

UNIVERSIDADE FEDERAL RURAL DO RIO DE JANEIRO

INSTITUTO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS E DA SAÚDE

CURSO DE BACHARELADO EM CIÊNCIAS BIOLÓGICAS

ASSOCIAÇÕES ENTRE PEIXES E INVERTEBRADOS BENTÔNICOS E SUAS RELAÇÕES COM VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM AMBIENTES COSTEIROS RASOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Elaborado por

Fernanda silva de aguiar do prado

Orientador

francisco gerson araujo

Seropédica, 2018.

FERNANDA SILVA DE AGUIAR DO PRADO

ASSOCIAÇÕES ENTRE PEIXES E INVERTEBRADOS BENTÔNICOS E SUAS RELAÇÕES COM VARIÁVEIS AMBIENTAIS EM AMBIENTES COSTEIROS RASOS DO ESTADO DO RIO DE JANEIRO

Monografia apresentada como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas no Instituto de Ciências Biológicas e da Saúde da Universidade Federal Rural do Rio de Janeiro.

Orientador: Francisco Gerson Araújo

Co-orientadora: Rafaela de Sousa Gomes- Gonçalves.

Julho – 2018



**Dedicatória**

*Dedico este trabalho à minha mãe Juçara que, mesmo diante de tanta dificuldade, fez o impossível para que eu continuasse a estudar.*

**AGRADECIMENTOS**

Agradeço primeiramente a Deus ou a qualquer força superior existente que me auxiliou para chegar até aqui.

À minha família, principalmente minha mãe, Juçara, por não medir esforços em me ajudar sempre, por não desistir de mim e principalmente, por ser essa fortaleza, amiga e mãe batalhadora no qual me inspiro. Ao meu irmão Felipe, meu padrasto Paulo e minha cunhada Isabela pelo companheirismo, carinho e apoio em todas as minhas decisões. Dedico esse trabalho também a vocês.

Agradeço à minha namorada, companheira e amiga Ana Carolina. Com certeza eu não conseguiria chegar nem na metade sem você. Obrigada por ser essa pessoa maravilhosa, que me incentiva sempre a ser uma pessoa melhor, e principalmente, pela paciência e amor. A toda família Machado, obrigada pelo apoio e por me receber tão bem na família.

Agradeço ao meu orientador, Francisco Gerson Araújo, pela orientação no trabalho, pela oportunidade de trabalhar com uma equipe maravilhosa e além disso pelos importantes ensinamentos durante o desenvolvimento deste trabalho.

A minha co-orientadora Rafaela, por me mostrar a beleza dos invertebrados, por me ensinar tanto, pela dedicação e paciência comigo sempre.

Aos meus companheiros de laboratório e coletas, Taynara, Tailan, Gustavo Henrique, Denis, Gustavo, Wagner e Magda. Obrigada pelas risadas, lanchinhos e por me ajudarem tanto. Aprendi muito com cada um de vocês.

Ao Ricardo, muito obrigada pela ajuda e instrução na identificação dos Polychaetas. Foi de suma importância para a realização desse trabalho.

Agradeço aos meus amigos Biofísicos que a UFRJ me deu: Anderson, Carol, Gabi e Juliana. Mesmo de longe, sinto o carinho e preocupação comigo diariamente. Vocês são minha inspiração pessoal e profissional. Obrigada pelo apoio e por estarem comigo sempre.

Aos amigos ruralinos: Tami, Guilherme, Isaías, Alex, Luan, Raissa, Eduarda e outros que compartilharam comigo momentos de tensão, muitas risadas, choros e principalmente festinhas maravilhosas.

A minha família ruralina, Mateus e Diogo, que tenho o privilégio de ter por perto e que dividiram o mesmo teto que eu por muito tempo. Obrigada pela amizade e por compartilharem comigo momentos de tantas alegrias. Tenho vocês como meus irmãos!

Ao Rafael (*in memoriam*), um dos principais incentivadores pelo meu início na Biologia, por sempre ter confiado em mim e por principalmente ter mudado a minha vida. Agradeço sempre por você ter passado por ela, mesmo que tenha sido por um tempo curto. Nos encontramos por aí...

