi relatada de forma majoritária como medida que poderia ser tomada para preservar o Parque. A maior parte dessa população tradicional relatou ainda que a quantidade de peixes no Parque diminuiu, relacionando tal redução com a pesca predatória ou pesca de compressor. Alguns relacionaram a diminuição com a pesca subaquática ou construção de viveiros (Figura 72).

Tabela 12 - Perfil socioeconômico e percepções a respeito da pesca no PEMPRIM relativos às respostas aos questionamentos feitos aos pescadores da colônia Z-8 entrevistados por ocasião da aplicação da Entrevista II no período de 14 a 18 de outubro de 2019.

Moradia	Residência própria 79,3%	Residência alugada 20,7%
Modo de acesso à internet	Celular 77,3%	Em casa pelo computador 22,7%
Como você recebe a água em sua residência?	CAGECE 90,5%	Poço/cacimba 9,5%
Como você descarta o esgoto da sua residência?	CAGECE 78%	Fossa 22%

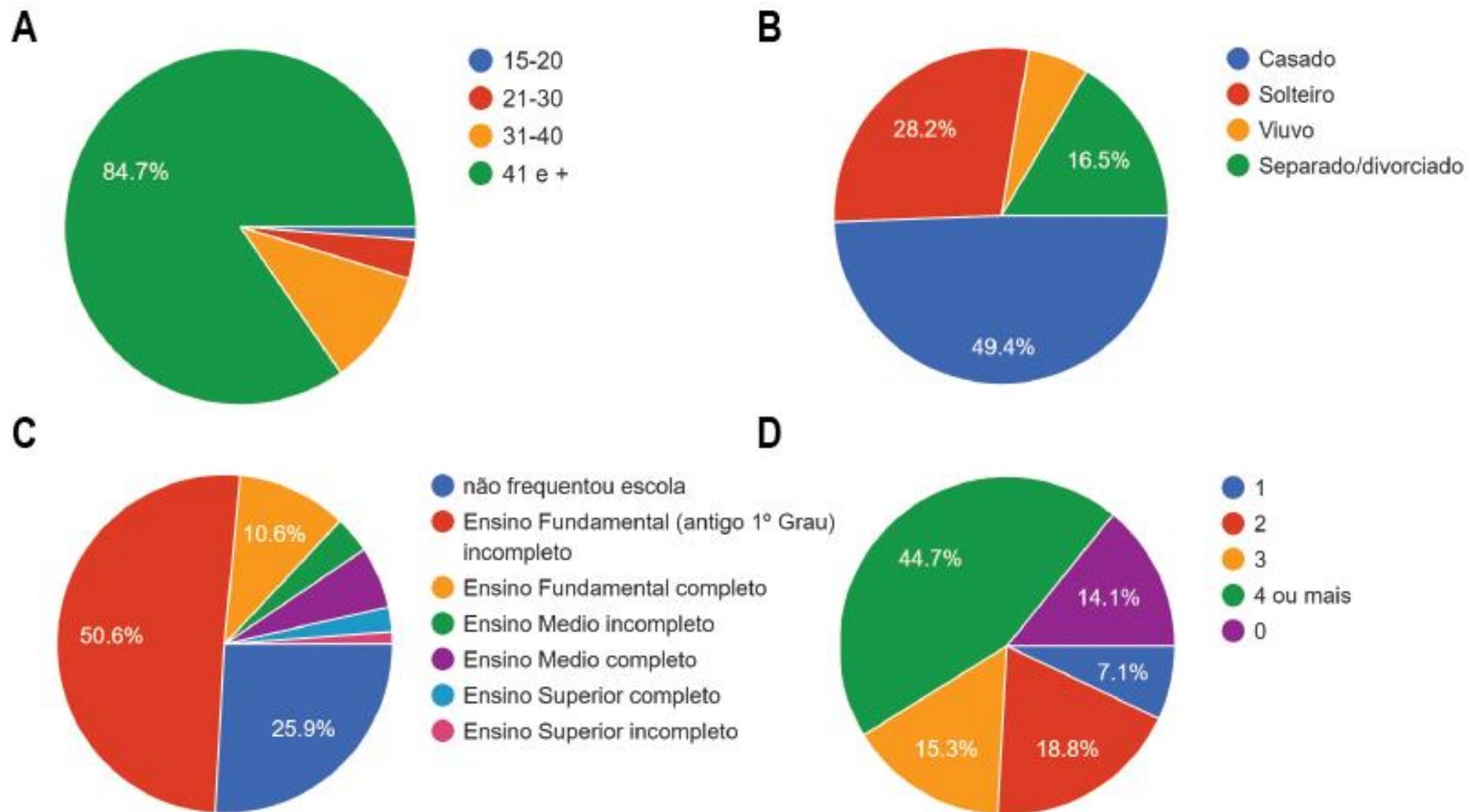


Figura 63 - Perfil socioeconômico dos pescadores da colônia Z-8 entrevistados por ocasião da aplicação da Entrevista II na Praia do Mucuripe no período de 14 a 18 de outubro de 2018. (A) Perfil etário; (B) Estado civil; (C) Escolaridade; (D) N° de filhos.

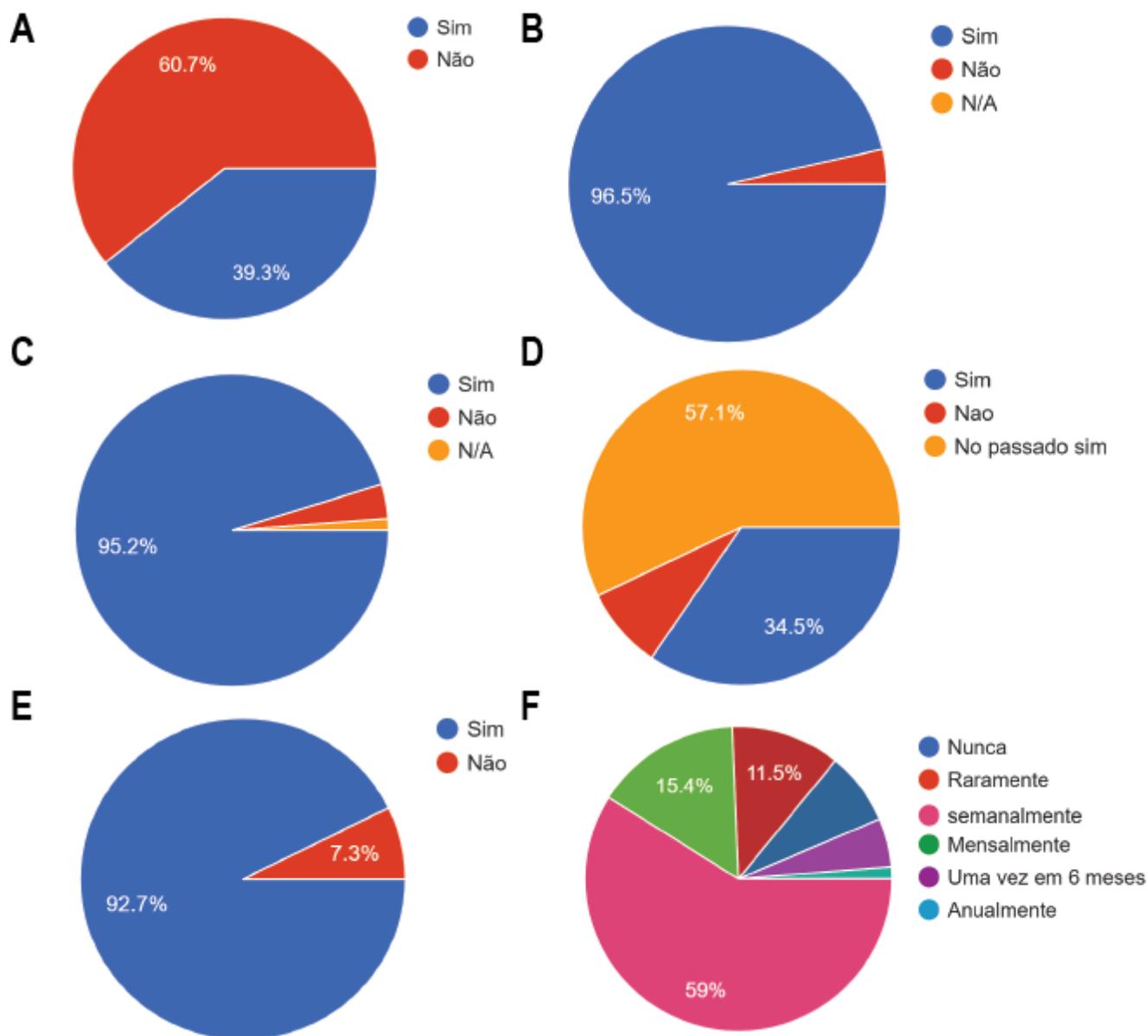
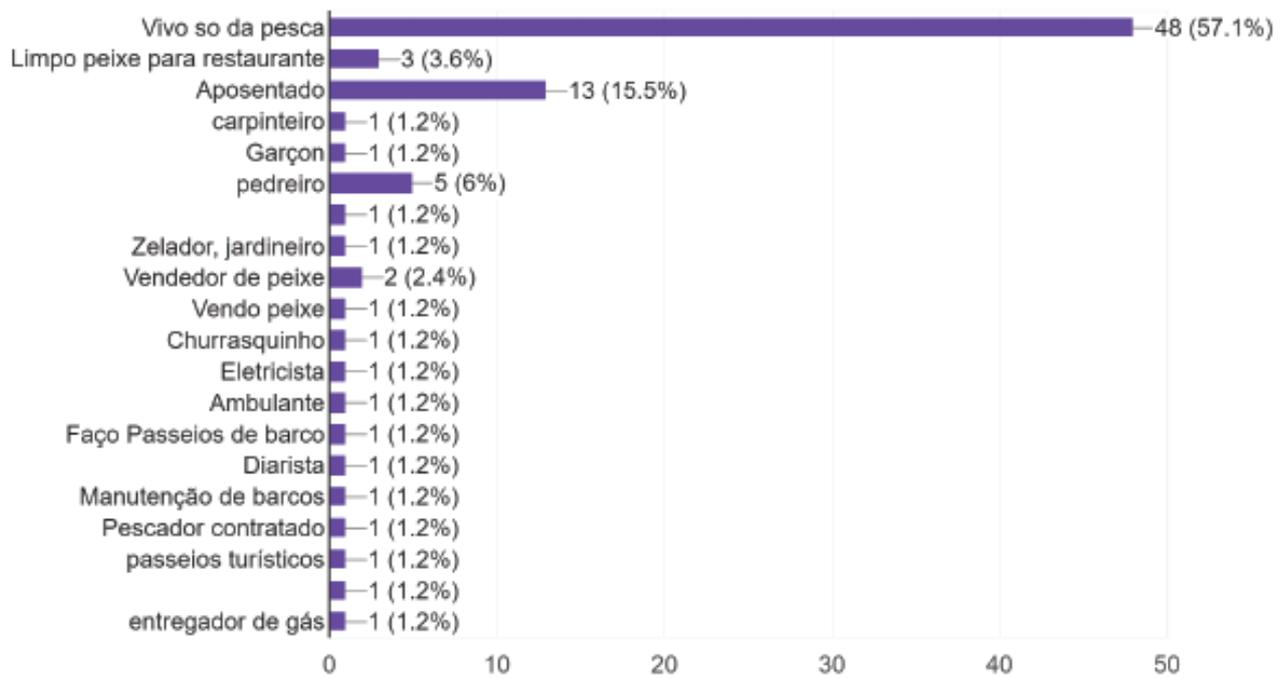


Figura 64 - Perfil dos entrevistados em relação à pesca e ao PEMPRIM por ocasião da aplicação da Entrevista II no período de 14 a 18 de outubro de 2019.. Respostas às perguntas: (A) Sua família depende exclusivamente da pesca?; (B) Já ouviu falar da Risca do Meio?; (C) Acha importante essa região onde está o Parque?; (D) Você pesca na Risca do Meio?; (E) Você já pescou no PEMPRIM? (F) Com que frequência pesca ou pescava no Parque da Risca do Meio?



Frequência das respostas (%)

Figura 65 - Atividades econômicas exercidas pelos entrevistados por ocasião da aplicação da Entrevista II na Praia do Mucuripe no período de 14 a 18 de outubro de 2019.

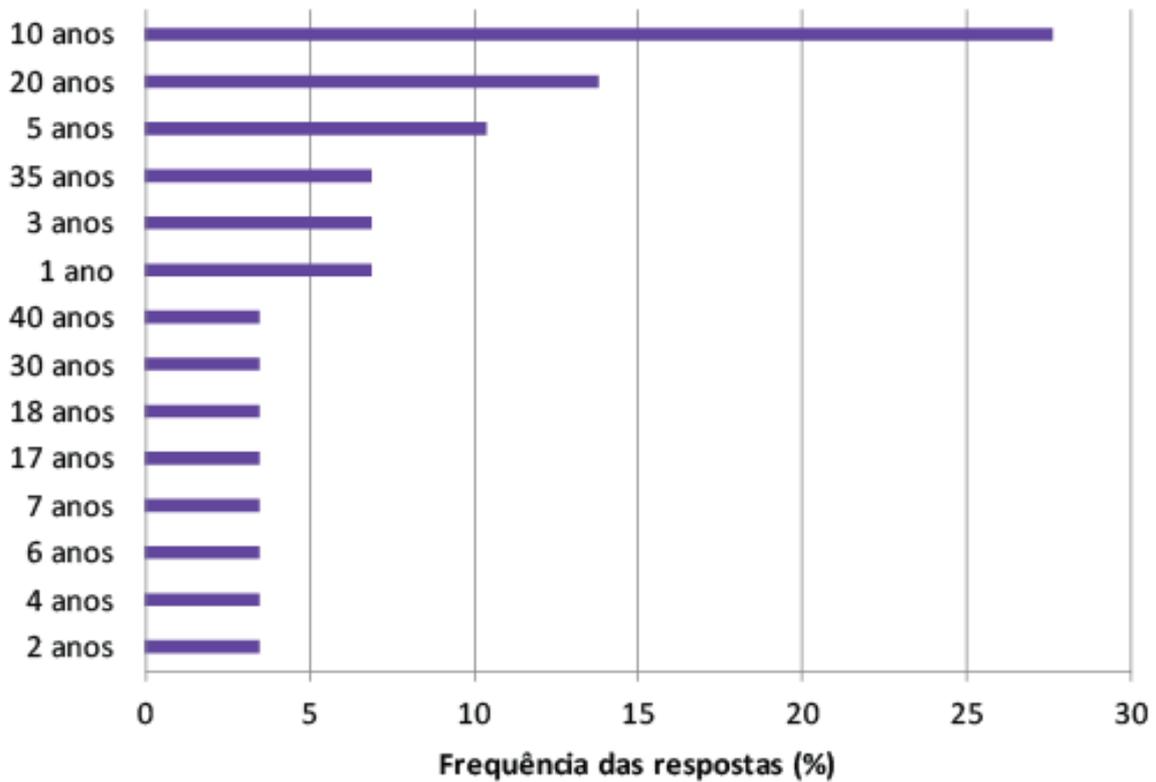
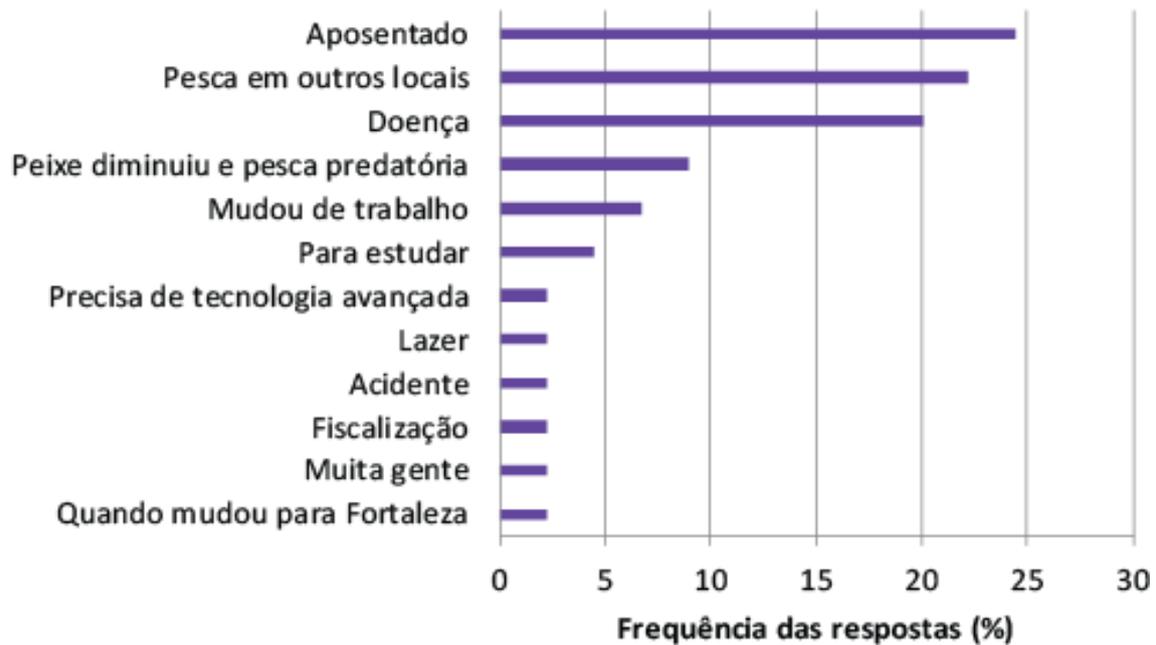
A**B**

