

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E BIOLÓGICAS**

**Estrutura da meiofauna bentônica de recifes
lateríticos em Unidades de Conservação
Marinha do Espírito Santo**

Maria Clara Garschagen Dellaqua Luz

São Mateus, ES

Setembro/2024

**UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO
DEPARTAMENTO DE CIÊNCIAS AGRÁRIAS E BIOLÓGICAS**

**Estrutura da meiofauna bentônica de recifes
lateríticos em Unidades de Conservação
Marinha do Espírito Santo**

MARIA CLARA GARSCHAGEN DELLAQUA LUZ

Monografia de conclusão de curso apresentada ao Curso de Ciências Biológicas da Universidade Federal do Espírito Santo, como requisito para a obtenção do Título de Bacharel em Ciências Biológicas.

Orientadora: Dr^a. Karla Gonçalves da Costa

Coorientadora: M. Sc. Emanuely Ezidio da Silva

São Mateus, ES

Setembro/2024



UNIVERSIDADE FEDERAL DO ESPÍRITO SANTO
CENTRO UNIVERSITÁRIO NORTE DO ESPÍRITO SANTO

FOLHA DE APROVAÇÃO

Autor: **Maria Clara Garschagen Dellaqua Luz**

Título: **Estrutura da meiofauna bentônica de recifes lateríticos em Unidades de Conservação Marinha do Espírito Santo**

Monografia do Curso de Ciências Biológicas (Bacharelado)
Defendida e aprovada em 12/09/2024

Robta

Orientador(a) e presidente da Comissão Examinadora

Emanuêly Egidio da Silva

Coorientador(a)

Manuelle Bataide

Examinador 1

Documento assinado digitalmente



GEAN ZANETTI
Data: 18/09/2024 12:53:50-0300
Verifique em <https://validar.it.gov.br>

Examinador 2

AGRADECIMENTOS

Por este trabalho devo agradecer primeiramente à minha mãe, que nunca deu espaço para que nenhuma dificuldade chegasse até mim, que me criou com os pés no chão, mas nunca deixou de impulsionar meu vôo. Que jamais me deixou na mão, pior que fosse a situação, que me abraçou e disse um milhão de vezes que tudo daria certo no final, porque eu sempre seria maior que qualquer problema. Mãe, obrigada por ter me deixado seguir os caminhos que desejava e por ter abdicado dos seus sonhos em prol dos meus. Ao meu pai, que foi o melhor pai que eu poderia ter pedido, obrigada por toda a liberdade, por não ter me deixado virar “galinha de granja”, por sempre acreditar nas minhas escolhas, por me respeitar e sorrir com os olhos cada vez que eu vibrava uma nova conquista. Graças a você, hoje eu acredito fielmente que posso tudo e que ninguém nesse mundo pode me diminuir, já dizia mamãe: “você é igualzinha ao seu pai, Maria Clara”, pra frente igual bico de sapato de palhaço. Meus pais foram sinônimo de amparo, de segurança e de amor, e nem todos os agradecimentos do mundo seriam suficientes a eles que me deram a vida e a oportunidade de vivê-la!

À tia Syngrid, que além de tia é amiga, companheira, minha segunda mãe, que me deu o meu maior presente. Você que sempre enxugou minhas lágrimas, segurou minhas mãos e me encorajou a ser feliz, que tem o maior coração que existe e faria o mundo parar pra cuidar de mim, muitíssimo obrigada!!! Sem você nada até aqui seria possível e você é parte fundamental de toda a minha história.

Aos encontros da vida, começo agradecendo especialmente ao meu amor e maior companheiro Yuri, que nesses últimos tempos segurou a onda e não me deixou desistir. Que teve um equilíbrio emocional sem igual e garantiu que eu me alimentasse bem mesmo enquanto endoidava com as demandas do último período. Que passou noites acordado comigo e nunca deixou de repetir o quanto me admirava e acreditava nos meus planos pra gente. Muito obrigada, meu bem, você foi e é incrível!!!! À minha amiga Carolyna que, sem sombras de dúvidas, é a minha família em São Mateus. Que me acompanhou nas aulas, no laboratório e, não suficiente, que morou comigo!! Você tem um espaço enorme no meu coração, Carolcita, te levo daqui para toda a minha vida, independente de quais forem os próximos passos. Não posso também deixar de lado o resto do meu grupinho, Lharyssa, Lara, Rafaela, Leonan e Isabela, que tornaram a UFES mais leve e divertida, que escutaram meus milhões de áudios, que me deram os melhores

e piores conselhos do mundo, que perdoaram toda a minha demora pra responder mensagens e nunca me deixaram esquecer dos prazos. Muito obrigada por terem cruzado o meu caminho, sou mais feliz estando cercada por mulheres (e Leo) incríveis!!! A todos os meus amigos, de Itamaraju à Vitória, muito obrigada, amo vocês de todo o coração e não seria eu sem vocês!

Falando em mulheres incríveis, tive o prazer de trabalhar com Manu e Karla. A primeira delas, minha co-orientadora e mestra Emanuely Ezidio, que tanto me ensinou e apoiou por toda a labuta que foi a monografia. Que me mandou mil áudios dizendo “Maria, calma, vai dar tudo certo” ... E DEU! Muito obrigada por tanto, Manu, principalmente pelo conhecimento, mas ainda mais pela paciência por todos esses meses! Dr^a Karla Costa BIO, trabalhar com você foi uma mistura de prazeres e loucuras!! Você me fez sonhar alto e me encorajou a acreditar em mim mesma, foi, além de professora e orientadora, mãe e amiga e, literalmente, enxugou minhas lágrimas nessas últimas semanas. Obrigada por não me deixar desmotivar ao longo do caminho. Isa, muito obrigada por responder meus milhões de perguntas e me ajudar com EXCEL, você também é parte desse trabalho. Mas não posso deixar de agradecer, principalmente, por ter me recebido de braços abertos quando cheguei ao laboratório. Por sempre me ajudar e parabenizar à cada passo. De verdade, muito obrigada!! À Bruninha, que com toda a paciência que existe nesse mundo, me ajudou à beça na identificação dos bichos. E não menos importante, à toda equipe do NUBEM, Gê, Jaque, Amanda e Vavá (minha fiel da música boa!!!), vocês foram excepcionais e eu não poderia agradecer o suficiente por todo a dedicação e conhecimento dos últimos anos, mas também pelos conselhos e conversas jogadas fora. Vocês aliviaram muita tensão nesse ambiente nada seguro e caótico kkkk

Ao PMBA, obrigada pela bolsa que me salvou durante esses dois últimos anos, mas também pela oportunidade de fazer parte de um projeto tão relevante.

Por fim, agradeço à banca, pela disponibilidade e por cada observação que contribuiu com meu trabalho. Admiro muito o caminho de vocês enquanto profissionais. Muito obrigada por também estarem fazendo parte disso!!

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO.....	1
2. OBJETIVOS	4
2.1 GERAL.....	4
2.2 ESPECÍFICOS	4
3. MATERIAL E MÉTODOS	4
3.1 ÁREA DE ESTUDO	4
3.2 COLETA E TRATAMENTO DA MEIOFAUNA.....	6
3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS.....	7
4. RESULTADOS	8
5. DISCUSSÃO	12
6. CONCLUSÃO	14
7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS	15
8. APÊNDICE	24
8.1 Imagens Praia da Baleia (REVIS de Santa Cruz)	24
8.2 Imagens Praia Grande (APA Costa das Algas)	26

LISTA DE TABELAS

Tabela 1: Lista de táxons e abundância dos organismos da meiofauna encontrados nas Unidades de Conservação Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas e Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) de Santa Cruz.....	9
Tabela 2: Resultados das análises multivariadas ANOSIM e SIMPER aferindo a significância e dissimilaridades entre as amostras das Unidades de Conservação APA Costa das Algas e REVIS de Santa Cruz. *valores significativos ($p < 0,05$).	11

LISTA DE FIGURAS

Figura 1: Mapa da área de estudo. Em destaque estão os pontos de coleta localizados dentro das Unidades de Conservação ao sul da foz do Rio Doce.....	5
Figura 2: Desenho amostral referente aos transectos (T) e posição dos quadrats (Q) de cada amostra coletada.	7
Figura 3: Abundância dos táxons da meiofauna nas Unidades de Conservação APA Costa das Algas e REVIS de Santa Cruz.	8
Figura 4: Abundância de organismos da meiofauna entre as Unidades de Conservação REVIS de Santa Cruz e APA Costa das Algas. Barras indicam erro padrão.....	10
Figura 5: Análise de ordenação (nMDS) da meiofauna bentônica entre as Unidades de Conservação Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) de Santa Cruz e Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas.	11

RESUMO

O Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) de Santa Cruz, junto a Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas, implementadas em 18/06/2010, foram as primeiras Unidades de Conservação (UC) do Espírito Santo que compreendiam, majoritariamente, ambientes marinhos. Ambas são caracterizadas pela presença de terraços de abrasão da Formação Barreiras, onde fixam-se algas, corais e outras estruturas biogênicas, propiciando a ocupação de diversos organismos bentônicos, relevantes bioindicadores. Visando conhecer a estrutura da meiofauna bentônica associada aos recifes lateríticos dessas UCs, foram realizadas coletas na Praia da Baleia (REVIS) e Praia Grande (APA). As amostragens ocorreram em três transectos perpendiculares à linha d'água onde cinco quadrats equidistantes foram lançados e o material raspado. Ao todo, foram identificados 18 grupos taxonômicos, dos quais Nematoda e Copepoda foram os mais abundantes. As análises estatísticas demonstraram variações significativas entre as UCs, principalmente uma grande quantidade de organismos no REVIS, o que era esperado, considerando que essa é uma UC de proteção integral, enquanto que a APA, de uso sustentável, funciona como uma área de amortecimento, por isso, mais impactada e com uma comunidade com menor abundância. Constatamos também que para um resultado mais efetivo seria necessário um maior refinamento nas identificações. Acreditamos que a riqueza dentro do REVIS também possa ser maior que a da APA. No entanto, apenas com a identificação em menores categorias taxonômicas isso poderia ser confirmado. Porém, ainda assim, foi possível demonstrar que a APA tem funcionado como uma área de amortecimento e que o REVIS se encontra mais preservado, cumprindo assim, com seus respectivos propósitos. Ressalta-se ainda a importância de incluir organismos da meiofauna no plano de manejo das UCs.