Muito obrigada a todos os meus professores até aqui. Que por muitas vezes não damos o devido valor, mas que possuem grande importância na vida de qualquer pessoa. Sem vocês nada disso teria acontecido. Obrigada!

**Resumo**

Ambientes marinhos costeiros, como praias arenosas, podem ser caracterizados dentre outros fatores pelo grau de exposição às ondas, que exercem grande importância no controle das características químicas e físicas das praias. As condições ambientais destes ambientes, por sua vez, influenciam na ocorrência e estabelecimento das comunidades bióticas. Assim, a caracterização ambiental e suas relações com grupos biológicos torna-se de grande importância para a compreensão do funcionamento do ecossistema. Neste estudo, além de caracterizar a ictiofauna e a comunidade bentônica de três sistemas costeiros no Estado do Rio de Janeiro, buscamos relacionar os padrões destas duas comunidades com as variáveis ambientais, bem como analisar as relações entre peixes e invertebrados bentônicos. Entre março/2014 e dezembro/2015, foram realizadas amostras trimestrais em 6 praias, sendo duas da Baía de Sepetiba (Itacuruçá e Muriqui), duas na Baia da Ilha Grande (São Gonçalo e São Gonçalinho) e duas em Praias Oceânicas (Recreio e Grumari), com 4 repetições em cada praia. Em cada amostra foram coletados dados de peixes, do sedimento e das variáveis ambientais. Nossos resultados mostraram que as Praias de Baías foram classificadas como *abrigadas*, enquanto que as Praias Oceânicas foram classificadas em *expostas*. A Baía de Sepetiba destacou-se por apresentar altos níveis de nutrientes no sedimento, enquanto a Baía da Ilha Grande apresentou baixa turbidez. A maior riqueza de espécies de peixes foi registrada na Baía de Sepetiba, enquanto que as Praias Oceânicas apresentaram maior abundancia numérica. Os invertebrados bentônicos apresentaram maior número de famílias e maior abundância na Baía de Sepetiba. Os invertebrados bentônicos foram mais associados a granulometria grosseira e baixos níveis de matéria orgânica. Observamos que as relações entre peixes e bentos não foram significativas, porém relações pontuais foram observadas. Por exemplo, as espécies de peixes *Trachinotus falcatus e Micropogonias funieri,* foram diretamente associados com a presença de poliquetas da família Saccocirridae e crustáceos da família Capitelidae, respectivamente, o que pode ocorrer devido a preferências por similares características ambientais ou por uma possível relação trófica entre esses dois grupos. Se faz necessário a realização de futuros trabalhos visando investigar melhor a relação entre esses dois grupos bióticos.

**Palavras-chave**: Praias arenosas, comunidade de peixes, fauna bentônica, biodiversidade.

**ABSTRACT**

Coastal marine environments, such as sandy beaches, can be characterized among other factors by the degree of wave exposure, which have great importance in controlling the chemical and physical characteristics of the beaches. The environmental conditions of these environments, in turn, influence the occurrence and settlement of biotic communities. Thus, environmental characterization and the description of relationship with biological groups becomes of great importance to understand the functioning of the ecosystem. In this study, beside to characterize the ichthyofauna and the benthic community of three coastal systems in the State of Rio de Janeiro, we sought to relate the patterns of these two communities in relation to the environmental variables, as well as to analysed the relationships between fish and benthic invertebrates. Quarterly samplings were carried out between March 2014 and December 2015, at 6 beaches, two in the Sepetiba Bay (Itacuruçá and Muriqui), two in the Ilha Grande Bay (São Gonçalo and São Gonçalinho) and two in unprotected oceanic beaches (Recreio and Grumari), with 4 replicates on each beach. Fish, sediment and environmental variables were collected at each sampling. Our results showed that the beaches in the Bays were classified as Sheltered, while the Oceanic Beaches were classified as Exposed. Sepetiba Bay had the high nutrients loads in the sediment, whereas Ilha Grande Bay had the lowest turbidity. The highest richness of fish species was recorded in the Sepetiba Bay, whereas the Oceanic Beaches had the highest numerical abundance. The benthic invertebrates had the highest number of families and greater abundance in the Sepetiba Bay. Benthic invertebrates were associated with coarse grain size and low levels of organic matter. We observed that the relationships between fish and benthic fauna were not significant, but some specific relationships were observed. For example, the fish species *Trachinotus falcatus* and *Micropogonias funieri* were directly associated with the presence of polychaetes of the family Saccocirridae and the crustaceans of the Capitelidae family, respectively. Which could be due to similar preference for environmental conditions or because of a possible trophic relationship between these two groups. It is necessary to carry out further studies to better investigate the relationship between these two biotic groups.