Figura 66 - Resposta dos entrevistados quanto ao tempo em que não pescam na região do PEMPRIM (A), seguido dos porquês de terem deixado a pesca na região (B) por ocasião das entrevistas realizadas na Praia do Mucuripe no período de 14 a 18 de outubro de 2019.

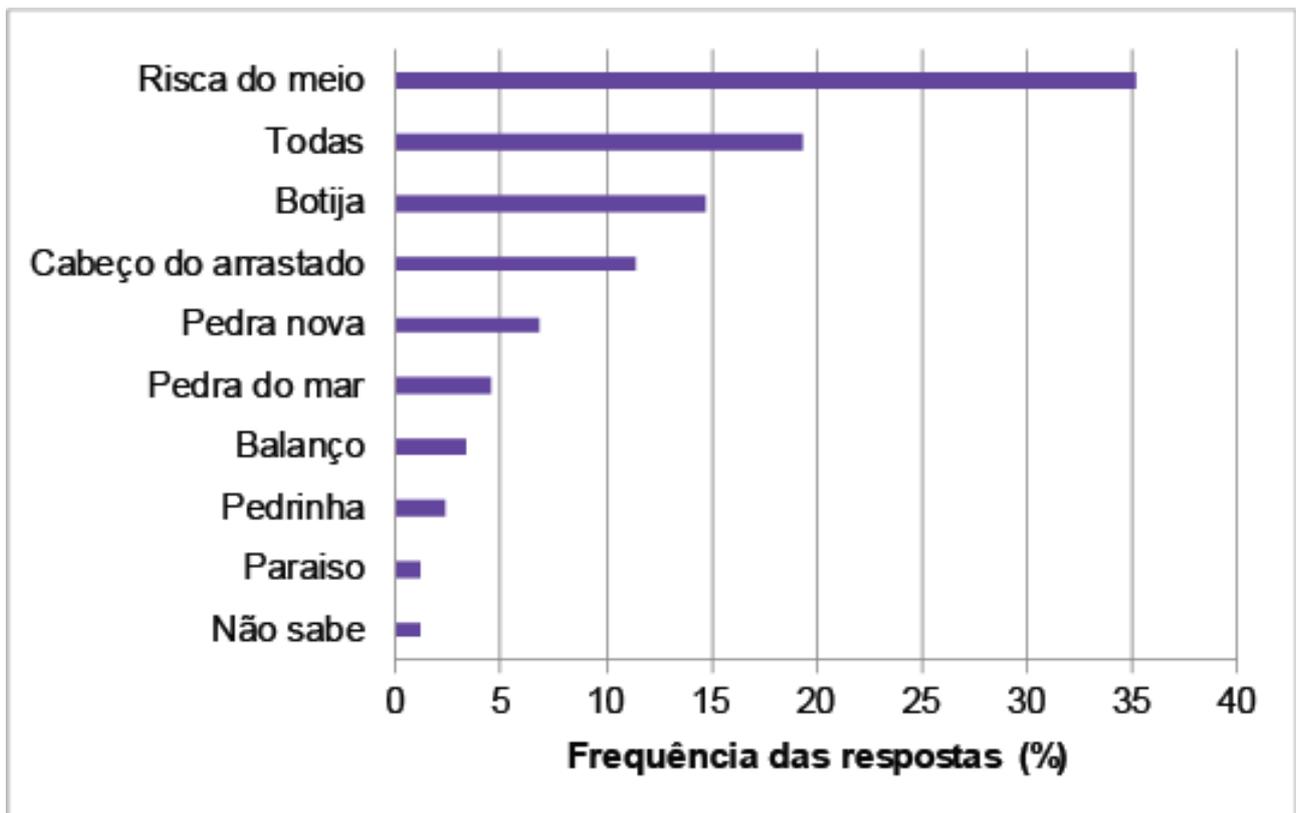


Figura 67 - Recifes da área do PEMPRIM utilizados pelos pescadores durante a pesca. Levantamento feito por ocasião da aplicação da Entrevista II no período de 14 a 18 de outubro de 2019.

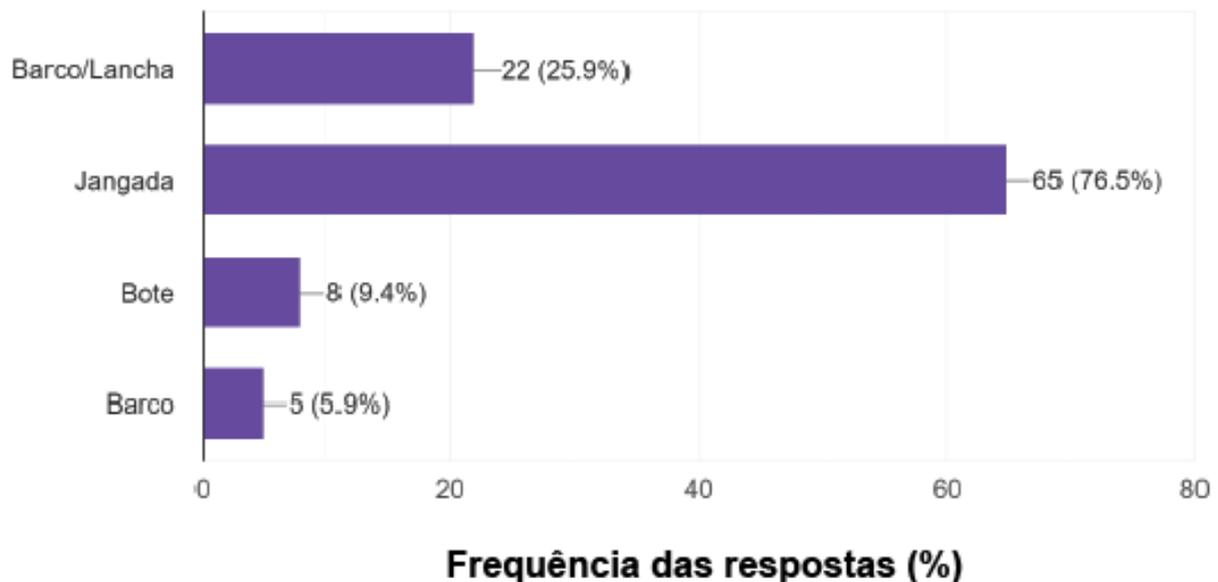


Figura 68 - Tipos de embarcações utilizados pelos entrevistados durante a pesca do PEMPRIM. Levantamento feito por ocasião da aplicação da Entrevista II no período de 14 a 18 de outubro de 2019.

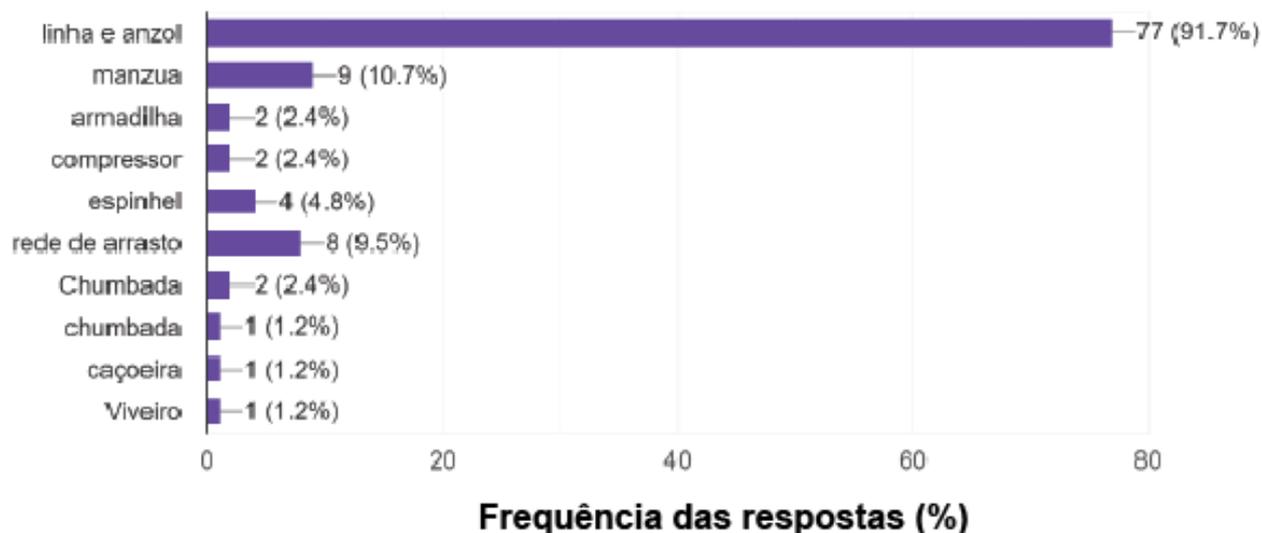


Figura 69 - Petrechos de pesca utilizados pelos entrevistados durante a pesca do PEMPRIM. Levantamento feito por ocasião da aplicação da Entrevista II no período de 14 a 18 de outubro de 2019. As percentagens apresentadas no gráfico não são complementares, pois os entrevistados podiam citar mais de uma categoria de petrecho de pesca utilizado.

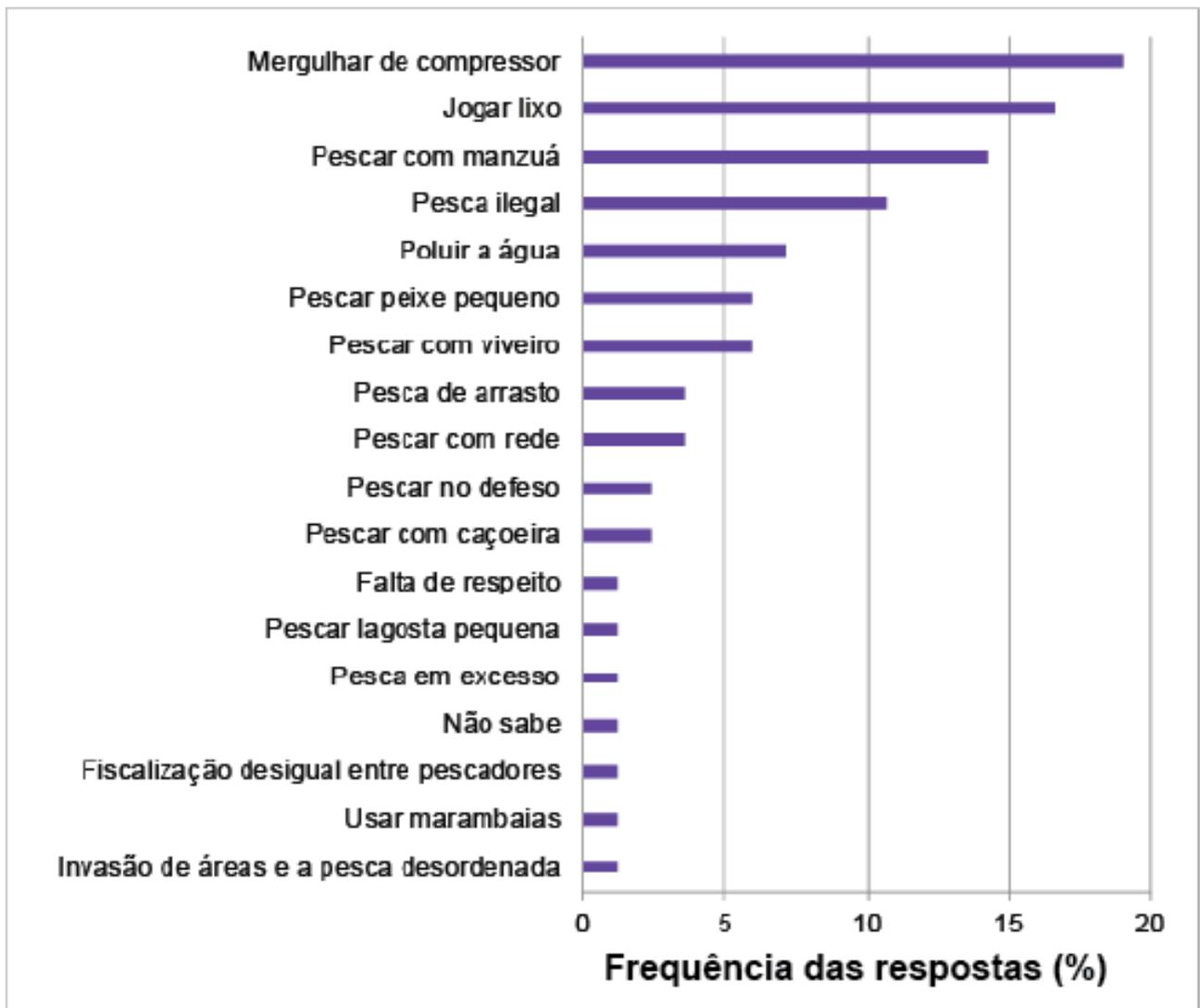


Figura 70 - Comportamentos e ações nocivas realizados no PEMPRIM identificados pelos entrevistados por ocasião da aplicação da Entrevista II no período de 14 a 18 de outubro de 2019. As percentagens apresentadas no gráfico não são complementares, pois os entrevistados podiam citar mais de um tipo de ação.