Palavras-chave: APA Costa das Algas; Substrato consolidado; REVIS de Santa Cruz; comunidade bentônica.

1. INTRODUÇÃO

Em 1937 surgiram no Brasil as primeiras áreas de proteção ambientais, chamadas, na época, de parques. Esses espaços foram criados com o intuito de preservar regiões de alta importância ecológica. Segundo o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza (SNUC), as Unidades de Conservação (UCs) devem abranger os espaços territoriais e seus recursos ambientais, incluindo ainda águas jurisdicionais que possuem características naturais relevantes. Essas áreas devem ser divididas, de maneira geral, em dois grupos: (1) a Unidades de Proteção Integral, onde os recursos naturais poderiam ser utilizados apenas de maneira indireta, e (2) Unidades de Uso Sustentável, havendo uso direto de uma parcela dos recursos e garantindo a preservação dos demais (Brasil, 18 de julho de 2000).

Até 2009 não havia Unidades de Conservação exclusivamente marinhas no estado do Espírito Santo. Apenas a Área de Proteção Ambiental (APA) das Três Ilhas, em Setiba, entre os municípios de Vila Velha e Guarapari, resguardava uma área marinha em uma porção de seu território total (Decreto nº 3747-N, setembro de 1994). A linha costeira do estado possui, aproximadamente, 400 km de linha de costa, além de 1200 km de extensão mar à dentro, levando em consideração ilhas e bancos oceânicos (Sforza *et al.*, 2021) e é composta por uma diversidade de fisionomias do relevo marinho que possui uma alta diversidade biológica. Por isso, em junho de 2010, foram publicados os Decretos 12647 e 12648 que implementaram, respectivamente, (1) a Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas e (2) o Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) de Santa Cruz, as primeiras UCs do Espírito Santo que compreendiam majoritariamente o ambiente marinho (cerca de 90%).

A primeira, uma unidade de uso sustentável, onde é permitida a pesca e coleta de mariscos, ocupa os municípios de Serra, Fundão e Aracruz, e funciona como uma região de amortecimentos de impactos antrópicos para a segunda, sendo essa de proteção integral e localizada em Aracruz (Brasil, junho de 2010). Esses ambientes se tornaram singulares no estado, já que detém áreas remanescentes de manguezais, além dos terraços de abrasão, onde há ocorrência de uma grande variedade de macroalgas marinhas, sejam elas calcárias ou não-calcárias, articuladas ou incrustantes, e franjas de recifes paralelos à costa que servem de abrigo, substrato ou alimentação de inúmeras espécies bentônicas, demersais ou pelágicas (Thomé *et al.*, 2016; Sforza *et al.*, 2021).

Essas áreas de proteção ambientais apresentam como características físicas principais a presença de terraços de abrasão (Albino, 1999; Albino *et al.*, 2006). No litoral do Espírito Santo, estes terraços da Formação Barreiras são formações de arenito de praia com material cimentante ferruginoso, ocasionando concreções lateríticas (Villaça, 2009) que, quando fragmentadas, formam os terraços que permanecem expostos durante a maré baixa e recobertos na maré alta. Nesses ambientes é comum a retenção de sedimentos trazidos pelas ondas sobre os recifes de arenito. Nesse caso, ocorre predominância do material bioclástico, como fragmentos de conchas de moluscos, algas e briozoários (Albino & Suguio, 1999). A estruturação dos terraços possibilita ainda a adesão e desenvolvimento de recifes de corais e outras estruturas biogênicas, o que aumenta a complexidade do ambiente, tornando o ecossistema bastante atrativo aos organismos que buscam proteção, abrigo e disponibilidade de alimentos, permitindo a fixação de uma diversificada comunidade bentônica (Bell, 1985; Ataíde, 2009; Viana, 2013).

Os organismos bentônicos são aqueles que vivem associados ao substrato dos ambientes aquáticos, seja marinho ou dulcícola. Dentre esses, destaca-se a meiofauna, composta por invertebrados marinhos que apresentam tamanho corporal entre 0,045 mm a 0,5 mm de comprimento (Coull, 1988; Belúcio *et al.*, 1999). Os principais grupos encontrados na comunidade meiofaunal são os Nematoda de vida livre, Copepoda, Polychaeta, Oligochaeta e Ostracoda (Netto *et al.*, 1999; Maranhão, 2003).

Os organismos meiofaunais são considerados bioindicadores, podendo demonstrar o nível de conservação de uma determinada área, servindo de respostas às mudanças do ambiente. Segundo Giere (2009), os organismos meiofaunais fazem ainda parte de importantes processos ambientais relacionados à cadeia trófica, mantendo-a ajustada, já que consomem detritos orgânicos e servem de alimento para predadores maiores como a macrofauna bentônica, peixes e outros. Além disso, participam da reciclagem de nutrientes, seja no consumo de matéria orgânica ou no aproveitamento de energia de maneira ótima (Corell *et al.*, 2004; Schratzberger & Ingels, 2018).

A presença e estruturação desses indivíduos em ambientes do entremarés são diretamente reguladas por fatores físico-químicos, como as variações de maré, ação das ondas, temperatura, salinidade, saturação de oxigênio e umidade, já que devem resistir à dessecação e aos gradientes de temperatura do local (Posey *et al.*, 1996; Steyaert *et al.*, 1999; Nybakken & Bertness, 2005; Semprucci *et al.*, 2017; Neves & Costa, 2022). Além disso, a meiofauna também é afetada por fatores biológicos, desde predação e competição,

dispersão e assentamento das larvas, até disponibilidade e busca por alimento (Danovaro *et al.*, 1997). Além dos fatores naturais citados, a pressão antrópica também faz parte do conjunto de agentes que ditam a estrutura desses organismos em substratos consolidados, como exemplo o pisoteamento dos recifes e aporte de esgoto doméstico sem tratamento (Pereira *et al.*, 2018; Semprucci *et al.* 2018).

Com a implementação das UCs, APA Costa das Algas e Refúgio de Vida Silvestre (REVIS), tornou-se necessário o planejamento e manutenção dessas áreas (Artaza-Barrios & Schiavetti, 2007). Porém, o plano de manejo só foi publicado recentemente, após 13 anos desde a criação das áreas e, entre os organismos bentônicos abordados, é citado apenas os que compõe a macrofauna, sendo os organismos meiofaunais excluídos do documento (ICMBio, 2023). Até o momento, poucos estudos abordaram a meiofauna bentônica dos recifes lateríticos da APA Costa das Algas (Maioli, 2009; Neves & Costa, 2022; Coppo *et al.*, 2024), sendo a meiofauna do REVIS de Santa Cruz estudada apenas para a praia arenosa (RRDM, 2024).

Devido à importância ecológica desses organismos e das UCs marinhas do ES, e a escassez de trabalhos nas áreas, o presente estudo tem como objetivo analisar a estrutura da meiofauna bentônica de recifes lateríticos em duas Unidades de Conservação (1) APA Costa das Algas e (2) REVIS de Santa Cruz, verificando a biodiversidade da meiofauna em áreas com diferentes níveis de proteção. Com o resultado desse trabalho, esperamos contribuir para a complementação dos dados de fauna das UCs, auxiliar os estudos sobre a efetividade das áreas de conservação, uma vez que uma serve de área de amortecimento para outra, além de diminuir lacunas do conhecimento relacionadas à comunidade meiofaunal que ocupam os terraços de abrasão de Formação Barreiras.

2. OBJETIVOS

2.1 GERAL

Analisar a estrutura da meiofauna bentônica de recifes lateríticos em duas Unidades de Conservação marinha do Espírito Santo.