**Key words**: Sandy beaches, fish community, benthic fauna, biodiversity.

Sumário

[LISTA DE FIGURAS X](#_Toc517826191)

[LISTA DE TABELAS XI](#_Toc517826192)

[LISTA DE APÊNDICES XII](#_Toc517826193)

[1.Introdução 1](#_Toc517826194)

[2.Material e métodos 4](#_Toc517826195)

[2.1 – Área de estudo: 4](#_Toc517826196)

[2.2 – Programa de amostragem 5](#_Toc517826197)

[2.3 – Caracterização ambiental 5](#_Toc517826198)

[2.4 – Ictiofauna 7](#_Toc517826199)

[2.5 – Invertebrados bentônicos 8](#_Toc517826200)

[2.6 – Análise de dados 8](#_Toc517826201)

[3. Resultados e Discussão 9](#_Toc517826202)

[3.1 – Composição granulométrica 9](#_Toc517826203)

[3.2 – Variáveis físico-químicas e nutrientes 10](#_Toc517826204)

[3.3 – Caracterização da Ictiofauna e sua relação com variáveis ambientais 13](#_Toc517826205)

[3.4 – Caracterização da comunidade bentônica e sua relação com as variáveis ambientais: 18](#_Toc517826206)

[3.5 - Relação da ictiofauna com a comunidade de invertebrados bentônicos 23](#_Toc517826207)

[4. Conclusão 27](#_Toc517826208)

[5. Referências 33](#_Toc517826209)

# LISTA DE FIGURAS

**Figura 1**: Locais de coleta de invertebrados bentônicos e tomada de dados ambientais em praias costeiras do Rio de Janeiro entre 2014/2015: Praias oceânicas: 1 - Praia do recreio e 2 – Grumari;Baía de Sepetiba: 3 – Itacuruçá e 4 – Muriqui; Baía de Ilha Grande**:** 5 – São Gonçalinho e 6 – São Gonçalo.................................................................................. 5

**Figura 2**: Abundância absoluta da ictiofauna nos três sistemas costeiros. BIG: Baía da Ilha Grande, BS: Baía de Sepetiba e PO: Praias oceânicas............................................. 12

**Figura 3:** Análise de correspondência canônica mostrando a relação da ictiofauna com as variáveis ambientais em cada sistema. BIG, Baia da Ilha Grande; BS, Baía de Sepetiba; PO, praias oceânicas. S+A, silte + argila; AMF, areia muito fina; AF, areia fina; AM, areia média; AG, areia grossa; AMG, areia muito grossa; G, grânulo; OD, oxigênio dissolvido; Turb, turbidez; P, fósforo; Nit, nitrogênio; Sal, salinidade Código peixes, consultar apêndice 1........................................................................................................ 15

**Figura 4**: Abundância absoluta de Polychaeta e Crustáceos dos três sistemas costeiros. BIG, Baia da Ilha Grande; BS, Baía de Sepetiba; PO, praias oceânicas.......................... 17

**Figura 5**: Análise de Correspondência Canônica mostrando a relação entre a comunidade bentônica e variáveis ambientais. BIG, Baia da Ilha Grande; BS, Baía de Sepetiba; PO, praias oceânicas*.* S+A*,* silte + argila; AMF, areia muito fina; AF, areia fina; AM, areia média; AG, areia grossa; AMG, areia muito grossa; G, grânulo; OD, oxigênio dissolvido; Turb, turbidez; P, fósforo; Nit, nitrogênio; Sal, salinidade Código invertebrados bentônicos, consultar apêndice 2........................................................................................ 20

**Figura 6**: Hábito alimentar das espécies de peixes encontrados nos três sistemas costeiros. BIG, Baia da Ilha Grande; BS, Baía de Sepetiba; PO, praias oceânicas.......... 21