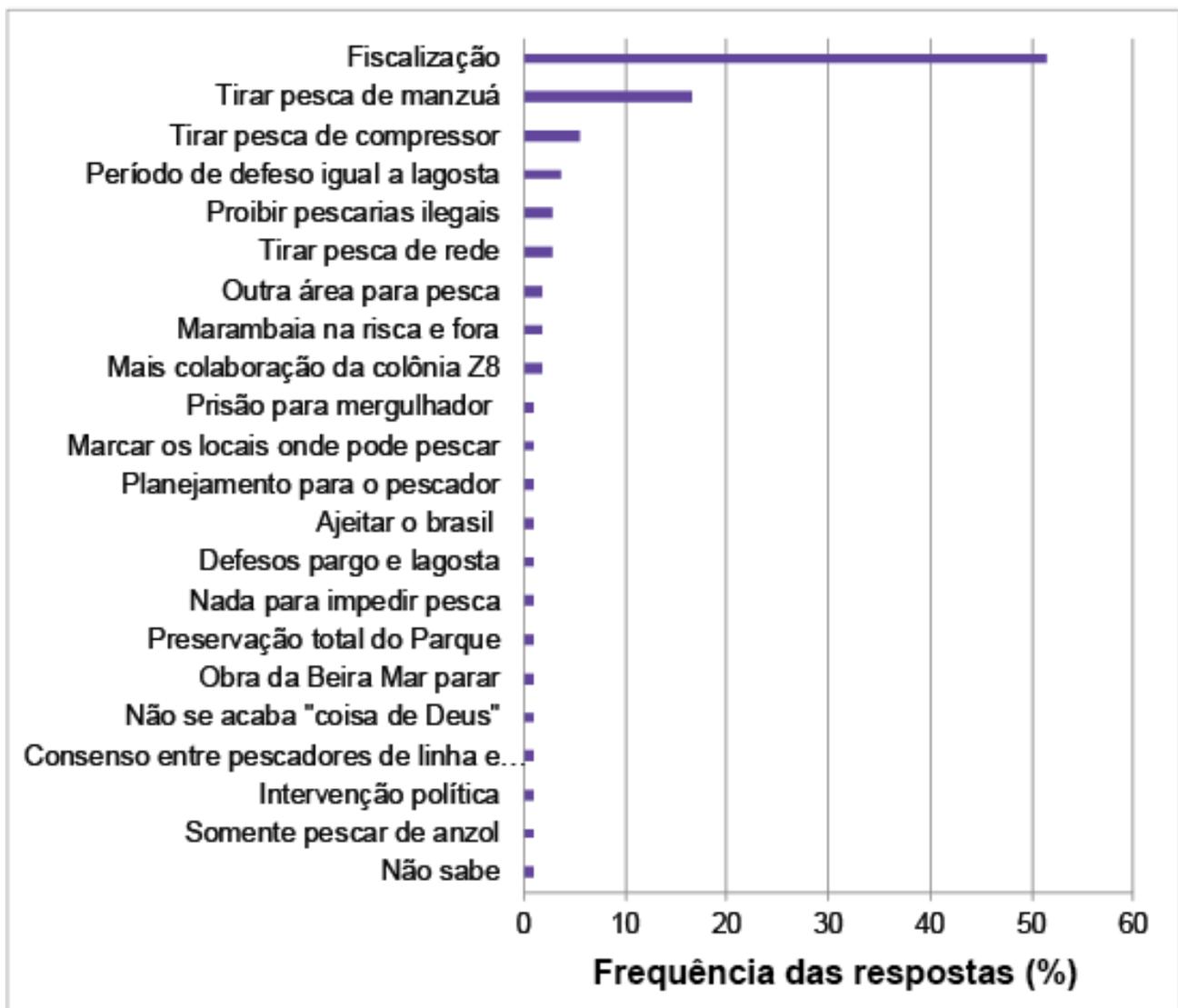


Figura 71 – Medidas e ações propostas pelos entrevistados para preservar a área do PEMPRIM. Levantamento feito por ocasião da aplicação da Entrevista II no período de 14 a 18 de outubro de 2019.

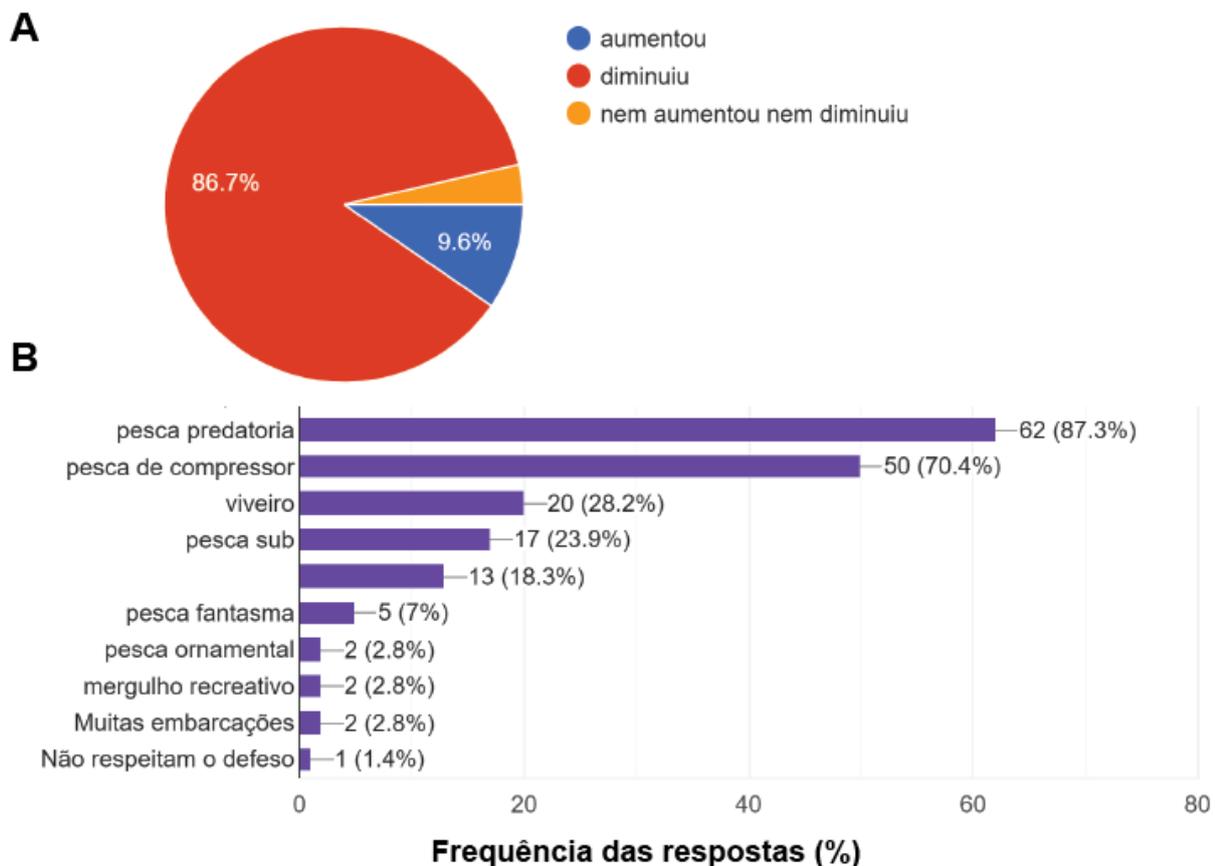


Figura 72 – Resposta dos entrevistados quando perguntados se a pesca no PEMPRIM havia aumentado ou diminuído (A) e possíveis causas da diminuição apontada pela maioria (B). Levantamento feito por ocasião da aplicação da Entrevista II no período de 14 a 18 de outubro de 2019. As percentagens apresentadas no gráfico não são complementares, pois os entrevistados podiam citar mais de um tipo de razão.

3.6.3 Mergulhadores e pescadores de apneia

A partir dos resultados socioeconômicos obtidos tem-se que a maioria dos respondentes possuem idade entre 30 e 40 anos (n=4, 57%), são casados (n=4, 57%), pratica a atividade a mais de 5 anos (n=3, 43%), auferem renda maior ou igual a R\$ 2.500,00 (n=5, 71%) e praticam a atividade de modo recreativo (n=5, 71%).

As perguntas a respeito do PEMPRIM obtiveram as seguintes respostas: a maioria dos respondentes conhece o parque (n=4, 57%), com relação a já terem praticado mergulho em apneia no parque as respostas foram divididas igualmente para sim e não (n=3, 43%) e um respondente não quis responder.

Em relação aos aspectos ambientais os respondentes disseram encontrar mais frequentemente as seguintes espécies: chilas, tubarão lixa, dentão, ariacó, parum, frade, ciliares, sargentinho, lanceta, serra, barracuda, baiacu caixaõ e arraia. Para a pergunta sobre quais espécies não têm sido vistas nos últimos anos as respostas foram: não sei e muitas. Com relação à quantidade dos peixes n= 6 (86%) responderam que havia diminuído nos últimos anos e n=7 (100%) afirmaram que o tamanho também havia diminuído.

Ao serem questionados se conheciam algum tipo de coral, alga ou esponja no PEMPRIM n= 4 (57%) disseram conhecer, mas não saber o nome, apenas foi mencionado o coral cérebro por um dos respondentes.

Por fim, a maioria dos respondentes entendeu ser importante preservar o meio ambiente (n=6, 86%) destacando como principais prioridades nas políticas públicas: fiscalização da pesca ilegal, criação de naufrágios artificiais, criação de um píer para embarque e desembarque, conscientização, recolha de lixo, divulgação.

4 PROGNÓSTICO DOS IMPACTOS AMBIENTAIS ATUAIS DO USO DOS RECURSOS MARINHOS DA UC

O Parque Marinho Pedra da Risca do Meio encontra-se em uma situação única no contexto da conservação marinha no Atlântico Equatorial. A distância da costa (10 milhas náuticas), a significativa profundidade dos recifes (18 a 25m) e sua constituição de recife marginal geram condições peculiares para delinear as estratégias de conservação neste plano de manejo. Para prognosticar a futura condição do Parque marinho, é necessário entender os principais impactos ambientais atuais tanto locais/regionais como globais como a pesca, a navegação, lixo marinho e microplásticos, o impacto dos mergulhadores durante as atividades recreativas, as espécies exóticas, o aquecimento global, o aumento do nível do mar, a acidificação dos oceanos bem como a poluição marinha.

Em um contexto local e regional, o principal impacto é a pesca, a qual necessita ser gerenciada imediatamente devido seus impactos locais diretos sobre os recursos, como a sobre-exploração de espécies-alvo e a redução populacional bem como impactos indiretos, como a destruição do habitat (por exemplo, “redes fantasmas”) e a geração de microplásticos proveniente de atividades pesqueiras. Como abordado nos produtos 1 a 4, a área tem tido ocorrência de pesca com uso de diferentes apetrechos, como linha e anzol, rede de pesca, espinhel, marambais, uso de compressor, dentre outros (ver produto 2 – Relatório Consolidado de Dados Secundários - e diagnóstico socioeconômico deste presente documento). Os usos pesqueiros são diversos e envolvem a pesca esportiva, caça submarina, pesca artesanal, pesca para fins ornamentais, dentre outros. Sem a adequada gestão destes recursos, o prognóstico envolve a extinção de espécies ameaçadas bem como a redução significativa dos recursos pesqueiros, o que impacta social e economicamente os pescadores (principalmente de subsistência) bem como gera repercussões negativas no ecossistema devido a retirada de espécies-chave do ecossistema recifal. Além disso, sem o adequado manejo, zoneamento e preservação dos recursos, pode-se prognosticar a perda de serviços ecossistêmicos de alto valor, como a captura de carbono, área de berçário, renovação de estoques pesqueiros, potencial biotecnológico, beleza cênica e perda de atividades econômicas associadas, como a exploração de novos fármacos e de atividades turísticas, como de mergulho recreativo.

Sugere-se que a unidade de conservação seja mantida na categoria de parque. Contudo, serão necessárias discussões a respeito de possíveis cenários: um deles em que,

como uma área de fato *no-take* (proteção integral), somente o uso indireto dos recursos seja permitido e onde ocorra a imediata proibição da utilização de recursos pesqueiros se adequando a legislação do SNUC e SEUC; e outro em que, considerando o uso histórico da área por população tradicional através da pesca de jangada, linha e anzol, seja utilizado um instrumento legal de regulamentação da pesca artesanal. Esta regulamentação visa permitir pescadores artesanais de linha e anzol devidamente cadastrados utilizarem, por um determinado período temporal, pontos pesqueiros em uma parte (zona) da UC e que em outra parte da UC seja reservada como zona de preservação. Essa discussão de zoneamento e normas será trabalhada ao longo do desenvolvimento dos produtos 5 e 6. Salienta-se que, em ambos os cenários cima citados, a pesca de arrasto, manzuá, compressor, caçoeira, industrial e outras formas de pesca de alto impacto permaneçam proibidas em toda a extensão do parque.

Como detectado neste diagnóstico, um dos principais impactos no parque são os microplásticos (oriundos de atividades pesqueiras) e o abandono de redes de pesca (chamadas de “redes-fantasma”), que constituem lixo marinho e possuem impactos significativos negativos descritos na literatura (Caruso, 2019; Link et al. 2019; Wu et al. 2019). Para o PEMPRIM, seriam necessários mais estudos para mensurar os impactos, porém nas redes-fantasma dentro poligonal do parque já foram detectados tubarões, arraias, peixes recifais e tartarugas mortas. Além disso, as redes-fantasma ficam se movendo no fundo marinho de acordo com as correntes e marés e atuam destruindo a “floresta animal” (sensu Rossi 2013), ou seja, retiram do substrato organismos-chave de animais sésseis que compõem o ecossistema recifal, como as esponjas, corais e ascídeas bem como outros componentes, como algas, que também são importantes para a formação, alimentação e manutenção do ecossistema. Este impacto foi detectado no produto 2 do plano de manejo e confirmado nas expedições de campo deste produto 4.

O PEMPRIM é uma das menores unidades de conservação marinhas no Brasil dentro de um contexto de comparação com parques, como Abrolhos, Fernando de Noronha, Manuel Luís, dentre outros. Apesar do tamanho, sua função é fundamental considerando o número de espécies ameaçadas e vulneráveis (16) bem como a diversidade biológica ainda desconhecida como revela este diagnóstico que encontrou espécies de esponjas, inclusive novas para a ciência. De fato, em todo o Atlântico Equatorial na costa do estado do Ceará, inexistem áreas de preservação como parques marinhos verdadeiros. Isto impede que as unidades de conservação atuem como berçários e/ou “maternidade” onde as espécies de

peixes e lagostas possam se reproduzir da maneira adequada e continuar a funcionar para a renovação dos estoques pesqueiros.