2.2 ESPECÍFICOS

- Identificar e quantificar os grupos de organismos que compõe a meiofauna;
- Determinar a riqueza, diversidade de Shannon-Wiener e abundância dos grupos meiofaunais e;
- Examinar possíveis diferenças na estruturação da meiofauna entre as Unidades de Conservação estudadas.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1 ÁREA DE ESTUDO

O estudo foi realizado em duas Unidades de Conservação localizadas na região Centro-Norte do Espírito Santo (Fig. 1), o Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) de Santa Cruz (20°0'32,80''S e 40°3'31,49''W) e a Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas (20°02'17,42''S e 39°55'2,57''W). O REVIS de Santa Cruz, com cerca de 17.741 hectares, abrangendo a Plataforma Continental até os 45 metros de profundidade (MMA, 2010), está localizado no município de Aracruz entre a Foz do Rio Preto ao sul, no limite entre Aracruz e Fundão, até a foz do Rio Piraquê-Açu no distrito de Santa Cruz ao norte, excluindo os trechos de orla da Praia Formosa e Itaparica (ICMBio, 2023). Nesse estudo, as coletas do REVIS foram realizadas na Praia da Baleia (19°58'11.69"S e 40° 8'12.35"W), em uma área isolada, onde o acesso é feito por um caminho entre a vegetação de restinga que a circunda (Ver imagens na seção APÊNDICE 8.1). Já a APA Costa das Algas com 114.931 hectares, que vai desde Costa Bela em Jacaraípe, no município da Serra, ao sul, passando por Fundão e chegando à Barra do Riacho, no município de Aracruz, ao norte. A Plataforma Continental dessa área chega aos 700 metros de profundidade (MMA, 2010). As coletas foram realizadas em Praia Grande (20° 2'13.00"S e 40°10'20.00"O), Fundão, uma região da APA diretamente ligada a um trecho de estrada

com tráfego intenso, próximo à zona urbana, de fácil acesso, o que a torna mais suscetível aos efeitos da ação antrópica (Ver imagens na seção APÊNDICE 8.2).

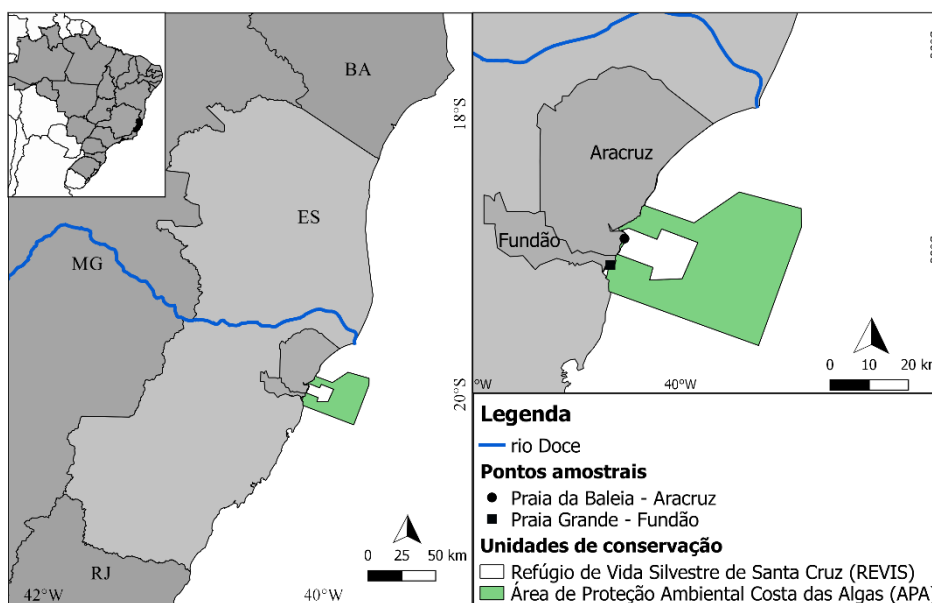


Figura 1: Mapa da área de estudo. Em destaque estão os pontos de coleta localizados dentro das Unidades de Conservação ao sul da foz do Rio Doce.

Essas Unidades de Conservação são consideradas áreas de transição já que sofrem influência do Banco de Abrolhos na margem continental ao norte, tendo uma plataforma larga e repleta de recifes, com águas mornas, enquanto que ao sul, está a Bacia de Campos, sendo, nesse caso, a plataforma continental arenosa com água fria, pois sofre influência de ressurgências e bancos oceânicos da cadeia Vitória - Trindade (Chagas, 2014). Conforme a caracterização fisiográfica do litoral do Espírito Santo, ambas UCs estão inseridas em um terraço de abrasão devido à presença de couraças lateríticas da Formação Barreiras (Albino & Suguio, 1999), sendo essas formadas por arenitos ferruginosos de espessura menor que 1 m e que são expostas durante a maré baixa, formando parte significativa do meso e infralitoral (Albino *et al.*, 2006).

Esse ambiente é formado devido à erosão ocasionada pela energia de ondas, por isso é tido como um relevante indicador para processos geológicos da costa (Suguio, 2003; Ferreira-Junior, 2012; Neves, 2015). A consequência dessa formação, conforme aumentam esses terraços entremarés, é a diminuição desse impacto, já que a energia tende a dissipar, fazendo com que as ondas cheguem às águas rasas de maneira cada vez mais

branda, tornando a região de baixo hidrodinamismo, onde os sedimentos mais finos ficam depositados entre as reentrâncias do terraço (Suguio, 2003; Spurgeon *et al.*, 2003; Lowe *et al.*, 2005; Péquignet *et al.*, 2011; Ferreira-Junior, 2012; Neves, 2015; Ghiasian *et al.*, 2021). No entanto, as praias arenosas que compõe ambas as UCs são classificadas como dissipativas a intermediárias (Albino *et al.*, 2006; Albino & Suguio, 2011; Amaral *et al.*, 2016), mas devido à presença do terraço, considerado uma espécie de “restrição geológica”, segundo Jackson & Cooper (2009), esse ambiente torna-se extremamente vulnerável a eventos climáticos que podem aumentar consideravelmente a energia de ondas, levando ao domínio de areias médias a grossas na porção arenosa (RRDM, 2024).

3.2 COLETA E TRATAMENTO DA MEIOFAUNA

A coleta foi realizada através do Programa Primeiros Projetos (PPP/FAPES), sob concessão do Sistema de Autorização e Informação de Biodiversidade – SISBIO, número 64020-1, em Fev/2019, durante a maré baixa de sizígia. Em cada UC, foram traçados três transectos perpendiculares à linha d’água e medido a extensão do recife localizado no mesolitoral, sendo no REVIS de 88 metros e na APA, 54 metros. Essa medida foi dividida, de forma que a cada distancia definida e padronizada para cada praia, um quadrat (15 cm x 15 cm) foi lançado para raspagem das amostras (Fig. 2), totalizando 5 amostras por transecto e 15 amostras por UC.

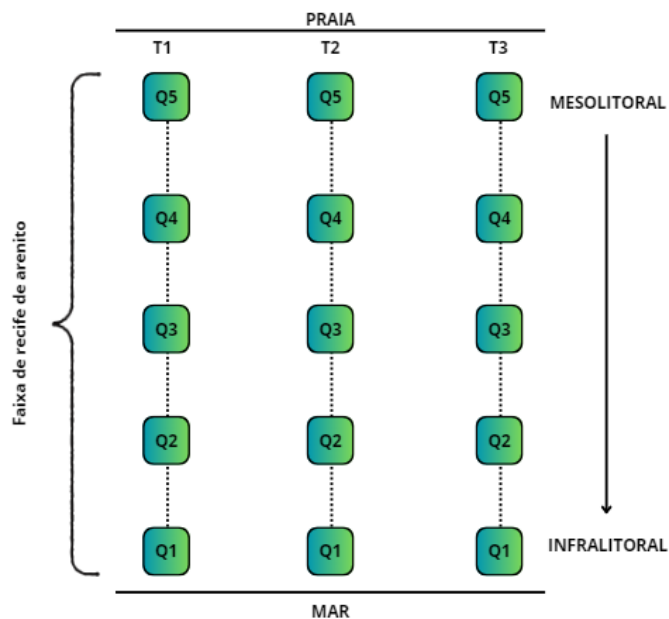


Figura 2: Desenho amostral referente aos transectos (T) e posição dos quadrats (Q) de cada amostra coletada.

O material foi retirado dos recifes lateríticos através de raspagens da área do quadrat com auxílio de formão, sendo essa a metodologia mais indicada para a coleta de amostras em substrato consolidado (Silva, 2012). Posteriormente, as amostras foram armazenadas em sacos plásticos devidamente etiquetados e fixadas em solução formalina (10%).

Em laboratório, o material foi lavado sobre um jogo de peneiras, afim de separar os organismos do sedimento, uma com malha de 500 mm para retenção da macrofauna e a segunda de 0,063 mm, para retenção da meiofauna, foco deste estudo. Devido à alta quantidade de sedimento, as amostras foram submetidas a uma solução de açúcar com densidade de 1,14g/ml (Esteves *et al.*, 1995), sendo a amostra despejada na peneira de 0,063 mm novamente em três intervalos de 25 minutos cada. Esse processo de flotação faz com que os organismos fiquem na coluna d'água e sejam separados do sedimento, que tendem a decantar no fundo do Becker. Posteriormente, o material sobrenadante foi fixado novamente, dessa vez em solução formalina a 4% e coradas com corante rosa de bengala, para melhor visualização dos organismos meiofaunais. Após coradas, as amostras foram lavadas para retirada do formol e transferidas para uma placa de Dollfus onde foram devidamente triadas com o auxílio do estereomicroscópio. Os organismos encontrados foram quantificados, identificados em grandes grupos taxonômicos e armazenados em micro tubos graduados de 2ml com álcool a 99%. Após a identificação, os organismos foram tombados na Coleção Zoológica Norte Capixaba (CZNC).