**Figura 7:** Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica. Relação dos invertebrados bentônicos em relação a ictiofauna de hábito alimentar bentônico. Código: peixes: consultar tabela apêndice 1; código bentos: consultar tabela Apêndice 2. BIG, Baia da Ilha Grande; BS, Baía de Sepetiba; PO, praias oceânicas...... 24

# LISTA DE TABELAS

**Tabela 1**. Critérios para a definição do grau de exposição de praias arenosas proposto por MCLACHLAN (1980)...................................................................................................... 6

**Tabela 2:** Classificação das praias quanto à sua granulometria e grau de exposição, de acordo com o somatório dos escores proposto por MCLACHLAN (1980). Código: DM= Diâmetro Médio................................................................................................................ 9

**Tabela 3.** Média e desvio padrão das variáveis ambientais e resultados de PERMANOVA para comparações entre sistemas costeiros...................................................................... 11

**Tabela 4**: Média e desvio padrão da abundância (N), número de espécies (S), e Diversidade de Shannon (H’) da ictiofauna de cada local amostrado................................ 12

**Tabela 5:** Famílias com maior contribuição em cada sistema costeiro, conforme análise do SIMPER. BIG, Baia da Ilha Grande; BS, Baía de Sepetiba; PO, praias oceânicas......13

**Tabela 6**: Média e desvio padrão da abundância (N), número de espécies (S), e Diversidade de Shannon (H’) da comunidade bentônica de cada local amostrado........... 17

**Tabela 7**: Famílias da comunidade bentônica com maior contribuição em cada sistema costeiro, conforme análise do SIMPER. BIG, Baia da Ilha Grande; BS, Baía de Sepetiba; PO, praias oceânicas....................................................................................................... 18

**Tabela 8**: Tabela da Análise de regressão múltipla de espécies de peixes que apresentaram correlação significativa com invertebrados bentônicos. P<0,05. Código: \*= relação confirmada pela ACC.......................................................................................... 22

# LISTA DE APÊNDICES

**Apêndice** 1: Tabela com as espécies de peixes, abundância, frequência de ocorrência e guilda trófica encontrados nos três sistemas costeiros estudados. GT: Guilda trófica; BIG: Baía da Ilha Grande, PO: Praias oceânicas. Legenda: BE: Bentívoro; PL: Planctívoro; OP: Oportunista; PI: Piscívoro, DE: Detritívoro; OV: Onívoro.............................................. 26

**Apêndice 2**: Abundância e frequência de ocorrência dos invertebrados bentônicos de praias arenosas do estado do Rio de Janeiro. PO: Praias oceânicas; BS: Baía de Sepetiba; BIG: Baía de Ilha Grande......................................................................................................... 29

# Introdução

Praias arenosas são ambientes costeiros altamente produtivos, sendo conhecidos como importantes habitats para muitos organismos marinhos, incluindo espécies de invertebrados e vertebrados (MCLACHLAN & DORVLO, 2005; MCLACHLAN & BROWN, 2006; NAKANE et al., 2013), fornecendo abundantes recursos alimentares e favorecendo a sobrevivência e crescimento das espécies. Devido à localização em zonas entre marés, esses ambientes constituem sistemas muito dinâmicos onde elementos básicos como areia, água e ventos interagem, resultando em processos deposicionais e hidrodinâmico complexo (BROWN & MCLACHLAN, 2006). Entretanto, estes sistemas costeiros estão entre os mais ameaçados, onde o aumento das atividades antrópicas nos últimos anos tem sido responsável por uma taxa crescente de perda de diversidade e mudanças na abundância das espécies, podendo ser acompanhada pela perda de importantes funções ecológicas (HUGHES et al., 2003; NOURISSON *et al.,* 2014, CARDOSO *et al.,* 2016). Diversas atividades antrópicas como o turismo, indústrias e pesca estão diretamente ou indiretamente associadas aos impactos nos ambientes costeiros (GUIDETTI *et al*., 2002; AZZURRO *et al.,* 2010).