Um outro impacto significativo são os barcos que navegam na área. Os riscos associados são o derramamento de óleo e outros contaminantes, troca de água de lastro com introdução de espécies exóticas e as operações de pesca e mergulho associadas a embarcações. Este último tem sido um dos usos diagnosticados na área do PEMPRIM. A troca de água de lastro é pouco provável na área devido a distância da costa o que é frequentemente evitado pelas embarcações devido riscos de instabilidade pela navegação. Conforme o diagnóstico do meio físico, a corrente e o vento na área do PEMPRIM geralmente vêm do mesmo local (leste) fluindo para o oeste. No caso dos barcos das operadoras de mergulho, caso queiram ficar sobre um determinado recife (por exemplo, Risca do Meio), eles normalmente se dispõem antes dos recifes e soltam suas âncoras. Porém, as âncoras ao chocar-se com o substrato recifal causam danos físicos graves ao ecossistema levando a destruição das rochas. Assim, sugere-se: 1) colocar uma poita flutuante em cada um dos recifes que serão visitados por mergulhadores (salienta-se que esta poita deve ser trocada de ano em ano); ou 2) um bloco de concreto no fundo próximo ao recife para amarrar o barco (âncora) neste local. O mergulhador poderia fazer este trabalho e impedir o choque da âncora com o recife, pois o barco estaria conectado ao bloco de concreto. Além disso, nos recifes se poderia ter esta laje de concreto para colocar o cabo-guia e facilitar as operações de mergulho. A ancoragem e permanência de embarcações pesqueiras para atividades de impacto (caçoeira, manzuá e compressor) não deve ser permitida na área do parque. Com tais ações pode-se ter um prognóstico favorável com a compatibilização das atividades de mergulho com a conservação do sistema recifal.

Os recifes de corais existentes no PEMPRIM atraem mergulhadores que geram impactos ambientais negativos ao ter contato com os animais de forma voluntária (observação) ou indireta, como o choque de nadadeiras, corpo do mergulhador, luz de câmeras, toque em animais ou na estrutura recifal (Barker and Roberts, 2004). Neste contexto, é fundamental para manter a conservação da área e ter um prognóstico ambiental favorável com a manutenção do ecossistema a geração de trilhas subaquáticas e *briefing* das operadoras de mergulho explicando as ações que não devem ser feitas, bem como o controle de flutuabilidade dos mergulhadores (Camp and Fraser, 2012; Toyoshima and Nadaoka, 2015). A conscientização ambiental sobre os prováveis impactos, a importância do PEMPRIM e o comportamento dos mergulhadores são variáveis importantes já identificadas na literatura

em parques na Austrália (Hammerton, 2017) e é fundamental para manter-se um prognóstico favorável com a diminuição e mitigação destes impactos negativos.

Em termos de espécies exóticas, observou-se neste produto 4 a presença da espécie *Temora turbinata*, porém os dados do diagnóstico do meio biótico (plâncton) sugerem uma competição significativa com a espécie congênere e nativa *Temora stylifera*. Este balanço sugere que a espécie nativa tem conseguido controlar o avanço e dominância da espécie exótica na área do PEMPRIM. Este resultado é provável devido ao fato de que a espécie exótica é dominante em áreas mais costeiras e que em áreas mais distantes (como o parque marinho) a espécie nativa foi deslocada e tem conseguido contrabalancear e competir no nicho com a espécie exótica (Campos et al. 2017). Assim, pode-se prognosticar que este balanço deve se manter, porém é importante monitorar a área para evitar e prevenir a invasão de novas espécies exóticas na área, como o coral-sol *Tubastraea tagusensis*, que foi diagnosticada no litoral oeste do Ceará (Soares et al. 2018) e tem potencial de impacto negativo em ecossistemas recifais, como os do PEMPRIM.

Os dados do meio físico demonstraram um aumento do nível do mar na área decorrente das mudanças climáticas bem como um aumento nos últimos 36 anos de 0,8 °C na temperatura da água do mar. Este último dado demonstra claramente o efeito das mudanças globais e do aquecimento, que já afetam o PEMPRIM. Referente a estes dois estressores globais, podemos prognosticar que haverá alterações no cenário futuro especialmente até 2100, pois estes estressores já existentes tendem a aumentar, afetando a fotossíntese de espécies-chave, como algas e corais devido ao aumento do nível do mar (Perry et al. 2018), aumento das taxas de branqueamento já detectadas no PEMPRIM em anos mais quentes (Soares et al. 2019) e mudanças na dominância de organismos com provável incremento de esponjas e algas em um evento chamado de *phase-shift* (mudança de fase) e já detectado em recifes brasileiros (Cruz et al. 2018). As esponjas já são dominantes em muitos recifes com alta diversidade de espécies, taxas de cobertura significativas, o que possibilita uma maior resiliência dos recifes existentes no PEMPRIM contra as mudanças climáticas. O mesmo pode ser dito dos corais resistentes (Leão et al. 2016), que ocorrem no PEMPRIM e foram diagnosticados neste produto 4 (por exemplo, *Siderastrea stellata*, *Montastraea cavernosa*, *Mussismilia hispida* e *Meandrina braziliensis*). Estes corais podem ter taxas de branqueamento elevadas (estresse elevado), mas não necessariamente terem taxas elevadas de mortalidade. Assim, pode-se prognosticar que a composição dos recifes marginais do PEMPRIM (ver neste produto 4) será dominada por algas, esponjas e

corais resistentes e irá conferir certo grau de resiliência contra o aquecimento global, o aumento do nível do mar e a acidificação dos oceanos, porém o limite desta resiliência para as próximas décadas é pouco conhecido e pode ser acompanhado através de fotos feitas por mergulhadores e um programa de monitoramento ambiental participativo com abordagem de ciência cidadã todos os anos, o que será detalhado nos próximos produtos.

Por fim e concernente ao prognóstico, os dados do diagnóstico também mostraram a baixa influência de poluição marinha proveniente de efluentes urbanos ou industriais na área proveniente da região metropolitana de Fortaleza. Esta baixa influência combinada com ações locais para proteger da pesca predatória, da ocorrência de redes-fantasmas, de microplásticos, impacto de mergulhadores com destruição física de habitat e trânsito de embarcações pode auxiliar os recifes do PEMPRIM (naturalmente resilientes) a se manterem com grau significativo de preservação em um futuro próximo.

5 PERFAZENDO AS LACUNAS DO CONHECIMENTO DA UC

No produto 1 (plano de trabalho) e produto 2 (relatório consolidado de dados secundários) foram analisadas as lacunas de conhecimento do PEMPRIM bem como questões-chave (Tabela 13) que foram importantes para guiar uma análise dirigida (*sensu* Santos, 2004) do diagnóstico ambiental participativo. Comumente as abordagens do diagnóstico ambiental são exaustivas e não focadas em dados que possam ser utilizados para a gestão (Santos, 2004).

Em relação ao meio biótico o diagnóstico ambiental realizado pela equipe da FCPC/UFC teve êxito em apontar diferenças espaciais entre os recifes para a comunidade bentônica, plâncton (zoo e ictioplâncton) e o nécton (peixes recifais) em escala adequada. Foram obtidos dados sobre as informações geológicas, geomorfológicas, oceanografia física e batimétricas (produto 4) em escala adequada o que permitiu o zoneamento ambiental que será apresentado no produto 5. Os levantamentos oceanográficos na coluna d'água permitiram entender a homogeneidade entre temperatura, salinidade, pH entre as diferentes zonas do parque bem como entre a superfície e fundo e permitiu entender que o parque já se encontra sob os impactos do aquecimento global. A ausência de dados sobre ondas, correntes e sobre a história geológica dos recifes foi satisfeita através dos embarques de 10 dias e propiciou entender melhor a formação destes ecossistemas recifais de grande importância no Atlântico Equatorial.

Os dados coletados por ADCP estão sendo analisados e irão propiciar um entendimento da conectividade do parque com outras regiões. Porém, os dados atuais já demonstraram a falta de conectividade de poluentes urbanos e industriais lançados na zona costeira da região metropolitana de Fortaleza com a área do parque, e que a maioria dos contaminantes existentes na área (por exemplo, os microplásticos) são oriundos de atividades pesqueiras realizadas na área ou no entorno imediato. Outra lacuna que foi satisfeita foi o entendimento que o parque é utilizado por juvenis e adultos de peixes bem como por uma quantidade significativa de larvas de invertebrados e peixes que usam os recifes como área de crescimento bem como são exportados para a área de entorno; o que deu origem a possibilidade de usar o *spillover* para melhorar a gestão do parque marinho. Foram analisados as vulnerabilidades e o prognóstico ambiental, especialmente no tocante a pesca, mergulho, mudanças climáticas, contaminantes e lixo marinho. Um dos pontos colocados como lacuna foi a ausência de dados sobre o fitoplâncton marinho. Apesar de não constar

no termo de referência, durante os embarques foram coletadas amostras que serão parte de uma dissertação de mestrado do Programa de Pós-Graduação em Ciências Marinhas Tropicais da UFC. Assim, esta lacuna, em breve, será satisfeita e poderá ajudar a entender melhor a dinâmica ambiental no parque marinho. Foi realizado um mapeamento biótico na área de entorno o que forneceu informações sobre o plâncton e a presença de recifes rasos e planos que necessitam ser melhor diagnosticados e farão parte da zona de amortecimento do parque marinho.

Sobre os usos socioeconômicos (produtos 2 e 4) foram detalhadas as artes de pesca e atividades econômicas na área do parque e do entorno. Estes trabalhos estão sendo detalhados com abordagem participativa e serão apresentados também nos produtos 5 e 6 que abordaram o planejamento estratégico da UC. O mapeamento dos usos e a atual situação ambiental (provida pelo diagnóstico) fornece uma condição única para propiciar o planejamento e a elaboração dos programas de sustentabilidade ambiental e socioeconômica.

Tabela 13 - Questões-chave levantadas na primeira reunião (18/02/2019) com a equipe da FCPC/LABOMAR/UFC e respostas de acordo com os dados levantados.

Questões-chave levantadas
1. (PERGUNTA) O parque é uma área de berçário e/ou desova para os peixes? Para que espécies de peixes? Existem recifes não mapeados na área do entorno
1. (RESPOSTA). Sim, a área é de berçário e desova para inúmeras espécies de peixes pois foram encontradas ovos, larvas e juvenis na área do parque e na área de entorno. Assim, o parque fornecer este serviço ecossistêmico, no mínimo, para as espécies de peixes descritas neste diagnóstico (ver meio biótico-nécton).
2. (PERGUNTA) Determinados recifes do Parque não tem visita de mergulhadores somente de atividades de pesca. Considerando que mergulhadores retiram “redes fantasmas”, estes recifes usados na pesca teriam maior número de redes abandonadas?
2. (RESPOSTA) Sim, foram detectados nos mergulhos redes fantasmas especialmente nos recifes onde ocorre pouca visitação, porém condições hidrodinâmicas podem arrastar estas redes e trazer de outros locais. Foi sugerido nas reuniões do produto 4 que houvesse uma ação conjunta envolvendo a SEMA, mergulhadores e a universidade para retirada destas redes fantasmas na área.
3. (PERGUNTA) A temperatura do mar mudou nos últimos anos? Qual o impacto das mudanças climáticas nos recifes de corais na área?
3. (RESPOSTA) Sim, nos últimos 30 anos a temperatura aumentou 0,8 °C. Foi detectado branqueamento em massa de corais em 2010 devido temperaturas acima da média (1 - 1,7 °C) por cerca de 8 semanas. Porém, os corais que ocorrem na área tem se mostrado bastante resistentes (ver subseção de diagnóstico do meio biótico – bentos e subseção do prognóstico). Apesar disso, com o aumento da temperatura previsto para 2050 e

2100 nos cenários atuais os recifes do Parque terão um impacto significativo que deve ser melhor investigado.
4. (PERGUNTA) O parque será uma área no-take (proteção integral)? Quais os conflitos (ou não) decorrentes desta reestruturação legal?
4. (RESPOSTA) Propõe-se que seja o parque seja uma área de proteção integral se adequado ao SNUC e SEUC e visando fornecer biomassa para a área de entorno/amortecimento que serviria para a pesca artesanal. Os conflitos e ações de mitigação, bem como esta proposta, serão discutidas junto à comunidade e o conselho gestor.
5. (PERGUNTA) Qual a origem dos materiais (como poluentes) que estão chegando ao parque?
5. (RESPOSTA) São decorrentes de atividades feitas na área como a pesca. Não foram detectadas evidências de impactos de poluentes industriais, agrícolas e/ou urbanos provenientes da costa
6. (PERGUNTA) Quais elementos da paisagem marinha irão ser usados para delimitar o parque? Onde estão as larvas de peixes?
6. (RESPOSTA) Serão usados os recifes e os fundos de sedimentos inconsolidados. As larvas de peixes encontram-se tanto na área do parque em sim como na área do entorno/amortecimento. Este resultado gerou a hipótese de exportação de biomassa para o entorno (<i>spillover</i>) explicado no item anterior (prognóstico).
7. (PERGUNTA) A pesca é danosa? Qual é o impacto? Onde está mais impactado e onde está menos? Existem diferenças nas espécies ameaçadas entre os recifes?
7. (RESPOSTA) A pesca é danosa e tem impacto significativo devido introdução de microplásticos, redes de pesca abandonadas, captura acidental de espécies (by-catch) e sobreexploração de recursos. Os recifes mais rasos (<20m) e com maior porcentagem de areia e algas estão mais impactados e tem menor diversidade. O recife do Cabeço do Balanço se sobressaiu na categoria de espécies indicadoras da pressão pesqueira. Não foram observadas diferenças na abundância das espécies ameaçadas entre os recifes do parque provavelmente devido a alta conectividade entre estas “pedras” por fazerem parte de um grande recife que é o parque marinho
8. (PERGUNTA) O nylon das redes de pesca abandonadas é uma fonte de contaminação
8. (RESPOSTA) Sim, os dados de microplásticos indicaram que o nylon é uma das principais fontes de contaminação na área devido as atividades de pesca. Cerca de 60% dos microplásticos foram oriundos de linhas.
9. (PERGUNTA) O mergulho/turismo causa mais dano que a pesca?
9. (RESPOSTA) Esta pergunta é difícil de ser respondida face a diferentes formas de aferir impacto. Porém, ambas atividades causam impactos na área e devem ser reguladas.
10. (PERGUNTA) Existem diferenças na biodiversidade, usos e geologia entre os recifes do Parque (Pedra do Mar, Pedra da Botija, Pedrinha, Pedra do Paraíso, Pedra da Risca do Meio, Cabeço do Arrastado, Cabeço do Balanço, Pedra Nova)? Isto é relevante para o zoneamento?
10. (RESPOSTA) Sim, foram observadas diferenças na riqueza de espécies de peixes recifais. O cabeço do Arrastado diferiu de todos os outros pontos, exceto Pedra da Botija e Pedra da Risca do Meio. A Pedra da Risca do Meio teve o maior número de espécies raras. Não foram observadas diferenças entre as espécies endêmicas entre os recifes

do Parque o que indica uma distribuição destas espécies em todo o recife. Isto é relevante para o zoneamento para traçar estratégias no local
11. (PERGUNTA) Ocorre contaminação por marambaias e embarcações?
11. (RESPOSTA) A contaminação por fármacos não foi verificada o que indica ausência destes. Entretanto, não foram investigadas todas as classes de contaminantes que poderiam ser provenientes e marambaias e embarcações como óleos e graxas.
12. (PERGUNTA) Existe contaminação de metais pesados nos organismos (peixes e lagostas)?
12. (RESPOSTA) Este tema não foi investigado nos animais porém metais pesados vindo da costa é improvável conforme os dados de contaminantes sugerem. Entretanto, animais podem estar contaminados vindo de outras partes.
13. (PERGUNTA) Como a gestão do ambiente terrestre (costa) pode minimizar os impactos no parque? Qual a conectividade entre as UCs costeiras?
13. (RESPOSTA) A gestão do ambiente costeiro poderia ter mais UCs visando proteger recifes de arenito na faixa entremarés e mais rasos (< 10m). Estes recifes possivelmente tem conexão com o parque e isto será visto em breve com a modelagem de conectividade que está sendo feita.
14. (PERGUNTA) É possível zonedar as áreas de mergulho? Como os mergulhadores só visitam uma pequena porção do recife isto já não ocorre naturalmente? Fazer trilhas subaquáticas pré-definidas em áreas pré-definidas de acesso pode reduzir o impacto?
14. (RESPOSTA) Sim, áreas como o recife da Pedra do Mar (mais longe e mais distante) são menos visitados e poderiam ser área de preservação. A adoção de trilhas subaquáticas constará nas normas e nos programas de sustentabilidade econômica e ambiental
15. (PERGUNTA) A comunidade e biomassa de peixes atual é diferente da descrita em trabalhos prévios (2002-2017) publicada por Freitas et al. (2019) no parque?
15. (RESPOSTA) A fauna é semelhante porém foram encontrados 3 novos registros de peixes. Além disso, o levantamento feito neste diagnóstico (produto 4) é maior do que o realizado por Freitas et al. (2019) pois considera mais recifes no PEMPRIM. O levantamento de Freitas et al. (2019) considera menos recifes. A comparação de biomassa não é possível devido falta de dados para a maioria dos recifes e não disponibilização dos dados brutos no artigo de Freitas et al. (2019).
16. (PERGUNTA) Como os contaminantes orgânicos e os microplásticos podem influenciar a pesca, o turismo e as pesquisas no parque?
16. (RESPOSTA) Os microplásticos podem afetar a cadeia alimentar e o pescado existente na área. Além disso, neles podem estar aderidos contaminantes que podem ser prejudiciais a vida marinha