3.3 ANÁLISES ESTATÍSTICAS

Como descritores univariados da meiofauna, foram utilizados os valores de riqueza (nº de táxons - S), diversidade (índice de Shannon-Wiener - H' em Log2) e abundância (nº de organismos). Para verificar possíveis variações dos descritores da meiofauna entre as UCs foi aplicado a análise de variância (ANOVA) através de modelos lineares generalizados (GLMs, Warton *et al.*, 2016). Todos os modelos foram submetidos a uma análise de resíduos para verificar a adequação antes de rodados. A cada caso, os modelos foram corrigidos com sub ou sobre-dispersões quando necessário (Warton *et al.*, 2016). Para resultados significativos ($p < 0,05$) foi aplicado testes de contrastes para visualização

dos resultados, através do pacote “Emmeans”. Estes testes e modelos foram aplicados na plataforma R (R Development Core Team 2018) versão 3.6.1.

Para as análises multivariadas, foram empregadas matrizes de similaridade de Bray-Curtis e, posteriormente, foram utilizadas análises de escalonamento multidimensional não-métrico (nMDS), análise de similaridade ANOSIM, para detectar diferenças na estrutura multivariada da meiofauna entre as UCs (Clarke, 1993), e análise de classificação (SIMPER), para observar os principais grupos responsáveis pelas diferenças detectadas (Clarke e Warwick, 2001; Anderson *et al.*, 2008). Estes testes foram aplicados na plataforma Primer 7.

4. RESULTADOS

Ao todo foram encontrados 244.620 indivíduos, distribuídos em 18 táxons, sendo Nematoda (91.032 inds.), Nauplius (67.692 inds.) e Copepoda (66.068 inds.) os mais abundantes, seguidos de Ostracoda (7.440 inds.), Polychaeta (5.056 inds.) e Platyhelminthes (2.436 inds.) (Fig. 3). Além desses grupos, Tardigrada, Amphipoda, Acari, Oligochaeta, Kinorhyncha, Cumacea, Isopoda, Gastrotricha, Tanaidacea e protoconchas de Bivalvia e Gastropoda também foram encontrados.

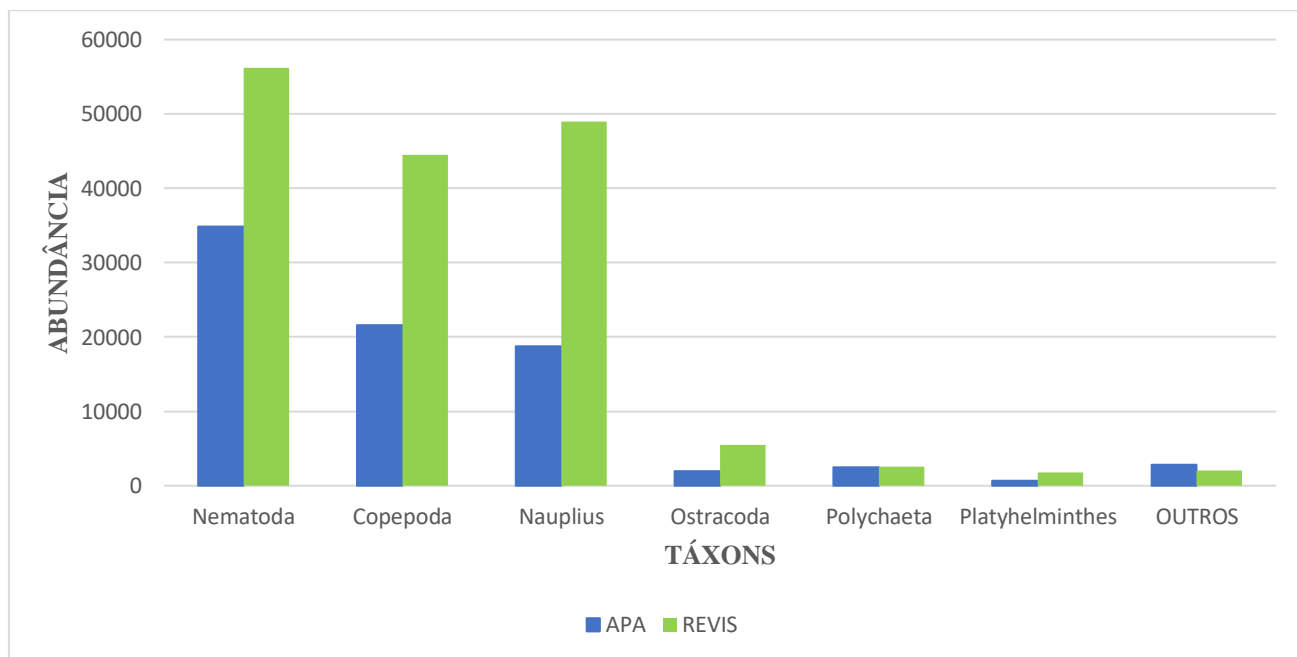


Figura 3: Abundância dos táxons da meiofauna nas Unidades de Conservação APA Costa das Algas e REVIS de Santa Cruz.

Na APA Costa das Algas foram encontrados 83.044 organismos de 16 grupos distintos, sendo os mais abundantes Nematoda (42%), Copepoda (26%) e Nauplius (23%). Já no REVIS de Santa Cruz, foram coletados o total de 161.576 organismos subdivididos em 17 grupos, tendo, respectivamente, Nematoda (35%), Nauplius (30%) e Copepoda (28%) como os mais abundantes, além dos moluscos terem sido encontrados exclusivamente nas amostras dessa praia (Tab. 1).

Tabela 1: Lista de táxons e abundância dos organismos da meiofauna encontrados nas Unidades de Conservação Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas e Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) de Santa Cruz.

	APA	REVIS	Nº total org./táxon
FILO ANNELIDA			
Classe Polychaeta	2484	2572	5056
Classe Clitellata			
Subclasse Oligochaeta	308	316	624
FILO ARTHROPODA			
Classe Copepoda	21588	44480	66068
Classe Arachnida			
Subclasse Acari	360	676	1036
Classe Malacostraca			
Ordem Amphipoda	752	368	1120
Ordem Cumacea	60	96	156
Ordem Isopoda	20	48	68
Ordem Tanaidacea	8	16	24
Nauplius	18716	48976	67692
Classe Ostracoda	1968	5472	7440
FILO GASTROTRICHA			
	4	48	52
FILO KINORHYNCHA			
	228	132	360
FILO MOLLUSCA			
Classe Bivalvia	0	4	4
Classe Gastropoda	0	64	64
FILO NEMATODA			
	34852	56180	91032

FILO			
PLATYHELMINTHES	628	1808	2436
FILO TARDIGRADA	1064	320	1384
Não identificado	4	0	4
Nº total de org./UC		83044	161576
TOTAL			244620

Com relação às análises estatísticas, a análise de variância não mostrou resultados significativos ($p > 0,05$) na riqueza e diversidade (H) entre as Unidades de Conservação. Já a abundância foi significativamente maior no REVIS de Santa Cruz ($p < 0,05$) (Fig. 4).

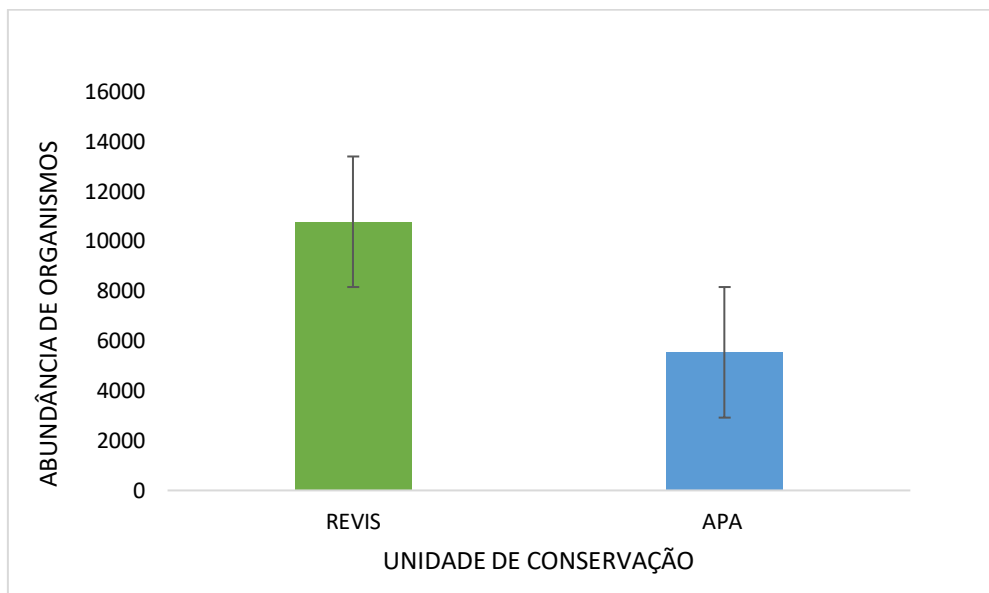


Figura 4: Abundância de organismos da meiofauna entre as Unidades de Conservação REVIS de Santa Cruz e APA Costa das Algas. Barras indicam erro padrão.