Em geral dois tipos de praias arenosas têm sido definidos de acordo com o seu grau de exposição as ondas, i.e. praias oceânicas e praias dentro de sistemas costeiros semifechados. De acordo com MCLACHLAN (1980), a costa de praias arenosas pode ser classificada em duas situações distintas: abrigadas e expostas. Essa classificação está associada com o grau de exposição da praia em relação às ondas que atingem a costa. Ainda de acordo com MCLACHLAN (1980), as praias consideradas abrigadas são protegidas da ação direta das ondas por vários obstáculos naturais ou artificiais (ilhas, pontais, cordões litorâneos, quebra-mares, entre outros), tornando-a de baixa energia. As praias consideradas expostas, não são protegidas por nenhum tipo de obstáculo, tornando a costa mais exposta à ação das ondas, ou seja, possuem maior energia. Esses ambientes apresentam características distintas, como o tamanho do grão e quantidade de matéria orgânica no sedimento, promovendo diferentes limitações para o estabelecimento de algumas espécies. MCLACHLAN (1980) aborda também que o grau de exposição da praia exerce importância no controle das características físicas e químicas e que tais influências, tem relação direta com as comunidades bióticas.

Praias arenosas em sistemas costeiros semifechados, de forma geral, são caracterizados como abrigados e altamente produtivos, sustentando uma grande diversidade de organismos (NAGELKERKEN *et al,* 2001; RAY, 2005; VASCONCELOS *et al,* 2011). São ambientes com elevado valor de matéria orgânica e sedimentos com menores frações granulométricas, o que lhe confere organismos mais adaptados a essa dinâmica (MCLACHLAN & BROWN 2006). Praias oceânicas são sistemas costeiros que estão mais expostos a ação das ondas e possuem elevada instabilidade ambiental devido a variações energéticas inesperadas, desabrigando organismos bentônicos do sedimento e aumentando o risco de predação (GABEL *et al.,* 2011). A fauna desses ambientes tem recebido menor atenção quando comparado aos outros sistemas costeiros devido a constante ação das ondas, levando a grande dificuldade de amostragem e limitação na replicação de amostras (BARROS, 2000). Esses ambientes possuem um maior tamanho do grão, limitando organismos bentônicos e beneficiando espécies específicas adaptadas a esse tipo de sedimento (CARCEDO *et al.,* 2015).

A fauna bentônica de praias arenosas é composta por muitos filos de invertebrados, sendo crustáceos, moluscos e poliquetas os mais dominantes. A comunidade bentônica é fundamental no processo de bioturbação, no qual os nutrientes estocados no sedimento, são levados para a coluna d’água (WARD, 1992; JOSEFSON & RASMUSSEN, 2000). Assim, nutrientes são disponibilizados através da mistura da decomposição da matéria orgânica e material sedimentar (NIELSON *et al.*, 1996). Esse processo favorece principalmente os níveis tróficos superiores, sendo fonte para a produção primária na coluna d’água com a disponibilizaçãodesses nutrientes (HUMAN *et al*., 2015). A abundância de invertebrados bentônicos no ecossistema marinho pode ser afetada por alterações ambientais de origem antrópica. Por serem sensíveis a perturbações, são portanto, uma ferramenta útil para monitoramento de conservação (FISTAROL, 2015).

Espécies de peixes que habitam sistemas costeiros rasos, utilizam diversas estratégias associadas a alimentação, fuga de predadores e tolerâncias a variáveis físico-químicas. As variáveis físico-química parecem desempenhar importante papel na distribuição de peixes em praias arenosas, como a turbidez, que pode estar associada a abundância de recursos alimentares (WHITFIELD & ELLIOTT, 2002) e proporcionam proteção contra predadores (BLABER & BLABER, 1980). Em geral, comunidades de peixes são importantes componentes dentro de um ecossistema costeiro, sendo relevantes nos estudos de ecologia trófica associados aos invertebrados bentônicos.

A distribuição dos grupos taxonômicos em ecossistemas costeiros está relacionada a variáveis fisico-químicas desses ambientes, como por exemplo, a salinidade, temperatura e granulometria. Diversos autores já destacaram a salinidade e temperatura como sendo um importante fator na distribuição de peixes em diferentes sistemas costeiros (ARAÚJO *et al.,* 2002; BARLETTA *et al.,* 2005; ARAUJO *et al.* 2018), assim como diferenças na granulometria, afetam a comunidade bentônica local, sendo dominada por espécies adaptadas a esse ambiente (MCLACHLAN & BROWN, 2006; CARDOSO *et al.* 2012). NIANG *et al.* (2010), afirma que a ação de das ondas na costa influencia diretamente na composição e abundância de peixes, assim como foi observado também por CARDOSO *et al.,* (2012) em relação a comunidade bentônica.