6 RECOMENDAÇÕES PARA A GESTÃO DA UC

6.1 Justificativa para ampliação da UC baseada no diagnóstico realizado

A atual poligonal do parque é baseada na Lei nº 12.717 de 05 de setembro de 1997. Por esta lei e as coordenadas geográficas dispostas neste dispositivo legal o parque tem 32.595m². Entretanto, ao analisar a carta náutica emitida pela DHN (Diretoria de Hidrografia e Navegação) da Marinha do Brasil a equipe técnica da FCPC/UFC em parceria com a SEMA detectou uma área maior de 47.932 m², ou seja, cerca de 32% maior. A carta náutica já é usada pela Marinha do Brasil, pescadores, mergulhadores e pelos navios que utilizam a plataforma continental brasileira. Portanto, nestas cartas náuticas (sejam digitais ou em papel) já se tem uma área maior destinada ao Parque Marinho Pedra da Risca do Meio. Nesta seção iremos, com base no diagnóstico ambiental realizado, sugerir que a UC do PEMPRIM tenha uma ampliação de 32% usando como limites legais (a serem publicado pelo governo do Estado do Ceará) a carta náutica e não os limites legais publicados em 1997.

A atual poligonal do parque disposta na Lei 12.717/1997 não protege importantes áreas de recifes de corais como a Pedra do Paraíso, o Cabeço do Arrastado, Arrastadinho e a Pedrinha que ficam na porção sul do parque (Figura 63). Portanto, a ampliação da UC faz-se necessária para proteger a rica biodiversidade destas áreas. Todo o trabalho do diagnóstico ambiental executado neste produto foi feito com base na carta náutica e revela que se o parque não for ampliado estes recifes estão legalmente descobertos na lei.

Os recifes da região sul do parque possuem biomassa orgânica de plâncton bastante considerável bem como ocorrência de larvas de invertebrados e peixes que demonstram serem berçário da vida marinha e importante área de reprodução de espécies incluindo recursos pesqueiros. O Cabeço do Arrastado é o recife mais rico do parque possuindo a maior riqueza de peixes recifais. O Arrastadinho e a Pedrinha são os recifes mais rasos do parque e possuem riqueza de espécies de peixes (incluindo espécies ameaçadas de extinção ou vulneráveis) semelhante aos demais recifes do parque. Assim, a ampliação é justificada também não só pela característica intrínseca destes recifes bem como pela conectividade pois não houve diferença de diversidade e equitabilidade entre estes recifes, o que indica que na verdade todo o parque funciona como um grande recife com estas “pedras” conectadas pela dinâmica das correntes,

marés e por processos reprodutivos. O cabeço do Arrastado e a Pedrinha também possuíram o maior número de espécies-alvo da pesca o que indica que estes recifes devem ser preservados para permitir a manutenção dos estoques pesqueiros e a exportação de biomassa pesqueira para os arredores visando manter as atividades pesqueiras artesanais e de subsistência no entorno. Considerando estes recifes que estão fora da poligonal e os que se encontram dentro da poligonal pela Lei de 1997 não foram observadas diferenças em termos de espécies endêmicas. Isto significa que estes recifes fora da poligonal são igualmente importantes para a proteção da biodiversidade marinha assim como os demais recifes que se encontram protegidos pela Lei de 1997 como a Risca do Meio, Cabeço do Balanço, Pedra da Botija, Pedra do Mar e Pedra do Paraíso. Além disso a ocorrência de espécies ameaçadas nestes recifes (hoje desprotegidos) é notável. Por exemplo, no mergulho do dia 02 de agosto de 2019 durante os embarques foi observado a tartaruga verde *Chelonia mydas* no recife da Pedrinha; o qual encontra-se desprotegido conforme o dispositivo legal de 1997. Assim, é fundamental que o parque seja ampliado usando como limites legais a atual carta náutica emitida pela Marinha do Brasil e não as coordenadas geográficas dispostas na Lei 12.717/1997.

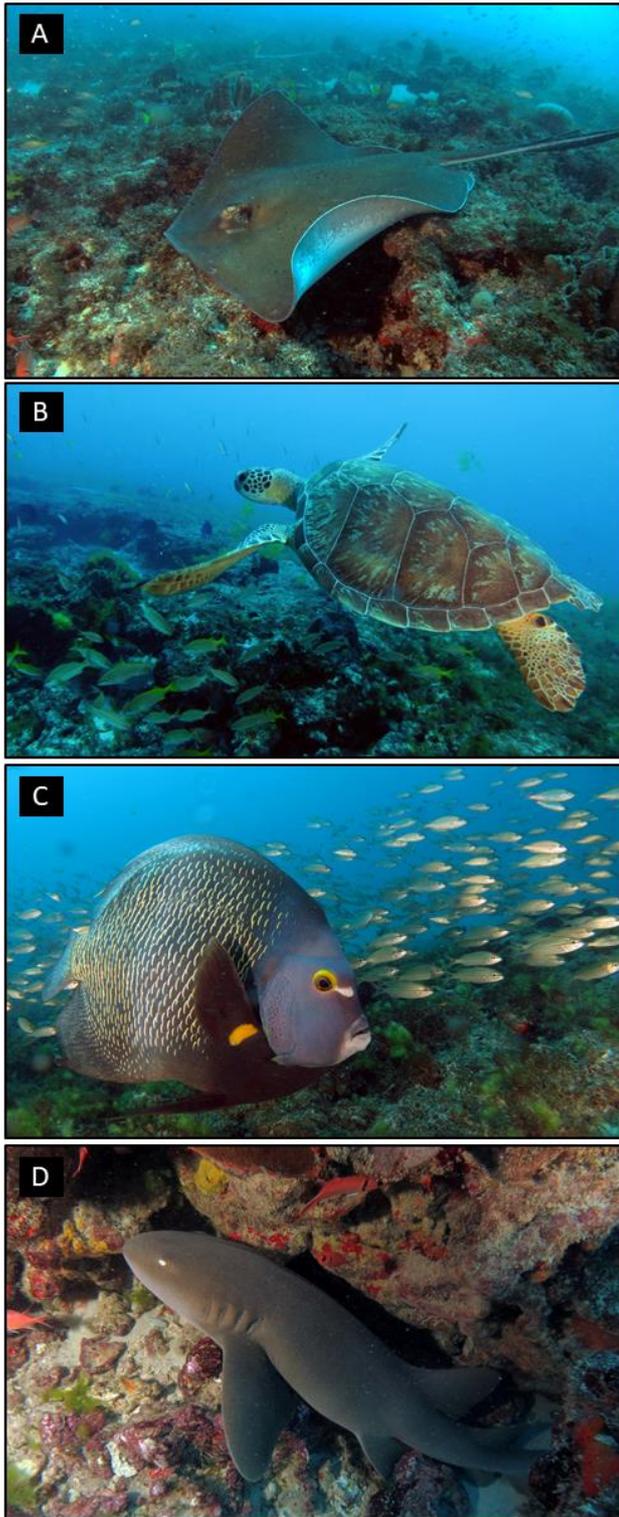


Figura 73 - Imagens de importantes áreas de recifes de corais localizadas fora da poligonal do PEMPRIM. (A) Cabeço do Arrastado. (B) Pedrinhas. (C) e (D) Arrastadinho. Fonte: Marcus Davis/Mar do Ceará.

6.2 Categoria do parque

O Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio foi criado antes do SNUC (Lei 9.985, de 18 de julho de 2000) com foco na proteção dos pescadores artesanais de linha e anzol e na biodiversidade marinha. Porém, após a criação do SNUC, foi estabelecido um problema, pois a UC poderia ser enquadrada na categoria de “Parque”, definido no SNUC com uso indireto dos recursos naturais e incentivo ao turismo subaquático, pesquisas científicas e monitoramento ambiental. Os dados do diagnóstico ambiental neste produto 4 indicam dois cenários principais. São eles: um cenário A com a adoção irrestrita do conceito de parque definido no SNUC e a proibição de todo e qualquer tipo de pesca (incluindo a artesanal de linha e anzol); e um cenário B onde toda e qualquer tipo de pesca, excetuando a pesca artesanal de linha e anzol, é proibida, uma concessão apesar da categoria de parque não permitir a pesca, visando proteger a pesca artesanal na região da UC pela sua historicidade e uso consolidado por comunidades de pescadores artesanais. Assim, a conservação ambiental pode ser compatibilizada com uma atividade de baixo impacto que é a pesca de jangada, linha e anzol. Esta pesca seria realizada por pescadores artesanais cadastrados que poderiam usar uma região/zona delimitada do parque por um determinado período de tempo. Isto seria alvo de um dos programas de sustentabilidade que serão discutidos nos produtos 6 e 7.

Independente da adoção do cenário A ou B, é fundamental estabelecer e operacionalizar um mecanismo de fiscalização intergovernamental e envolvendo diferentes setores (academia, polícia, ONGs, empresas de mergulho e poder público) para adotar os programas e ações ambientais que serão detalhados nos próximos produtos do plano de manejo. Em conjunto com a fiscalização, outros programas de sustentabilidade ambiental envolvendo a educação ambiental, a regulação da pesca, a valorização dos recursos fundamentais da UC assim como a divulgação dos resultados do plano de manejo e do zoneamento e normas serão propostos nos demais produtos visando a proteção socioambiental da UC.

No cenário A, em termos de prognóstico, a preservação do parque possibilitaria a renovação dos estoques pesqueiros e o aumento da produção pesqueira nas áreas adjacentes, como a zona de amortecimento, em um efeito já reconhecido na literatura como *spillover* (Buxton et al. 2014). Existem dois tipos de *spillover*: o primeiro seria o ecológico, que seria a exportação de juvenis, subadultos e da biomassa de adultos para além dos limites do parque; e o segundo seria o pesqueiro, que corresponde a proporção de biomassa que pode ser pescada na zona de entorno (arredores) dentro de um contexto de regulação e acessibilidade (Lorenzo et al. 2016). Neste mecanismo de gestão, pode-se

prognosticar que o parque (ao ser *no-take*, ou seja, de proteção integral) poderia exportar biomassa pesqueira para as áreas adjacentes, que seriam a zona de amortecimento/entorno, onde a pesca artesanal de linha e anzol poderia atuar (Roberts et al. 2001). O efeito de *spillover* poderia ser monitorado e pode ser uma estratégia fundamental para conciliar a conservação ambiental e os benefícios sociais e econômicos para a comunidade de pescadores artesanais. Ressalta-se que a fiscalização da área, a cargo do IBAMA e SEMACE, é fundamental para este modelo funcionar. Considerando que no Cenário A a pesca está proibida em todo o Parque, não apenas a artesanal de linha e anzol como a pesca comercial, apenas uma fiscalização eficiente com múltiplos parceiros intergovernamentais e da sociedade civil (SEMA, Marinha do Brasil, ONGs, universidades, pescadores e empresas de mergulho), auxiliando os órgãos competentes ao monitorar e denunciar outros modelos de pesca de maior impacto ambiental, pode garantir uma efetiva aderência dos atores envolvidos e eficácia do modelo proposto.

Porém, existem duas incertezas significativas que necessitariam de mais estudos: 1) a localização exata e batimetria dos recifes da zona de amortecimento. Estes recifes existem em águas mais rasas. Por exemplo, na carta náutica se observa um prolongamento das “riscas” que iniciam dentro do parque e seguem para oeste. Porém, o detalhamento geológico, biológico e geomorfológico é atualmente inexistente; 2) se os recifes da zona de amortecimento são capazes de receber ou gerar este excesso de biomassa e sustentar pescarias significativas que compensem a perda da área de pesca com o fechamento do parque. Os recifes da zona de amortecimento são mais rasos e devem ser dominados por areia e algas (assim os da Pedrinha e Arrastadinho, que também estão mais rasos). Estes tipos de recifes, com menor complexidade estrutural e menor rugosidade, provavelmente teriam menores condições de suportar uma grande quantidade de biomassa pesqueira. Assim, a adoção do cenário A (sem a adoção de medidas compensatórias e mitigatórias para os pescadores de linha e anzol, que possuem maior vulnerabilidade social e riscos de segurança alimentar) pode levar a impactos sociais significativos embora se tenha maior ganho na recuperação da biomassa, manutenção da diversidade biológica e o plano de fiscalização seja mais fácil de operacionalizar, pois qualquer embarcação que use a área para pescar estaria ilegal.

No cenário B, também seria necessário implementar um sistema de fiscalização eficiente intergovernamental (IBAMA, SEMA, SEMACE, Marinha do Brasil, ONGs, universidades, pescadores e empresas de mergulho) e o uso de tecnologias modernas de sensoriamento remoto para coibir práticas danosas a biodiversidade na área, como o uso de redes

de caçoeira, compressor, arrasto e manzuás. Estas artes de pesca e o intenso esforço pesqueiro em uma área pequena (o PEMPRIM é uma das menores unidades de conservação marinhas brasileiras) têm levado ao declínio populacional e a sobrepesca (conforme confirmado pela maioria dos pescadores entrevistados no diagnóstico socioeconômico) e ao número significativo de espécies ameaçadas de extinção na área. Dessa forma, a fiscalização eficiente da área é primordial já que, diferentemente do Cenário A, a pesca artesanal de linha e anzol está sendo permitida dentro do Parque, o que exigirá uma fiscalização diferenciada para garantir que apenas esta arte de pesca está sendo realizada, e não outras práticas mais danosas. Nesse Cenário B, contudo, a aderência de pescadores artesanais de linha e anzol é mais garantida, configurando um parceiro potencial nas ações de monitoramento da UC.