As análises multivariadas ANOSIM mostraram diferenças significativas ($p < 0,05$) da comunidade meiofaunal entre as Unidades de Conservação (Tab. 3). O nMDS apontou diferenças na distribuição das amostras, estando as do REVIS mais dispersas que as da APA. Na APA as amostras estavam mais próximas, sugerindo menores diferenças entre elas (Fig. 5). O ANOSIM também demonstrou desigualdades entre as amostras das UCs ($p < 0,05$), com o R Global consideravelmente baixo (Tab. 2). Com isso, é possível aferir

que a abundância de organismos entre as UCs é o principal fator responsável pela diferença na estruturação da comunidade da meiofauna. O SIMPER identificou dissimilaridade na estrutura da meiofauna entre as UCs e indicou que as diferenças, principalmente, na abundância de Nematoda, náuplius, Copepoda e Ostracoda contribuíram em mais de 90% para essa variação.

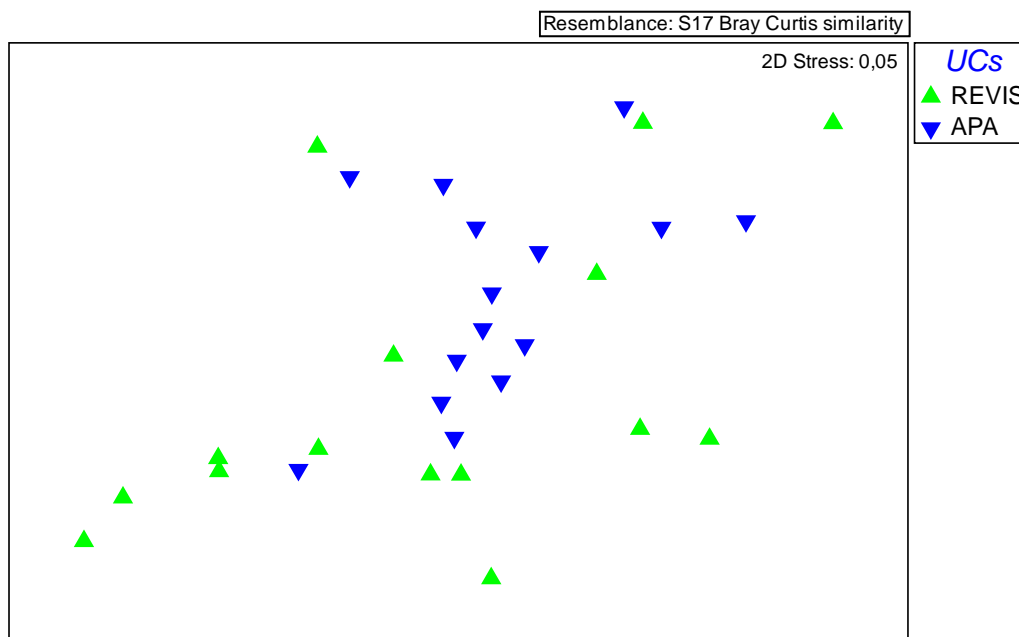


Figura 5: Análise de ordenação (nMDS) da meiofauna bentônica entre as Unidades de Conservação Refúgio de Vida Silvestre (REVIS) de Santa Cruz e Área de Proteção Ambiental (APA) Costa das Algas.

Tabela 2: Resultados das análises multivariadas ANOSIM e SIMPER aferindo a significância e dissimilaridades entre as amostras das Unidades de Conservação APA Costa das Algas e REVIS de Santa Cruz. *valores significativos ($p < 0,05$).

ANOSIM			SIMPER				
Fator	R global	<i>p</i>	Average dissimilarity (%)	Species	Av. Abund (APA)	Av. Abund (REVIS)	Cum. %
<u>APA x REVIS</u>	0,137	0,017*	49,52	Nematoda	2323,47	3745,33	36,06
				Nauplius	1247,73	3265,07	63,61
				Copepoda	1439,2	2965,33	89,96
				Ostracoda	131,2	364,8	93,14

5. DISCUSSÃO

A alta complexidade dos recifes de arenito das áreas estudadas favorece a ocorrência dos diversos grupos da meiofauna encontrados nesse estudo. Existe uma correlação entre o aumento da complexidade do habitat e o aumento da diversidade de organismos, que se dá devido ao fato de que ambientes mais complexos elevam o número de espaços passíveis de ocupação, além de reduzir a predação e aumentar a disponibilidade de recursos nutricionais (Hicks, 1980). Esse padrão foi observado em trabalhos que comparavam a riqueza de organismos no sedimento e outros substratos como algas (Veiga *et al.*, 2016), recifes biológicos (Ataide *et al.*, 2014; Ape *et al.*, 2018) e, inclusive, na mesma APA amostrada no presente trabalho, em rodolitos (Neves & Costa, 2022), sendo, neste último, encontrados 12 grupos meiofaunais no sedimento e 16 nas algas calcárias, dos quais 11 foram similares aos mencionados aqui.

O nosso resultado mostrou um claro predomínio de Nematoda, seguidos de Copepoda, táxons esses que geralmente apresentam dominância na composição da meiofauna de recifes (Maioli, 2009; Ataide, 2012; Silva, 2012; Neves & Costa, 2022), sendo, inclusive, os mais abundantes em qualquer ambiente marinho (Coull, 1985; Rodriguez *et al.*, 2001; Grove *et al.*, 2006; Giere, 2009; Semprucci *et al.*, 2018). Em Neves & Costa (2022) foi relatado o domínio de Copepoda nas amostras de rodolitos da APA Costa das Algas, diferente do encontrado nesse estudo, onde Nematoda foi o táxon mais abundante no recife de arenito em ambas as UCs.

Em relação aos copépodos, a preferência desses organismos por substrato consolidado, ou compostos por fragmentos/grãos grossos, como o formado pelo material bioclástico, como observado por Alldredge & King (1977). Isso acontece porque substratos e sedimentos mais grossos permitem a melhor oxigenação do sedimento, favorecendo altas densidades destes organismos (De Troch *et al.*, 2008; Giere, 2009; Bulnes *et al.*, 2021). Além disso, os copépodos costumam ser muito abundantes dado ao esforço contínuo de constantes períodos reprodutivos e ao rápido ciclo de vida deles (Hicks, 1985; Higgins & Thiel, 1988). Apesar de ser um ambiente que favorece a dominância de Copepoda, a maior abundância de Nematoda, nesse estudo, possivelmente ocorreu devido à complexidade do ambiente que forma distintos microhabitats, com diferentes fontes alimentares e tipos de substratos (sedimentos finos, grossos, algas, bancos de cracas, mexilhões e ostras) depositados nas reentrâncias do recife. De maneira geral, estes organismos podem atingir cerca de 90% da abundância total de uma área

(Giere, 2009). O elevado número de estratégias alimentares e estruturas corporais encontrados nos Nematoda, permitem se adaptar a diferentes locais onde exista, inclusive, muita matéria orgânica (Moreno *et al.*, 2008; Sahoo *et al.*, 2013; Quist *et al.*, 2019) ou oxigênio limitado (McLachlan & Brown, 2006), o que pode ser vantajoso visto que os recifes encontram-se expostos durante a maré baixa. Além disso, são extremamente tolerantes à estressores ambientais como alta salinidade e baixa umidade (Heip *et al.*, 1985).

Kinorhyncha e Tardigrada foram os únicos táxons com maior abundância na APA Costa das Algas. Por ser uma UC de amortização para o REVIS, a APA é um ambiente mais sujeito a perturbação antrópica. Além disso, a proximidade da praia onde foi realizada a coleta à área urbana e, ao lado de uma rodovia, favorece a proximidade à área de descarte de esgoto do município, aumentando o aporte de matéria orgânica no ambiente, o que pode ser visto dada a quantidade de sedimento fino sobre o recife durante a coleta (observação pessoal). Possivelmente, a presença e sucesso desses organismos nessa área se deve à presença dessas partículas finas, já que ambos os organismos se alimentam de bactérias, diatomáceas e matéria orgânica, que são essenciais para a sobrevivência e reprodução desses invertebrados (Giere, 2009; Dal Zotto *et al.*, 2016; Garraffoni *et al.*, 2024).

As diferenças encontradas pelas análises estatísticas entre as unidades de conservação se deram devido à variação na quantidade de Nematoda, copépodos e náuplios. Considerando que as áreas possuem diferentes níveis de proteção, o maior número de organismos, como encontrado no REVIS, pode ser associado ao nível de conservação do ambiente (Sandulli & De Nicola, 1991; Frascetti *et al.*, 2006; Sarmiento *et al.*, 2013; Bezerra, 2022). O REVIS de Santa Cruz, por ser uma área de proteção integral, mais isolada e, conseqüentemente, mais preservada, favoreceu o estabelecimento de um número maior de organismos, além dos indivíduos se distribuírem de forma mais heterogênea no recife (sugerido pelo nMDS com o maior distanciamento dessas amostras). Por outro lado, o baixo número de organismos e a aparente distribuição mais homogênea na APA Costa das Algas, parece indicar um distúrbio no ambiente, o que até é esperado em se tratando de uma área de amortecimento (Costa *et al.*, 2007). Considerando que a APA já sofre com diferentes interferências da presença humana, como a extração de conchas, peixes ornamentais, fauna marinha, aporte de esgoto, abandono do lixo e presença de espécies exóticas invasoras (ICMBio, 2023), não é

surpreendente que a meiofauna tenha respondido de alguma maneira. Possivelmente a maior disponibilidade de matéria orgânica, maior sedimentação de partículas finas (observação pessoal), assim como o pisoteamento do recife pode estar causando a redução dos indivíduos da meiofauna no local. Sarmiento *et al.* (2013) demonstraram que a presença da meiofauna em áreas afetadas devido à ação antrópica é possível devido à alta capacidade de resiliência desses organismos, mesmo que em densidades menores quando comparadas a áreas menos impactadas.

Porém, vale ressaltar, que para uma resposta mais efetiva da estrutura da comunidade que compõem a meiofauna entre essas UCs, é interessante que a meiofauna seja examinada a categorias taxonômicas mais baixas, como gêneros ou espécie, como sugerido por Somerfield *et al.* (2003) e Alves *et al.* (2013), mesmo que ocorra apenas com algum grupo, como a nematofauna. Dessa forma, o maior detalhamento taxonômico poderia também mostrar uma diferença na riqueza e diversidade entre as Unidades de Conservação, o que não foi possível com a identificação em maiores grupos. Esses resultados tornariam ainda possível compreender os distintos hábitos desses organismos e identificar sua distribuição conforme outras características dos ambientes que ocupam. O que impossibilitou essa identificação para esse estudo foram a imensa quantidade de organismos, a qualidade do material após o processo de raspagem e o curto tempo para as análises laboratoriais.

6. CONCLUSÃO

De modo geral, as principais diferenças detectadas entre os recifes de arenitos das Unidades de Conservação foram decorrentes da maior abundância de organismos e maior heterogeneidade amostral encontrada no REVIS de Santa Cruz. Por outro lado, os menores valores de abundância registrados nos recifes da APA Costa das Algas podem ser consequência dos diferentes impactos que ameaçam a região, que pode levar, entre outras coisas, a uma redução de organismos através do soterramento por partículas finas ou por deixar o ambiente mais uniforme, reduzindo a oferta de diferentes micro habitats. Pretendemos, no entanto, ressaltar a importância das áreas de conservação, já que em ambas foram registrados um grande número de grupos meiofaunais, cumprindo, assim, com seus respectivos propósitos de preservação. Este trabalho ainda evidencia a necessidade de mais estudos sobre a meiofauna desses ambientes, para que essas também sejam incluídas no plano de manejo publicado. Com as informações obtidas, esperamos

contribuir para estudos futuros sobre a biodiversidade e conservação em ambas Unidades de Conservação marinha capixaba.

7. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

ALBINO, J. (1999). Processos de sedimentação atual e morfodinâmica das praias de Bicanga a Povoação, ES. Programa de Pós-Graduação em Geologia Sedimentar, Universidade de São Paulo, Tese de Doutorado.

ALBINO, J.; GIRARDI, G.; NASCIMENTO, K. D. (2006) Erosão e progradação do litoral do Espírito Santo. *In* Erosão e progradação do litoral do Brasil (D. Muehe, ed.). Ministério do Meio Ambiente, Brasília, 227-264.

ALBINO, J.; & SUGUIO K. (1999) Distribuição, composição e granulometria das areias bioclásticas da plataforma continental interna adjacente ao litoral centro-norte do Espírito Santo. Anais em CD do VII Congresso da Associação Brasileira de Estudos do Quaternário e Reunião sobre o Quaternário da América do Sul. Porto Seguro – BA.

ALBINO, J., & SUGUIO, K. (2011). The influence of sediment grain size and composition on the morphodynamic state of mixed siliciclastic and bioclastic sand beaches in Espírito Santo State, Brazil. *Revista Brasileira de Geomorfologia*, 12(2).

ALLDREDGE, A. L., & KING, J. M. (1977). Distribution, abundance, and substrate preferences of demersal reef zooplankton at Lizard Island Lagoon, Great Barrier Reef. *Marine biology*, 41, 317-333.

ALVES, A. S., ADÃO, H., FERRERO, T. J., MARQUES, J. C., COSTA, M. J., & PATRÍCIO, J. (2013). Benthic meiofauna as indicator of ecological changes in estuarine ecosystems: The use of nematodes in ecological quality assessment. *Ecological Indicators*, 24, 462-475.

AMARAL, A. C. Z., CORTE, G. N., ROSA-FILHO, J. S., DENADAI, M. R., COLLING, L. A., BORZONE, C. A., VELOSO, V., OMENA, E. P., ZALMON, I. R., ROCHA-BARREIRA, C. A., SOUZA, J. R. B., ROSA, L. C. & ALMEIDA, T. C. M. (2016). Brazilian sandy beaches: characteristics, ecosystem services, impacts, knowledge and priorities. *Brazilian Journal of Oceanography*, 64(spe2), 5-16.

ANDERSON, M. J., GORLEY, R. N., & CLARKE, R. K. (2008). Permanova+ for Primer: Guide to software and statistical methods. Plymouth, UK: PRIMER-E Ltd.

APE, F., GRISTINA, M., CHEMELLO, R., SARÀ, G., & MIRTO, S. (2018). Meiofauna associated with vermetid reefs: the role of macroalgae in increasing habitat size and complexity. *Coral Reefs*, 37, 875-889.

ARTAZA-BARRIOS, O. H.; & SCHIAVETTI, A. (2007) Análise da efetividade do manejo de duas áreas de proteção ambiental do Litoral Sul da Bahia. *Revista de Gestão Costeira Integrada*, 7(2), 117-128.

ATAIDE, M. B. (2009). Caracterização do meiofauna associada aos recifes de *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta, Sabellariidae) da ilha de Algodal (Pará, Brasil) com ênfase aos nematoda. Graduation work. Universidade Federal do Pará, Belém, Brazil, 52 pp.

ATAIDE, M. B. (2012). Efeitos estruturadores de recifes arenosos do Polychaeta *Sabellaria wilsoni* na comunidade de Meiofauna e na associação de Nematoda (Master's thesis, Universidade Federal de Pernambuco).

ATAIDE, M. B., VENEKEY, V., FILHO, J. S. R., & DOS SANTOS, P. J. P. (2014). Sandy reefs of *Sabellaria wilsoni* (Polychaeta: Sabellariidae) as ecosystem engineers for meiofauna in the Amazon coastal region, Brazil. *Marine Biodiversity*, 44, 403-413.

BELL, S. S. (1985). Habitat complexity of polychaete tube-caps: influence of architecture on dynamics of a meioepibenthic assemblage. *Journal of Marine Research*, 43(3), 647-671.

BELÚCIO, L. F.; CARDOSO, D. N. B.; SOUZA, M. S.; BITTENCOURT, R. P.; GOES, E. (1999). Diagnóstico para avaliação e ações prioritárias da biodiversidade dos bentos marinho do Brasil. Belém, p. 54.

BEZERRA, P. D. S. (2022). Composição da nematofauna em uma praia urbana tropical impactada por efluentes de esgoto (Bachelor's thesis, Brasil).

BRASIL. Decreto n. 12647. (17 de junho de 2010). Dispõe sobre a criação da Área de Proteção Ambiental Costa das Algas, nos Municípios de Aracruz, Fundão e Serra, no Estado do Espírito Santo. Publicado no *Diário Oficial da União*.

BRASIL. Decreto n. 12648. (17 de junho de 2010). Dispõe sobre a criação do Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz, no Estado do Espírito Santo, e dá outras providências. Publicado no *Diário Oficial da União*.

BRASIL. Decreto n. 3747-N. (12 de setembro de 1994). Institui a área de Proteção Ambiental do Arquipélago das "Três Ilhas", Ilha de Fora, Ilha da Ponta e as áreas de entorno do Morro do Una, Palmeiras, Parque Estadual Paulo César vinha, denominada simplesmente APA das Três Ilhas, localizada entre a região nordeste do município de Guarapari e extremo sul do Município de Vila Velha. Vitória – ES. Publicado no DIO.

BRASIL. Lei n. 9985. (18 de julho de 2000). Regulamenta o art. 225, § 1º, incisos I, II, III e VII da Constituição Federal, institui o Sistema Nacional de Unidades de Conservação da Natureza e dá outras providências. Brasília, DF. Publicado no *Diário Oficial da União*.

BULNES, V. N., MENECELLA, A. G., RUCCI, K. A., & SCIBERRAS, M. (2021). The intertidal meiobenthos of the Bahía Blanca estuary. *The Bahía Blanca Estuary: Ecology and Biodiversity*, 153-178.