Salienta-se que o uso de redes de pesca e colocação direta de âncoras degradam o habitat dos recifes de coral na área também reduzindo a biomassa pesqueira. Neste cenário B, seria adotado a estratégia de parque, porém, considerando a existência prévia e o uso histórico da área por comunidades tradicionais de pescadores artesanais, seria necessário o cadastramento destes usuários por um determinado período de tempo para a pesca controlada em determinados recifes. Esta pesca seria permitida apenas para pescadores que usam jangadas e linha e anzol devido este tipo de arte de pesca ser bem menos impactante que as demais. Este cenário B poderia ser atingido através de um instrumento legal de regulamentação, como acordo de gestão, termo de ajustamento de conduta ou termo de compromisso, com os pescadores artesanais de linha e anzol para que possa ser feita uma gestão mais flexível e inclusiva em termos sociais e econômicos. Além disso, estes pescadores poderiam atuar como agentes importantes para denunciar outros tipos de atividades proibidas na área neste cenário B, como uso de redes, compressores e manzuás.

6.3 Tamanho da UC

Conforme comentado no item anterior, a atual poligonal do parque, baseada na Lei de 1997, mostra um parque pequeno com 32.595m². Entretanto, a equipe técnica da FCPC/UFC em parceria com a SEMA detectou uma área maior de 47.932 m², ou seja, cerca de 32% maior na carta náutica. No produto 5, será entregue um modelo de minuta de lei visando aumentar o tamanho da UC. Entretanto, mesmo com o aumento do tamanho, a UC ainda é considerada pequena. Porém com a criação da zona de

amortecimento, também disposta na minuta de lei, se terá um ganho na gestão do espaço marinho.

É necessário a criação de novas unidades de conservação marinha na plataforma continental do Estado do Ceará que possam atuar como mecanismos complementares de gestão da biodiversidade e dos serviços ambientais ao já existente Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio. O PEMPRIM é uma das menores unidades de conservação no mar territorial brasileiro. Estas unidades complementares a serem criadas nos próximos anos devem ter foco em ações de proteção integral, tendo em vista o reduzido número de UCs de proteção integral no mar do Estado do Ceará e o atingimento das metas de Aichi adotadas internacionalmente. Não há recomendação específica para que sejam implementadas unidades de proteção integral em vez de uso sustentável, porém, considerando o maior grau de proteção proporcionado por unidades de proteção integral, recomenda-se este modelo de forma prioritária. Além disso, devem ser protegidos ecossistemas representativos, como bancos de rodólitos, bancos de fanerógamas marinhas e outros ecossistemas, como recifes mesofóticos, que se encontram a maior profundidade (30-100m) próximo a quebra do talude.

6.4 Vocação da área para a conservação, critérios orientativos para a gestão e espécies prioritárias para conservação

O Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio possui uma vocação para atividades de preservação e conservação conforme diagnosticado neste produto 4. Ela é uma das poucas unidades de conservação marinhas totalmente submersas no Atlântico Sudoeste Tropical bem como é a única na categoria de Parque no litoral do Estado do Ceará. Portanto, estes dois critérios mostram a importância biológica e produtividade da área. Além disso, a área também atua na subsistência de pescadores artesanais de linha e anzol, o que foi considerado relevante, levando à formulação de dois cenários, expostos neste produto, um dos quais permitindo a pesca artesanal. Estes pescadores artesanais utilizam uma arte de pesca (jangada, linha e anzol) de baixo impacto comparativamente a outras artes de pesca que atuam na degradação do ambiente marinho do parque como redes de arrasto, caçoeira, manzuás, caça submarina e compressor. Estas artes de pesca de maior impacto devem continuar proibidas e terem fiscalização eficiente em toda a extensão do parque.

O Parque possui número significativo de espécies de peixes, cetáceos e tartarugas que se encontram em estágio vulnerável ou ameaçadas de extinção. Estas espécies são prioritárias para ações de preservação e conservação e devem ser alvo dos programas de monitoramento ambiental bem como de programas de sustentabilidade que serão elaborados nos próximos produtos. Podemos citar peixes recifais e tubarões, como o tubarão lixa *Ginglymostoma cirratum*, o mero *Mycteroperca bonaci*, o ariacó *Lutjanus synagris*, o budião azul *Scarus trispinosus*, o budião *Scarus zelindae*, o budião batata, que, na verdade, são duas espécies irmãs bem semelhantes, as quais são *Sparisoma axillare* e *Sparisoma frondosum*, bem como o Gobi neon *Elacatinus figaro*.

O Cabeço do Arrastado mostrou-se o recife mais rico em termos de peixes recifais e com maior número de espécies indicadoras. Porém, referente a estas espécies de peixes recifais ameaçadas de extinção citadas no parágrafo anterior, salienta-se que não foram observadas diferenças estatisticamente significantes entre os oito recifes avaliados na área do PEMPRIM neste produto 4. Este resultado sugere que existe uma boa conectividade entre os recifes do parque possivelmente devido a pequena extensão geográfica do parque marinho e os “recifes” do parque serem parte da mesma estrutura geológica com ocorrência de riscas fornecendo um habitat único.

Outras espécies prioritárias para a conservação são os cetáceos e as tartarugas. Considerando relato de pescadores, é provável que os cetáceos *Sotalia guianensis*, *Steno bredanensis* e *Tursiops truncatus* utilizem a área do parque como rota de passagem. É importante frisar que *S. guianensis* é patrimônio natural do município de Fortaleza, declarada por meio da lei nº 9.949, de 13 de dezembro de 2012. Além disso, está classificada como vulnerável (ICMBIO, 2018) e está contemplada na CITES (Convenção sobre o Comércio Internacional das Espécies da Fauna e Flora Silvestres Ameaçadas de Extinção).

As espécies de tartarugas *Caretta caretta* (tartaruga cabeçuda), *Chelonia mydas* (tartaruga verde) e *Eretmochelys imbricata* (tartaruga de couro) ocorrem na área do parque marinho para fins de alimentação e/ou reprodução e estão ameaçadas de extinção.

Em termos de critérios orientativos, é fundamental monitorar estas populações bem como estabelecer ações de gestão para estes recursos biológicos que se encontram sob maior impacto. Estas podem ser atividades de monitoramento ambiental em parceria com as operadoras de mergulho e pescadores artesanais bem como ações de mitigação, como a adoção de *briefing* antes do mergulho sobre a importância de não tocar no substrato marinho. Outros pontos importantes são a colocação de uma poita flutuante em cada um

dos recifes que serão visitados por mergulhadores (salienta-se que esta poita deve ser trocada de ano em ano); e/ou um bloco de concreto no fundo próximo ao recife para amarrar o barco (âncora) neste local. O mergulhador poderia fazer este trabalho e impedir o choque da âncora com o recife, pois o barco estaria conectado ao bloco de concreto. Além disso, nos recifes, se poderia ter esta laje de concreto para colocar o cabo-guia e facilitar as operações de mergulho. Outro ponto importante é que a ancoragem e permanência de embarcações pesqueiras para atividades de impacto (caçoeira, manzuá e compressor) não deve ser permitida na área do Parque. Por fim, um plano de fiscalização assim como de monitoramento participativo necessita ser elaborado de modo participativo e envolvendo diversos entes visando gerar dados com informações detalhadas que possam ajudar na instrumentalização e promover uma melhoria na efetividade na gestão do parque marinho. Ademais, é fundamental um bom programa de educação ambiental para garantir a aderência dos atores envolvidos através de orientações sobre os valores e recursos fundamentais da UC que estão sendo protegidos e sobre as novas normas em vigor para assegurar a atuação dentro da legalidade. Estes tópicos serão detalhados ao longo dos programas 5 a 8.

7 CONCLUSÕES

O diagnóstico do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio permitiu desvendar informações importantes sobre a área do Parque assim como da sua área de entorno em termos bióticos, abióticos, físicos, geológicos e socioeconômicos. Tais informações revelaram uma área de rica diversidade biológica e geológica que justificam a conservação da área. Além disso, trouxeram elementos totalmente desconhecidos previamente sobre todas as áreas estudadas e demonstraram a importância do monitoramento futuro da área, após o fechamento das demais etapas do Plano de Manejo. Podemos, com base neste Produto 4, promover discussões sobre a categoria, tamanho da UC, vocação da área e espécies prioritárias, conforme tratado na seção de “Recomendações para a gestão da UC”, bem como sobre a necessidade de criar um plano operativo e funcional de fiscalização para a área. Estas ações de fiscalização são fundamentais para garantir a efetividade das ações que serão propostas nos próximos produtos do plano de manejo (5 a 8).

8 REFERÊNCIAS CITADAS

ABREU-GROBOIS, A.; PLOTKIN, P. *Lepidochelys olivacea*. **The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e. T11534A3292503** 2008.

ALONSO, M. B. et al. Nontargeted screening of halogenated organic compounds in bottlenose dolphins (*Tursiops truncatus*) from Rio de Janeiro, Brazil. **Environmental science & technology**, v. 51, n. 3, p. 1176-1185, 2017. ISSN 0013-936X.

ALVES, M. D. O.; Kinas, P. G. ; Marmontel, M. ; Borges, J. C. G. ; COSTA, A.F.; Schiel, N. & ARAUJO, M. E. . First abundance estimate of the Antillean manatee (*Trichechus manatus manatus*) in Brazil by aerial survey. **JOURNAL OF THE MARINE BIOLOGICAL ASSOCIATION OF THE UNITED KINGDOM**, v. 1, p. 1-12, 2015.

AMADO-FILHO, G. M. et al. Rhodolith beds are major CaCO₃ bio-factories in the tropical South West Atlantic. **PLoS one**, v. 7, n. 4, p. e35171, 2012. ISSN 1932-6203.

ANAN, Y.; KUNITO, T.; WATANABE, I.; SAKAI, H. & TANABE, S. Trace element accumulation in hawksbill turtle (*Eretmochelys imbricata*) and green turtle (*Chelonia mydas*) from Yaeyama Islands, Japan. **Environmental Toxicology and Chemistry** v.20, p.2802–2814, 2001.

ANDRADY, A. L. Microplastics in the marine environment. **Marine pollution bulletin**, v. 62, n. 8, p. 1596-1605, 2011. ISSN 0025-326X.

ANTUNES, J. et al. Diagnóstico rápido participativo como método de pesquisa em educação. **Avaliação: Revista da Avaliação da Educação Superior**, v. 23, n. 3, 2018. ISSN 1982-5765.

ARAÚJO, J. P.; Souto, Antonio ; Geise, Lena & Araújo, Maria Elisabeth . The behavior of *Sotalia guianensis* (Van Bénéden) in Pernambuco coastal waters, Brazil, and a further analysis of its reaction to boat traffic. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 25, p. 1-9, 2008.

ARAÚJO, A. S. D.; CHELLAPPA, S. Estratégia reprodutiva do peixe voador, *Hirundichthys affinis* Günther (Osteichthyes, Exocoetidae). **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 19, n. 3, p. 691-703, 2002.

ARAÚJO, H. M. P.; MONTÚ, M. Novo registro de *Temora turbinata* (Dana, 1949)(Copepoda, Crustacea) para águas atlânticas. **Náuplius**, v. 1, n. 89-90, 1993.

BALAZS, G.H. & POOLEY, S.G. Research plan for marine turtle fibropapilloma. **NOAA Tech Mem, NMFS-SWFSC-156**, 1991.

BALLANTYNE, R.; PACKER, J.; FALK, J. Visitors' learning for environmental sustainability: Testing short-and long-term impacts of wildlife tourism experiences using structural equation modelling. **Tourism Management**, v. 32, n. 6, p. 1243-1252, 2011. ISSN 0261-5177.

BAPTISTOTTE, C. Reproductive Biology and Conservation Status of the Loggerhead Sea Turtle (*Caretta caretta*) in Espírito Santo State, Brazil CECÍLIA BAPTISTOTTE, JOÃO CA THOMÉ, AND KAREN A. BJORN DAL 2. **Chelonian Conservation and Biology**, v. 4, n. 3-2003, 2003.

- BARCELÓ, D.; PETROVIC, M. **Emerging contaminants from industrial and municipal waste: occurrence, analysis and effects**. Springer, 2008. ISBN 3540747958.
- BARKER, N. H. L.; ROBERTS, C. M. Scuba diver behaviour and the management of diving impacts on coral reefs. **Biological conservation**, v. 120, n. 4, p. 481-489, 2004. ISSN 0006-3207.
- BARLETTA-BERGAN, A.; BARLETTA, M.; SAINT-PAUL, U. Structure and seasonal dynamics of larval fish in the Caeté River Estuary in North Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 54, n. 2, p. 193-206, 2002. ISSN 0272-7714.
- BARRETO, A. S. et al. Plano de ação nacional para a conservação dos mamíferos aquáticos: pequenos cetáceos. **Brasília. Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade, ICMBio**, p. 132, 2010.
- BAUMGARTNER, G. et al. Identification of spawning sites and natural nurseries of fishes in the upper Paraná River, Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, v. 71, n. 2, p. 115-125, 2004. ISSN 0378-1909.
- BIODIVERSIDADE, I. C. M. D. C. A. O. D. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: VI - Peixes. In: (Ed.). **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. . Brasília: ICMBio, 2018a. p.1232.
- _____. Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção: Volume II - Mamíferos. In: (Ed.). **Instituto Chico Mendes de Conservação da Biodiversidade (Org.). Livro Vermelho da Fauna Brasileira Ameaçada de Extinção**. . Brasília: ICMBio, 2018b. p.623.
- BIODIVERSIDADE, I. C. M. D. C. A. O. D. et al. PAN Tubarões <http://www.icmbio.gov.br/portal/biodiversidade/fauna-brasileira/plano-deacao/2839-plano-deacao-nacional-para-a-conservacao-dos-tubaroes>., Acesso em: 18 de agosto de 2019.
- BJÖRNBERG, T. S. K. Copepoda Mar del Plata. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **Atlas del Zooplancton del Atlántico Sudoccidental y Metodos de Trabajo con el Zooplancton Marino**: INIDEP, 1981. p.587-679.
- BORGES, K.; DAVIS, C.; LAENDER, A. **Modelagem Conceitual de Dados Geográficos**. São José dos Campos: São Paulo: 2000.
- BORGES, K. A. D. V. **Modelagem de dados geográficos: uma extensão do modelo OMT para aplicações geográficas**. 1997. Dissertação de Mestrado Belo Horizonte-MG, Escola de Governo de Minas Gerais, Fundação João Pinheiro, Belo Horizonte, MG.
- BORGES, K. A. V.; DAVIS JR, C. A.; LAENDER, A. H. F. Modelagem conceitual de dados geográficos. **CASANOVA, et. al. Banco de Dados Geográfico. MundoGEO: Curitiba**, p. 83-136, 2005.
- BOURGUIGNON, S. et al. Seabed Morphology and Sedimentary Regimes defining Fishing Grounds along the Eastern Brazilian Shelf. **Geosciences**, v. 8, n. 3, p. 91, 2018.
- BRADFORD-GRIEVE, J. M. et al. Copepoda. In: BOLTOVSKOY, D. (Ed.). **South Atlantic Zooplankton**. Leiden: Backhuys Publishers., v.2 1999. p.869-1098.

BRADFORD, J. M. Distribution of the pelagic copepod *temora turbinata* in New Zealand coastal waters, and possible trans-tasman population continuity. **New Zealand journal of marine and freshwater research**, v. 11, n. 1, p. 131-144, 1977. ISSN 0028-8330.

BRASIL A. PORTARIA NO 129, D. D. A. D. **Reconhece como passível de exploração, estudo ou pesquisa as espécies *Scarus trispinosus* (budião-azul), *Scarus zelindae* (budião-palhaço, peixe-papagaio-banana), *Sparisoma axillare* (budião-ferrugem, peixe-papagaio-cinza) e *Sparisoma frondosum* (budião-batata, peixe-papagaio-cinza), e estabelece as respectivas condições de exploração, estudo ou pesquisa as espécies *Scarus trispinosus* (budião-azul), *Scarus zelindae* (budião-palhaço, peixe-papagaio-banana), *Sparisoma axillare* (budião-ferrugem, peixe-papagaio-cinza) e *Sparisoma frondosum* (budião-batata, peixe-papagaio-cinza), e estabelece as respectivas condições.** Brasília, DF, abr 2018. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/32570734/do1-2018-07-19-portaria-n-292-de-18-de-julho-de-2018-32570719>. Acesso em: 18 ago. 2019.

BRASIL B. PORTARIA NO 59, D. D. N. D. **Define regras para o uso sustentável e recuperação dos estoques das espécies *Mycteroperca interstitialis*, conhecido como Badejo-Amarelo; *Mycteroperca bonaci*, conhecido como Sirigado; *Epinephelus morio*, conhecido como Garoupa-de-São-Tomé e *Lutjanus cyanopterus*, conhecido como Caranha.** Brasília, DF, nov 2018. Disponível em: <https://www.in.gov.br/materia/asset_publisher/Kujrw0TZC2Mb/content/id/32570734/do1-2018-07-19-portaria-n-292-de-18-de-julho-de-2018-32570719>. Acesso em: 18 ago. 2019.

BRASIL. DECRETO Nº 3.607, D. D. S. D. INSTRUÇÃO NORMATIVA Nº 1, DE 9 DE MARÇO DE 2017. Disponível em: <http://pesquisa.in.gov.br/imprensa/jsp/visualiza/index.jsp?jornal=1&pagina=54&data=10/03/2017> Acesso em 18 de agosto de 2019.,

BRAUN, A. S.; FONTOURA, N. F. Reproductive biology of *Menticirrhus littoralis* in southern Brazil (Actinopterygii: Perciformes: Sciaenidae). **Neotropical Ichthyology**, v. 2, p. 31-36, 2004. ISSN 1679-6225. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-62252004000100005&nrm=iso>.

BUXTON, C. D. et al. When is spillover from marine reserves likely to benefit fisheries? **PloS one**, v. 9, n. 9, p. e107032, 2014. ISSN 1932-6203.

CAMARGO, M.; ISAAC, V. Reproductive biology and spatio-temporal distribution of *Stellifer rastrifer*, *Stellifer naso* and *Macrodon ancylodon* (Sciaenidae) in the Caeté estuary, northern Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 53, p. 13-21, 2005. ISSN 1679-8759. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S1679-87592005000100002&nrm=iso>.

CAMP, E.; FRASER, D. Influence of conservation education dive briefings as a management tool on the timing and nature of recreational SCUBA diving impacts on coral reefs. **Ocean & coastal management**, v. 61, p. 30-37, 2012. ISSN 0964-5691.

CAMPOS, C. C. et al. Ecological indicators and functional groups of copepod assemblages. **Ecological indicators**, v. 83, p. 416-426, 2017. ISSN 1470-160X.

- CARUSO, G. Microplastics as vectors of contaminants. **Marine pollution bulletin**, v. 146, p. 921-924, 2019. ISSN 0025-326X.
- CASALE, P.; TUCKER, A. D. **Caretta caretta (amended version of 2015 assessment). The IUCN Red List of Threatened Species 2017: e. T3897A119333622** 2017.
- CAVALCANTE, R. M.; PINHEIRO, S. P.; TEIXEIRA, C. A. Marine debris on a tropical coastline: abundance, predominance sources and fate in a region with multiple activities (Fortaleza, Ceará, northeastern Brazil). **Marine pollution bulletin. - sob revisão agosto/19.**, 2019.
- CERVIGÓN, F. et al. **Fichas FAO de identificación de especies para los fines pesca. Guía de campo de las especies comerciales marinas y de aguas salobres de la costa septentrional de Sur América.** FAO, Roma (Italia). 1992
- CHAMBRERS, R.; GUIJT, I. DRP: Depois de cinco anos, como estamos agora. **Revista Bosques, Árvores e Comunidades Rurais**, v. 26, p. 4-15, 1995.
- CHAVES, P. D. T. D. C.; VENDEL, A. L. Reprodução de *Stellifer rastrifer* (Jordan) (Teleostei, Sciaenidae) na Baía de Guaratuba, Paraná, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v. 14, p. 81-89, 1997. ISSN 0101-8175. Disponível em: <http://www.scielo.br/scielo.php?script=sci_arttext&pid=S0101-81751997000100008&nrm=iso>.
- CMAS. **History of the CMAS**: Disponível em: <<http://history.cmas.org/the-history-ofcmas>>. Acesso em: 4 ago. 2014.
- CORREIA, A.; ANTUNES, C.; COIMBRA, J. Aspects of the early life history of the European conger eel (*Conger conger*) inferred from the otolith microstructure of metamorphic larvae. **Marine Biology**, v. 140, n. 1, p. 165-173, 2002. ISSN 0025-3162.
- CÓZAR, A. et al. Plastic debris in the open ocean. **Proceedings of the National Academy of Sciences**, v. 111, n. 28, p. 10239-10244, 2014. ISSN 0027-8424.
- CRUZ, I. C. S. et al. Marginal coral reefs show high susceptibility to phase shift. **Marine pollution bulletin**, v. 135, p. 551-561, 2018. ISSN 0025-326X.
- DA SILVA DIAS, F. J.; CASTRO, B. M.; LACERDA, L. D. Tidal and low-frequency currents off the Jaguaribe River estuary (4° S, 37° 4' W), northeastern Brazil. **Ocean Dynamics**, v. 68, n. 8, p. 967-985, 2018. ISSN 1616-7341.
- DAROS, F. A. et al. Checklist of rocky reef fishes from the Currais Archipelago and Itacolomis Island, Paraná state, Brazil. **Check List**, v. 8, n. 3, p. 349-354, 2012. ISSN 1809-127X.
- DE MORAIS, J. O. EVOLUÇÃO SEDIMENTOLÓGICA DA ENSEADA DE MUCURIPE (FORTALEZA-CEARÁ-BRASIL). **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 21, n. 1-2, p. 19-46, ISSN 2526-7639.
- DE MORAIS, P. C. V. et al. Emerging and traditional organic markers in areas with multiple anthropogenic activities: development of an analytical protocol and its application in

environmental assessment studies. **Bulletin of environmental contamination and toxicology**, v. 102, n. 1, p. 66-76, 2019. ISSN 0007-4861.

DE MOURA, R. L.; DE FIGUEIREDO, J. L.; SAZIMA, I. A new parrotfish (Scaridae) from Brazil, and revalidation of *Sparisoma amplum* (Ranzani, 1842), *Sparisoma frondosum* (Agassiz, 1831), *Sparisoma axillare* (Steindachner, 1878) and *Scarus trispinosus* Valenciennes, 1840. **Bulletin of Marine Science**, v. 68, n. 3, p. 505-524, 2001. ISSN 0007-4977.

DI LORENZO, M.; CLAUDET, J.; GUIDETTI, P. Spillover from marine protected areas to adjacent fisheries has an ecological and a fishery component. **Journal for Nature Conservation**, v. 32, p. 62-66, 2016. ISSN 1617-1381.

DIAS, G. T. M. Classificação de sedimentos marinhos proposta de representação em cartas sedimentológicas. Congresso Brasileiro de Geologia, 1996. p.423-426.

DOMINGUEZ, J. M. L. Sediment Transfer Mechanisms from the Coastal Zone/Shelf to the Slope/Basin during the Last 400,000 yrs: a case study for the north-central shelf of Bahia state. 10th International Congress of the Brazilian Geophysical Society, 2007.

DOS SANTOS, A. L.; DE SOUZA MEDEIROS, E. C.; DE OLIVEIRA CESAR, J. R. ANÁLISE DA OCORRÊNCIA DE ENCALHES DE TARTARUGAS MARINHAS NA REGIÃO METROPOLITANA DE FORTALEZA NA TEMPORADA 2016/2017. **Encontros Universitários da UFC**, v. 2, n. 1, p. 754-754, 2017. ISSN 2526-6578.

DOS SANTOS, A. S. et al. Avaliação do estado de conservação da tartaruga marinha *Caretta caretta* Linnaeus, 1758 no Brasil. **Biodiversidade Brasileira**, n. 1, 2011. ISSN 2236-2886.

DURANTE, CRISTIAN ALBERTO ; SANTOS-NETO, ELITIERI BATISTA; AZEVEDO, ALEX-ANDRE ; CRESPO, ENRIQUE ALBERTO & Lailson-Brito, José . POPs in the South Latin America: Bioaccumulation of DDT, PCB, HCB, HCH and Mirex in blubber of common dolphin (*Delphinus delphis*) and Fraser's dolphin (*Lagenodelphis hosei*) from Argentina. **Science of the Total Environment**, v. 572, p. 352-360, 2016.

FEITOSA, A. F. et al. **Ocorrência e quantificação de ninhos de tartarugas marinhas em praias urbanas de Fortaleza**. IV Simpósio Brasileiro de Biologia da Conservação. 2017.

FEITOSA, C. V. et al. Recreational fish feeding inside Brazilian MPAs: impacts on reef fish community structure. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 92, n. 7, p. 1525-1533, 2012. ISSN 0025-3154.

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

FERREIRA, D.; ALBINO, L.; FREITAS, M. J. C. C. MAPEAMENTO PARTICIPATIVO PARA A GESTÃO DE RISCO DE DESASTRES: REGIÃO DOS BAÚS, ILHOTA-SC. **Revista Brasileira de Cartografia**, v. 69, n. 4, 2017. ISSN 1808-0936.

FERREIRA, I. et al. Nanoplastics and marine organisms: What has been studied? **Environmental toxicology and pharmacology**, 2019. ISSN 1382-6689.

FIGUEIREDO, J. L. et al. **Peixes da Zona Econômica Exclusiva da Região Sudeste-Sul do Brasil: levantamento com rede de meia água**. São-Paulo: Editora da Universidade de São Paulo; Imprensa Oficial do Estado, 2002. 242.

FIGUEROA, D. E.; MACCHI, G.; HAIMOVICI, M. News about the reproductive ecology of the southern conger eel *Conger orbignianus*. **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 90, n. 3, p. 461-465, 2010. ISSN 1469-7769.

FORSTER, J.; HIRST, A. G.; WOODWARD, G. Growth and development rates have different thermal responses. **The American Naturalist**, v. 178, n. 5, p. 668-678, 2011. ISSN 0003-0147.

FOSTER, M. S. et al. Diversity and natural history of a *Lithothamnion muelleri*-*Sargassum horridum* community in the Gulf of California. **Ciencias marinas**, v. 33, n. 4, p. 367-384, 2007. ISSN 2395-9053.

FREITAS, J. E. P. **Ictiofauna do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio (Ceará - Brasil): composição, estrutura e contexto biogeográfico**. 2009. Dissertação (Mestrado em Ciências Marinhas Tropicais). Instituto de Ciências do Mar,, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.

FREITAS, M. O. et al. Spawning patterns of commercially important reef fish (*Lutjanidae* and *Serranidae*) in the tropical western South Atlantic. **Scientia Marina**, v. 75, n. 1, p. 135-146, 2011. ISSN 1886-8134.

GALGANI, F. et al. Marine litter within the European Marine Strategy Framework Directive. **ICES Journal of Marine Science**, v. 70, n. 6, p. 1055-1064, 2013. ISSN 1054-3139. Disponível em: < <https://doi.org/10.1093/icesjms/fst122> >. Acesso em: 9/17/2019.

GALVÃO, P. F.; TEIXEIRA, C. E. P. Variabilidade espaço-temporal da concentração de clorofila-a no Oceano Atlântico Equatorial baseados nos dados do sensor MODIS-AQUA. **Simpósio Brasileiro de Sensoriamento Remoto (SBSR)**, v. 17, 2015.

GARCÍA-CAGIDE, A.; CLARO, R.; KOSHELEV, B. V. Reproducción. In: (ED.), C. (Ed.). **Ecología de los peces marinos de Cuba**. Cuba and Cen. Invest. Quintana Roo (CIQRO) México.: Inst. Oceanol. Acad. Cienc., 1994. p.187-262.

GARCIA, A. M.; VIEIRA SOBRINHO, J. P. O aumento da diversidade de peixes no estuário da Lagoa dos Patos durante o episódio El Niño 1997-1998. **Atlântica**, v. 23, p. 85-96, 2001. ISSN 0102-1656.

GIGAULT, J. et al. Current opinion: What is a nanoplastic? **Environmental pollution**, v. 235, p. 1030-1034, 2018. ISSN 0269-7491.

GOLLAN, J. **Plant -herbivore interactions in an estuary invaded by *Caulerpa taxifolia*. Estimating the impacts of native herbivores on their food resources**. 2003. Tese. Doutorado em Ciências, Universidade de Wollongong, Australia.

GREENE, H. G. et al. Construction of digital potential marine benthic habitat maps using a coded classification scheme and its application. In: ED. BY B. J. TODD, A. H. G. G. (Ed.). **Mapping the Seafloor for Habitat Characterization**. Canada Geological Association of Canada, St John's, Newfoundland, 2007. p.141–155.