CHAGAS, L. P. (2014). Aplicação de indicadores socioambientais para gestão da atividade pesqueira praticada na Área de Proteção Ambiental Costa das Algas e Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz. Dissertação de Mestrado, Escola Nacional de Botânica Tropical, Instituto de Pesquisas Jardim Botânico do Rio de Janeiro.

CLARKE K. R. (1993) Non-parametric multivariate analyses of changes in community structure. *Aus. J. Ecol.* 18, 117–43.

CLARKE, K. R., & WARWICK, R. M. (2001). Change in marine communities. *An approach to statistical analysis and interpretation*, 2, 1-168.

COPPO, G. C., PEREIRA, A. P., NETTO, S. A., & BERNARDINO, A. F. (2024). Meiofauna at a tropical sandy beach in the SW Atlantic: the influence of seasonality on diversity. *PeerJ*, 12, e17727.

CORELL, R. W.; PRESTRUD, P.; & WELLER, G. (2004). International assessment enumerates climate change impacts across the Arctic. *Witness the Arctic*, 11(2), 1-3.

COSTA, N. M. C., COSTA, V. C., VALIM, C. B., DE SOUZA, A. C. C. C., & DE GOIS SALES, A. C. (2007). Significado e importância da zona de amortecimento de unidades de conservação urbanas: o exemplo do entorno das áreas legalmente protegidas da cidade do Rio de Janeiro. *Geo Uerj*, 1(17), 95-à.

COULL, B. C. (1988). Ecology of the marine meiofauna. In R. P. Higgins, & H. Thiel (Eds.), *Introduction to the study of meiofauna*. London: Smithsonian Institution Press. p. 18-38.

COULL, B. C. (1985). Long-term variability of estuarine meiobenthos: an 11 year study. *Marine ecology progress series. Oldendorf*, 24(3), 205-218.

DAL ZOTTO, M., SANTULLI, A., SIMONINI, R., & TODARO, M. A. (2016). Organic enrichment effects on a marine meiofauna community, with focus on Kinorhyncha. *Zoologischer Anzeiger-A Journal of Comparative Zoology*, 265, 127-140.

DANOVARO, R.; FRASCHETTI, S.; BELGRANO, A.; VINCX, M.; CURINI-GALLETTI, M.; ALBERTELLI, G.; & FABIANO, M. (1997). O impacto potencial da meiofauna no recrutamento de macrobentos em uma comunidade bentônica costeira subtidal do Mar da Ligúria (noroeste do Mediterrâneo): um resultado de campo. *Revisão da Literatura Oceanográfica*, 44 (2), 131-131.

DE TROCH, M., RAES, M., MUTHUMBI, A., GHEERARDYN, H., & VANREUSEL, A. (2008). Spatial diversity of nematode and copepod genera of the coral degradation zone along the Kenyan coast, including a test for the use of higher-taxon surrogacy. *African Journal of Marine Science*, 30(1), 25-33.

ESTEVEVES, A. M.; ABSALÃO, R. S.; SILVA, V. M. A. P. (1995). Padronização e avaliação da eficácia da técnica de flotação na extração da meiofauna em uma praia de areia grossa (Praia Vermelha, RJ). *Publicação Especial do Instituto Oceanográfico*, 11: 223-227.

FERREIRA-JÚNIOR, A. V. (2012). Ambientes de Formação, Processos de Cimentação de Arenitos de Praia e Indicadores de Variações do Nível do Mar. *Revista Brasileira de Geografia Física*, 4(5), 938-960.

FRASCHETTI, S., GAMBI, C., GIANGRANDE, A., MUSCO, L., TERLIZZI, A., & DANOVARO, R. (2006). Structural and functional response of meiofauna rocky assemblages to sewage pollution. *Marine Pollution Bulletin*, 52(5), 540-548.

GARRAFFONI, A. R., CAMPOS, A., MINOWA, A. K., SANTOS, É., MOURA, M., BARROS, R. C. D., & ARAÚJO, T. Q. (2024). Expanding the taxonomic catalog of Brazilian meiofauna: diversity and distribution of the neglected phyla Tardigrada, Gastrotricha, and Kinorhyncha. *Zoologia (Curitiba)*, 41, e23060.

GHIASIAN, M., CARRICK, J., RHODE-BARBARIGOS, L., HAUS, B., BAKER, A. C., & LIRMAN, D. (2021). Dissipation of wave energy by a hybrid artificial reef in a wave simulator: implications for coastal resilience and shoreline protection. *Limnology and Oceanography: Methods*, 19(1), 1-7. DOI: <https://doi.org/10.1002/lom3.10400>

GIERE, O. (2009). Meiobenthology: the microscopic fauna in aquatic sediments. *SpringerVerlag*, Berlin.

GROVE, S. L., PROBERT, P. K., BERKENBUSCH, K., & NODDER, S. D. (2006). Distribution of bathyal meiofauna in the region of the Subtropical Front, Chatham Rise, south-west Pacific. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 330(1), 342-355.

HEIP, C., VINCX, M., & VRANKEN, G. (1985). *The ecology of marine nematodes* (pp. 399-489).

HICKS, G. R. (1980). Structure of phytal harpacticoid copepod assemblages and the influence of habitat complexity and turbidity. *Journal of experimental marine Biology and Ecology*, 44(2), 157-192.

HICKS, G. R. F. (1985). Meiofauna associated with rocky shore algae. Moore PG, Seed R (eds) *The ecology of rocky coasts*. *Hodder and Stoughton*, London, 36-56.

HIGGINS P.R. & THIEL H. (1988) Introduction to the study of meiofauna. *Smithsonian Institution Press*; Washington DC: p. 488.

ICMBio: Instituto Chico Mendes. (2023). Plano de Manejo (livro eletrônico): Refúgio de Vida Silvestre de Santa Cruz, Área de Proteção Ambiental Costa das Algas. 1. Ed, Brasília

JACKSON, D. W. T., & COOPER, J. A. G. (2009). Geological control on beach form: accommodation space and contemporary dynamics. *Journal of Coastal Research*, 69-72.

LOWE, RJ, FALTER, JL, BANDET, MD, PAWLAK, G., ATKINSON, MJ, MONISMITH, SG, & KOSEFF, JR. (2005). Spectral wave dissipation over a barrier reef. *Journal of Geophysical Research: Oceans*, 110(C4). DOI: <https://doi.org/10.1029/2004JC002711>.

MAIOLI, D. G. (2009). Composição e abundância da meiofauna bentônica de rodolitos e sedimentos depositados nos recifes de corais lateríticos de Santa Cruz, Aracruz-ES. Vitória. Monografia (Bacharelado em Oceanografia e Ecologia), Universidade Federal do Espírito Santo. 43p.

MARANHÃO, G. M. B. (2003). Distribuição espaço-temporal da meiofauna e da nematofauna no ecossistema recifal de Porto de Galinhas, Ipojuca, Pernambuco, Brasil. <https://repositorio.ufpe.br/handle/123456789/8673>

MCLACHLAN, A., & BROWN, A. C. (2006). The ecology of sandy shores. *Academic Press*. 387 pp.

MMA - MINISTÉRIO DO MEIO AMBIENTE. (2010). Panorama da Biodiversidade Global 3. Secretariado da Convenção de Diversidade Biológica – CDB. Brasília: MMA. 94 p. <https://www.cbd.int/doc/publications/gbo/gbo3-final-pt.pdf>. Acesso em: 02/09/2024.

MORENO, M., VEZZULLI, L., MARIN, V., LACONI, P., ALBERTELLI, G., & FABIANO, M. (2008). The use of meiofauna diversity as an indicator of pollution in harbours. *ICES Journal of Marine Science*, 65(8), 1428-1435.

NETTO, S. A.; WARWICK, R. M.; ATTRILL, M. J. (1999). Meiobenthic and macrobenthic community structure in carbonate sediments of Rocas Atoll (North-east, Brazil). *Estuarine, Coastal and Shelf Science*, v. 48, n. 1, p. 39-50. DOI: <https://doi.org/10.1006/ecss.1998.0398>.

NEVES, S. B. (2015). Estrutura da fauna bentônica de rodolitos e sedimento depositados nos recifes lateríticos na Área de Proteção Ambiental Costa das Algas,

Aracruz-ES (Doctoral dissertation, Dissertação de Mestrado. Universidade Federal do Espírito Santo, Centro Universitário Norte do Espírito Santo. 77 f.: il).

NEVES, S. B., & COSTA, K. G. (2022). Diversity of benthic fauna of rhodoliths and sediments deposited on sandstone reefs in Southeast Brazil. *Ocean and Coastal Research*, 70, e22010. DOI: <https://doi.org/10.1590/2675-2824070.21029sbn>.

NYBAKKEN, J. W.; BERTNESS, M. D. (2005). Marine biology. An ecological approach, 6th edn. Pearson Benjamin-Cummings, San Francisco, CA.

PÉQUIGNET, AC, BECKER, JM, MERRIFIELD, MA E BOC, SJ (2011). A dissipação da energia das ondas do vento através de um recife em Ipan, Guam. *Recifes de Coral*, 30, 71-82.