- GRIMES, C. B. Reproductive biology of the Lutjanidae: a review. 1987.
- HAIMOVICI, M.; KRUG, L. C. Alimentação e reprodução da enchova *Pomatomus saltatrix* no litoral sul do Brasil. **Revista Brasileira de Biologia**, v. 52, n. 3, p. 503-13, 1992.
- HAMMERTON, Z. Determining the variables that influence SCUBA diving impacts in eastern Australian marine parks. **Ocean & coastal management**, v. 142, p. 209-217, 2017. ISSN 0964-5691.
- HERBST, L.H. & KLEIN, P.A.. Green turtle fibropapillomatosis: challenges to assessing the role of environmental cofactors. **Environ. Health Perspect.** 103 (Suppl. 4), p. 27- 30, 1995.
- IUCN. The IUCN Red List of Threatened Species. Version 2019-2. <https://www.iucnredlist.org> 2019. Acesso em: 17 de Agosto de 2019.
- JOLY, C. A. et al. Diagnóstico da pesquisa em biodiversidade no Brasil. **Revista USP**, n. 89, p. 114-133, 2011. ISSN 0103-9989.
- JONES, G. P.; SYMS, C. Disturbance, habitat structure and the ecology of fishes on coral reefs. **Australian Journal of Ecology**, v. 23, n. 3, p. 287-297, 1998. ISSN 0307-692X.
- KENNISH, M. J. **Ecology of estuaries. v. 1: Physical and chemical aspects.-v. 2: Biological aspects.** 1986. 390.
- KIØRBOE, T. **A Mechanistic Approach to Plankton Ecology.** Princeton: NJ: Princeton University Press 2008. 209.
- LANA, P. D. C. O valor da biodiversidade e o impasse taxonômico: a diversidade marinha como estudo de caso. **Desenvolvimento e Meio Ambiente**, v. 8, 2003. ISSN 2176-9109.
- LEÃO, Z. M. et al. Brazilian coral reefs in a period of global change: A synthesis. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 64, n. SPE2, p. 97-116, 2016. ISSN 1679-8759.
- LEGAT, L. & LAILSON-BRITO, JOSÉ. O MERCÚRIO EM CETÁCEOS (MAMMALIA, CETACEA): UMA REVISÃO. **Oecologia Australis**, v. 14, p. 1021-1035, 2011.
- LIM, S. S.; INNES, J. L.; MEITNER, M. Public awareness of aesthetic and other forest values associated with sustainable forest management: A cross-cultural comparison among the public in four countries. **Journal of environmental management**, v. 150, p. 243-249, 2015. ISSN 0301-4797.
- LIMA, E. H. S. M.; MELO, M. T. D. Aspectos metodológicos empregados na base do Projeto TAMAR-IBAMA em Almofala-Ceará para a conservação das tartarugas marinhas em áreas de alimentação. **SIMPÓSIO BRASILEIRO DE OCEANOGRAFIA**, v. 1, 2002.
- LIMA, E. H. S. M. et al. Second record of a green turtle (*Chelonia mydas*) tagged in Brazil and captured in Nicaragua. **Marine Turtle Newsletter**, v. 101, n. 27, p. 2001, 2003.
- _____. RECAPTURAS DE TARTARUGAS MARINHAS REGISTRADAS PELO PROJETO TAMAR-IBAMA NO CEARÁ DURANTE O PERÍODO DE 1993 A 2006. Anais de Evento. XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar-XII COLACMAR Florianópolis, 2007.

LIMA, E. H. S. M. et al. Segundo levantamento de encalhes de tartarugas marinhas registradas pelo projeto TAMAR-IBAMA No Litoral Do Ceará durante os anos de 2005 e 2006. XII Congresso Latino-Americano de Ciências do Mar-XII COLACMAR. Florianópolis, 2007.

LIMA, E. H. S. M.; TROËNG, S. Link between green turtles foraging in Brazil and nesting in Costa Rica. **Marine Turtle Newsletter**, v. 94, n. 9, 2001.

LINK, J.; SEGAL, B.; CASARINI, L. M. Abandoned, lost or otherwise discarded fishing gear in Brazil: A review. **Perspectives in ecology and conservation**, 2019. ISSN 2530-0644.

LOVE, M. S. et al. Gimme shelter: the importance of crevices to some fish species inhabiting a deeper-water rocky outcrop in southern California. **CALIFORNIA COOPERATIVE OCEANIC FISHERIES INVESTIGATIONS REPORT**, v. 47, p. 119, 2006. ISSN 0575-3317.

MAIA, L. P. **Procesos costeros y balance sedimentario a lo largo de Fortaleza NE-Brasil—implicaciones para una gestión costera ordenada**. 1998. 268 Tesis de doctorado Universidad de Barcelona

MARCOVALDI, M. A.; DEI MARCOVALDI, G. G. Marine turtles of Brazil: the history and structure of Projeto TAMAR-IBAMA. **Biological conservation**, v. 91, n. 1, p. 35-41, 1999. ISSN 0006-3207.

MARTINELLI FILHO, J. E. et al. Vibrio cholerae O1 detection in estuarine and coastal zooplankton. **Journal of plankton research**, v. 33, n. 1, p. 51-62, 2010. ISSN 1464-3774.

MCCLEAVE, J. D.; MILLER, M. J. Spawning of Conger oceanicus and Conger triporiceps (Congridae) in the Sargasso Sea and subsequent distribution of leptocephali. **Environmental Biology of Fishes**, v. 39, n. 4, p. 339-355, 1994. ISSN 0378-1909.

MEIRELLES, A. C. O. D. et al. Cetacean strandings on the coast of Ceará, north-eastern Brazil (1992–2005). **Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom**, v. 89, n. 5, p. 1083-1090, 2009. ISSN 1469-7769.

MEIRELLES, A. C. O. D. et al. Records of Guiana dolphin, Sotalia guianensis, in the state of Ceará, northeastern Brazil. **Latin American Journal of Aquatic Mammals**, v. 8, n. 1-2, p. 97-102, 2010. ISSN 2236-1057.

MONTEIRO FILHO, E. L. A. et al. Guia Ilustrado de Mamíferos Marinhos do Brasil. **Campinas: Instituto de Pesquisas Cananéia**, 2013.

MONTEIRO, L. H. U. **Feições superficiais da plataforma continental cearense entre o litoral de Fortaleza e Icapuí**. 2011. PhD thesis (Doutorado em Geociências), Universidade Federal de Pernambuco

MOREIRA, L. M. D. P. **Ecologia reprodutiva e estimativa de ninhos da tartaruga verdearuanã—Chelonia mydas (Linnaeus, 1758)(Testudines, Reptilia) na ilha da Trindade, Espírito Santo, Brasil**. 2003. 63 Dissertação (Mestrado em Biologia Animal), Espírito Santo, Universidade

MORTIMER, J. A.; DONNELLY, M. **Eretmochelys imbricata**. **The IUCN Red List of Threatened Species 2008: e. T8005A12881238** 2008.

- NELSON, J. S. **Fishes of the World**. New Jersey: John Wiley & Sons, 2006. ISBN 1119220823.
- NEUMANN-LEITÃO, S. **Impactos antrópicos na comunidade zooplanctônica estuarina. Porto de Suape-PE-Brasil**. 1994. 273 Tese de Doutorado Universidade Federal de São Carlos, São Carlos.
- NEUMANN-LEITÃO, S. et al. Variação diurna do zooplâncton no estuário do rio Ipojuca - Pernambuco -Brasil. . **Trab. Oceanográficos da Universidade Federal de Pernambuco, Recife**, v. 24, p. 103-134, 1996.
- NUNES, D. M.; HARTZ, S. M.; SILVANO, R. A. M. Conhecimento ecológico local e científico sobre os peixes na pesca artesanal no sul do Brasil. **Boletim do Instituto de Pesca**, v. 37, n. 3, p. 209-223, 2018. ISSN 1678-2305.
- PADI. The Encyclopedia of recreational Diving. **Rancho Santa Margarita, CA, Estados Unidos da America: PADI**, 2010. (Nota técnica).
- PANTALENA, A. F. **Mergulho recreativo na região metropolitana de Fortaleza (NE, Brasil): subsídios para o desenvolvimento sustentável**. 2017. 129 Tese (Doutorado em Ciências Marinhas Tropicais) Instituto de Ciências do Mar, Universidade Federal do Ceará, Fortaleza.
- PARRY, M. **A Deep-sea Section for the Marine Habitat Classification of Britain and Ireland, V15. 03**. Joint Nature Conservation Committee, 2015.
- PEREIRA, P. H. C. et al. The influence of multiple factors upon reef fish abundance and species richness in a tropical coral complex. **Ichthyological Research**, v. 61, n. 4, p. 375-384, 2014. ISSN 1341-8998.
- PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. Biologia marinha. **Rio de Janeiro: Interciência**, v. 1, 2002.
- PERRY, C. T. et al. Loss of coral reef growth capacity to track future increases in sea level. **Nature**, v. 558, n. 7710, p. 396, 2018. ISSN 1476-4687.
- RICHARDS, W. J. **Early stages of Atlantic fishes: an identification guide for the western central north Atlantic, Two Volume Set**. CRC Press, 2005. ISBN 0203500210.
- RICHARDSON, A. J. In hot water: zooplankton and climate change. **ICES Journal of Marine Science**, v. 65, n. 3, p. 279-295, 2008. ISSN 1095-9289.
- ROBERTS, C. M. et al. Effects of marine reserves on adjacent fisheries. **science**, v. 294, n. 5548, p. 1920-1923, 2001. ISSN 0036-8075.
- ROBILLARD, E.; REISS, C. S.; JONES, C. M. Reproductive biology of bluefish (*Pomatomus saltatrix*) along the East Coast of the United States. **Fisheries Research**, v. 90, n. 1-3, p. 198-208, 2008. ISSN 0165-7836.
- ROBINS, C. R.; DOUGLASS, G. C. A field guide to Atlantic Coast fishes of North America Houghton Mifflin Co. **Boston, MA**, 1986.

ROCHA-CAMPOS, C. C.; CÂMARA, I. G.; PRETTO, D. J. Plano de Ação Nacional para a conservação dos mamíferos aquáticos: pequenos cetáceos. **Série Espécies Ameaçadas**, v. 18, p. 157, 2011.

ROSSI, S. The destruction of the 'animal forests' in the oceans: towards an over-simplification of the benthic ecosystems. **Ocean & coastal management**, v. 84, p. 77-85, 2013. ISSN 0964-5691.

SANTOS, R. F. D. Planejamento Ambiental: Teoria e Prática. São Paulo: Oficina de Textos, 2004. 184p. **APÊ DICE A---Balanço hídrico para os diferentes cenários simulados**, 2004.

SEMINOFF, J. A. **Chelonia mydas. The IUCN Red List of Threatened Species 2004: e. T4615A11037468** 2004.

SHERIDAN, J. A.; BICKFORD, D. Shrinking body size as an ecological response to climate change. **Nature climate change**, v. 1, n. 8, p. 401, 2011. ISSN 1758-6798.

SHINOZAKI-MENDES, R. A. et al. Reproductive biology of the squirrelfish, *Holocentrus adscensionis* (Osbeck, 1765), caught off the coast of Pernambuco, Brazil. **Scientia Marina**, v. 71, n. 4, p. 715-722, 2007. ISSN 1886-8134.

SIGNORINI, S. R.; DE MIRANDA, L. B. Tidal and low-frequency currents near the shelf-break: northeastern coast of Brazil. **Journal of physical oceanography**, v. 13, n. 11, p. 2107-2115, 1983. ISSN 1520-0485.

SILVANO, R. A. M.; BEGOSSI, A. Local knowledge on a cosmopolitan fish: ethnoecology of *Pomatomus saltatrix* (Pomatomidae) in Brazil and Australia. **Fisheries Research**, v. 71, n. 1, p. 43-59, 2005. ISSN 0165-7836.

_____. What can be learned from fishers? An integrated survey of fishers' local ecological knowledge and bluefish (*Pomatomus saltatrix*) biology on the Brazilian coast. **Hydrobiologia**, v. 637, n. 1, p. 3, 2010. ISSN 0018-8158.

SOARES, M. D. O.; DAVIS, M.; DE MACÊDO CARNEIRO, P. B. Northward range expansion of the invasive coral (*Tubastraea tagusensis*) in the southwestern Atlantic. **Marine Biodiversity**, v. 48, n. 3, p. 1651-1654, 2018. ISSN 1867-1616.

SOARES, M. D. O. et al. Gestão de unidades de conservação marinhas: o caso do Parque Estadual Marinho da Pedra da Risca do Meio, NE-Brasil. **Revista de Gestão Costeira Integrada-Journal of Integrated Coastal Zone Management**, v. 11, n. 2, p. 257-268, 2011. ISSN 1646-8872.

SOARES, M. D. O. et al. Thermal stress and tropical reefs: mass coral bleaching in a stable temperature environment? **Marine Biodiversity**, p. 1-9, 2019. ISSN 1867-1616.

SOUSA FILHO, L. M. D. **As aventuras de um caçador sub**. São Paulo: Editora, 2002.

STELLER, D. L. et al. Rhodolith bed diversity in the Gulf of California: the importance of rhodolith structure and consequences of disturbance. **Aquatic conservation: marine and freshwater ecosystems**, v. 13, n. S1, p. S5-S20, 2003. ISSN 1052-7613.

- SUGUIO, K. Recent progress in Quaternary geology of Brazil. **Episodes**, v. 22, n. 3, p. 217-220, 1999. ISSN 0705-3797.
- TEIXEIRA, J. B. et al. Traditional ecological knowledge and the mapping of benthic marine habitats. **Journal of environmental management**, v. 115, p. 241-250, 2013. ISSN 0301-4797.
- TERRY, R. D.; CHILINGAR, G. V.; HANCOCK, A. Comparison charts for visual estimation of percentage composition. **Journal of Sediment Petrology**, v. 25, p. 229-234, 1955.
- THIEL, M. et al. Anthropogenic marine debris in the coastal environment: a multi-year comparison between coastal waters and local shores. **Marine pollution bulletin**, v. 71, n. 1-2, p. 307-316, 2013. ISSN 0025-326X.
- TOYOSHIMA, J.; NADAOKA, K. Importance of environmental briefing and buoyancy control on reducing negative impacts of SCUBA diving on coral reefs. **Ocean & coastal management**, v. 116, p. 20-26, 2015. ISSN 0964-5691.
- VAN BRASSEM, M.F. ; FLACH, L. ; REYES, J. C. ; ECHEGARAY, M ; SANTOS, MARCOS C. DE O. ; VIDDI, F. ; FELIX, F. ; LODI, L & WAEREBEEK, K. V. Epidemiological characteristics of skin disorders in cetaceans from South American waters. **THE LATIN AMERICAN JOURNAL OF AQUATIC MAMMALS**, v. 10, p. 20-32, 2015.
- VAN CAUWENBERGHE, L. et al. Microplastics in sediments: a review of techniques, occurrence and effects. **Marine environmental research**, v. 111, p. 5-17, 2015. ISSN 0141-1136.
- VÉRAS, D. P. et al. BIOLOGIA REPRODUTIVA DO BUDIÃO-BATATA, *Sparisoma frondosum* (ACTINOPTERYGII: SCARIDAE), CAPTURADO NA COSTA CENTRAL DO ESTADO DE PERNAMBUCO. **Arquivos de Ciências do Mar**, v. 42, n. 1, p. 40-51, 2009. ISSN 2526-7639.
- VIANNA, M. L.; MENEZES, V. V. Singular spectrum analysis of nonstationary tidal currents applied to ADCP data from the northeast Brazilian shelf. **Journal of Atmospheric and Oceanic Technology**, v. 23, n. 1, p. 138-151, 2006. ISSN 1520-0426.
- VILLAC, M. C. et al. Plâncton. **Informe sobre as espécies exóticas invasoras marinhas no Brasil**, 2009.
- WALLACE, B. P.; TIWARI, M.; GIRONDOT, M. **Dermochelys coriacea**. **The IUCN Red List of Threatened Species 2013: e. T6494A43526147** 2016.
- WÖLFL, A. et al. Distribution and characteristics of marine habitats in a subpolar bay based on hydroacoustics and bed shear stress estimates—Potter Cove, King George Island, Antarctica. **Geo-Marine Letters**, v. 34, n. 5, p. 435-446, 2014. ISSN 0276-0460.
- WOODIN, S. A. Disturbance and community structure in a shallow water sand flat. **Ecology**, v. 62, n. 4, p. 1052-1066, 1981. ISSN 1939-9170.
- WU, P. et al. Environmental occurrences, fate, and impacts of microplastics. **Ecotoxicology and environmental safety**, v. 184, p. 109612, 2019. ISSN 0147-6513.