PEREIRA, T. J., GINGOLD, R., VILLEGAS, A. D. M., & ROCHA-OLIVARES, A. (2018). Patterns of spatial variation of meiofauna in sandy beaches of northwestern Mexico with contrasting levels of disturbance. *Thalassas: An International Journal of Marine Sciences*, 34, 53-63.

POSEY, M.; LINDBERG, W.; ALPHIN, T.; & VOSE, F. (1996). Influence of storm disturbance on an offshore benthic community. *Bulletin of marine Science*. 59(3), 523-529.

QUIST, C. W., GORT, G., MOOIJMAN, P., BRUS, D. J., VAN DEN ELSEN, S., KOSTENKO, O., ... & HELDER, J. (2019). Spatial distribution of soil nematodes relates to soil organic matter and life strategy. *Soil Biology and Biochemistry*, 136, 107542.

RODRIGUEZ, J. G., LOPEZ, J. E. S. Ú. S., & JARAMILLO, E. D. U. A. R. D. O. (2001). Community structure of the intertidal meiofauna along a gradient of morphodynamic sandy beach types in southern Chile. *Revista Chilena de Historia Natural*, 74(4), 885-897.

RRDM, Rede Rio Doce Mar. 2024. Relatório Anual do PMBA/Fest-RRDM – Ambiente Costeiro. RT-36C, Programa de Monitoramento da Biodiversidade Aquática, Fundação Espírito-santense de Tecnologia. 306 pag. Disponível em: <https://flacso.org.br/projetos/gerenciador-cif-camaras-tecnicas/>. Acesso em: 02/09/2024

SAHOO, G., SUCHIANG, S. R., & ANSARI, Z. A. (2013). Meiofauna-Mangrove interaction: a pilot study from a tropical mangrove habitat.

SANDULLI, R., & DE NICOLA, M. (1991). Responses of meiobenthic communities along a gradient of sewage pollution. *Marine Pollution Bulletin*, 22(9), 463-467.

SARMENTO, V. C., BARRETO, A. F., & SANTOS, P. J. (2013). Recovery of meiofauna following a short-term disturbance on coral reefs. *Biodiversity and conservation*, 22, 2645-2663.

SCHRATZBERGER, M.; & INGELS, J. (2018). Meiofauna matters: the roles of meiofauna in benthic ecosystems. *Journal of Experimental Marine Biology and Ecology*, 502, 12-25.

SEMPRUCCI, F., BALSAMO, M., APPOLLONI, L., & SANDULLI, R. (2018). (a). Assessment of ecological quality status along the Apulian coasts (eastern Mediterranean Sea) based on meiobenthic and nematode assemblages. *Marine Biodiversity*, 48, 105-115.

SEMPRUCCI, F., FRONTALINI, F., LOSI, V., DU CHÂTELET, E. A., CESARONI, L., SANDULLI, R., COCCIONI, R., & BALSAMO, M. (2018). (b). Biodiversity and distribution of the meiofaunal community in the reef slopes of the Maldivian archipelago (Indian Ocean). *Marine environmental research*, 139, 19-26.

SEMPRUCCI, F.; SBROCCA, C.; BALDELLI, G.; TRAMONTANA, M.; & BALSAMO, M. (2017). Is meiofauna a good bioindicator of artificial reef impact?. *Marine Biodiversity*, 47, 511-520.

SFORZA, R.; FERNANDES, L. F. L.; MAIA, L. P.; NASCIMENTO, M. C. P.; & GOBIRA, A. B. (2021). A criação das Unidades de Conservação APA Costa das Algas e RVS de Santa Cruz. *In: FERNANDES, L. F. L.; MAIA, L.; GASTÃO, F. G. da C (org.). Estudo detalhado do leito oceânico no interior do RVS de Santa Cruz, APA Costa das Algas e Entorno Imediato de 2000m. Ponta Grossa – PR: Atena. p. 1-6. DOI: <http://doi.org/10.22533/at.ed.9852105211>*

SILVA, K. P. B. D. (2012). Diversidade e heterogeneidade espacial da meiofauna: com ênfase em Nematoda em ecossistemas recifais de Alagoas-Brasil.

SOMERFIELD, P. J., FONSECA-GENEVOIS, V. G., RODRIGUES, A. C. L., CASTRO, F. J. V., & SANTOS, G. A. P. (2003). Factors affecting meiofaunal community structure in the Pina Basin, an urbanized embayment on the coast of

Pernambuco, Brazil. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom*, 83(6), 1209-1213.

SPURGEON, D., DAVIS JR, R. A., & SHINNU, E. A. (2003). Formation of 'Beach Rock' at Siesta Key, Florida and its influence on barrier island development. *Marine Geology*, 200(1-4), 19-29. DOI: [https://doi.org/10.1016/S0025-3227\(03\)00162-2](https://doi.org/10.1016/S0025-3227(03)00162-2).

STEYAERT, M., GARNER, N., GANSBEKE, VAN D., VINCX, M. (1999). Nematode communities from the North Sea: environmental controls on species diversity and vertical distribution within sediment. *Journal of the Marine Biological Association of the United Kingdom* 79, 253-264. DOI:<https://doi.org/10.1017/S0025315498000289>.

SUGUIO, K. (2003). Tópicos de geociências para o desenvolvimento sustentável: as regiões litorâneas. *Geol. USP, Sér. didát.* [online]. vol.2, pp. 1-40. ISSN 1677-7549.

THOMÉ, J. A.; MARTINI, E. A. De; & JUNIOR, N. O. L. (2016). Avaliação Inicial dos Impactos da Pluma de Rejeitos da Samarco nos Ambientes Estuarino, Costeiros e Marinheiros. *s/l.* Disponível em: https://repositorio.icmbio.gov.br/bitstream/ceca/1691/1/2016_Avaliacao_inicial_dos_impactos_da_pluma_de_rejeitos.pdf. Acesso em: 02/09/2024

VEIGA, P., SOUSA-PINTO, I., & RUBAL, M. (2016). Meiofaunal assemblages associated with native and non-indigenous macroalgae. *Continental Shelf Research*, 123, 1-8.

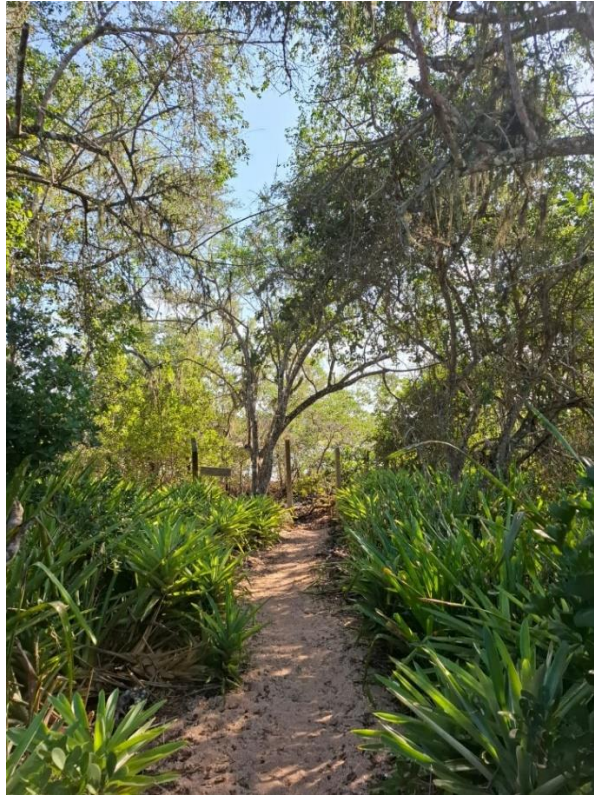
VIANA, M. G. (2013). Macrofauna de ambientes não consolidados adjacentes à recifes a Área De Proteção Ambiental os Recifes de Corais (Rio Grande Do Norte, Brasil). Tese de doutorado. Universidade Federal do Rio Grande do Norte.

VILLAÇA, R. (2009). Recifes Biológicos. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES, A. *Biologia marinha*. Rio de Janeiro: Interciência, 2ª edição p. 399-420.

WARTON, D. I., LYONS, M., STOKLOSA, J., & IVES, A. R. (2016). Three points to consider when choosing a LM or GLM test for count data. *Methods in Ecology and Evolution*, 7(8), 882-890.

APÊNDICE

8.1 Imagens Praia da Baleia (REVIS de Santa Cruz)



8.1.1: Trilha para acesso à Praia da Baleia por meio de vegetação de restinga.



8.1.2: Praia da Baleia circundada por vegetação e com presença de concreções lateríticas dando início a um novo terraço de abrasão.



8.1.3: Terraço de abrasão da Formação Barreiras na Praia da Baleia, associado a remanescentes de manguezal.



8.1.4: Terraço de abrasão da Formação Barreiras na Praia da Baleia exposto durante a maré baixa.

8.2 Imagens Praia Grande (APA Costa das Algas)



8.2.1: Praia Grande circundada por área urbana.



8.2.2: Área de coleta dentro da APA Costa das Algas diretamente ligada à uma rodovia.



8.2.3: Terraço de Abrasão dentro da APA Costa das Alas, onde é possível observar uma pessoa andando sobre o recife.



8.2.4: Acúmulo de partículas finas sobre o terraço de abrasão em Praia Grande.

Ciente em 03/10/24

Rosta