Estudos de ecologia trófica relacionando o papel que os invertebrados bentônicos desempenham na cadeia trófica de peixes (por exemplo, GUEDES *et al.,* 2004) são de suma importância para avaliar possíveis modificações bióticas nas praias arenosas. Essas modificações podem interferir na abundância e diversidade de peixes nesses sistemas costeiros (DIAZ & SCHAFFNER, 1990). Apesar do número expressivo de pesquisas que buscam elucidar a ecologia trófica de muitas espécies de peixes (GUEDES & ARAÚJO, 2008; NIANG *et al.,* 2010; GABEL*,* *et al.*, 2011; VASCONCELLOS *et al.,*2018), poucos estudos avaliam as possíveis relações de dependência entre peixes e invertebrados bentônicos em praias arenosas.

A costa do Rio de Janeiro apresenta praias arenosas abrigadas e expostas, possuindo características ambientais específicas que propiciam um gradiente morfodinâmico de praias, influenciando diretamente na distribuição da fauna. Assim, esses sistemas são de grande importância não só para investigar relações bióticas, mas também para avaliar a distribuição dos grupos biológicos em sistemas com diferentes características ambientais. Com isso, o objetivo do presente trabalho foi caracterizar e avaliar a relação da ictiofauna e da comunidade de invertebrados bentônicos com variáveis físico-químicas e granulométricas em três diferentes sistemas costeiros na costa do Rio de Janeiro, sendo eles: Baía da Ilha Grande, Baía de Sepetiba e Praias oceânicas. Além de avaliar a relação interespecífica entre peixes e bentos desses sistemas.

# Material e métodos

## 2.1 – Área de estudo:

O presente trabalho foi realizado em diferentes sistemas costeiros na região Sul do Estado do Rio de Janeiro, incluindo dois grandes sistemas de baías (Ilha Grande e Sepetiba) e Praias Oceânicas desprotegidas (Figura 1).

A Baía de Ilha Grande está localizada no extremo sul do estado do Rio de Janeiro em uma região popularmente conhecida como Costa Verde. Possui uma área de aproximadamente 600 km2, livremente ligada ao Oceano Atlântico e não possui nenhuma entrada significativa de água doce, tornando-a um sistema oligotrófico (CREED *et al.*, 2007). Abriga as cidades de Paraty e Angra dos Reis e apresenta o sistema com maior número de unidades de conservação do Estado do Rio de Janeiro. Em contrapartida, possui uma série de atividades como turismo, estaleiros, usina nuclear e pesca industrial que aumentam gradativamente as ameaças a Baía e seus componentes (TEIXEIRA-NEVES, 2015).

Baía de Sepetiba está localizada na zona oeste do Estado do Rio de Janeiro, região Sudeste do Brasil e faz limite com Ilha da Marambaia e cidades as cidades de Itaguaí e Mangaratiba. Apresenta uma área de aproximadamente 450 km2, sendo caracterizada pela baixa ação de ondas devido a proteção da restinga, localizada a leste e terminando na Ilha de Marambaia, sugerindo uma praia de estrutura abrigada e um sistema rico em nutrientes. Estima-se que nas últimas décadas, a baía tenha sofrido grande impacto antrópico devido ao crescente desenvolvimento industrial e de efluentes trazidos da periferia e da baixada fluminense através de rios e canais, levando grande cargas de sedimento para a baía e causando grande sedimentação (AZEVEDO *et al.*, 2017).

As praias oceânicas estudadas se localizam na Zona oeste do Rio de Janeiro, a cerca de 50 Km do Centro. Estão localizadas em uma região exposta e com grande influência de ondas e próximas Baía de Sepetiba. As duas praias amostradas apresentam níveis de urbanização diferentes, tornando um ótimo modelo para comparação do impacto antrópico. Com a urbanização e a grande atividade de turismo nessas regiões, as praias oceânicas do Rio de Janeiro tem sofrido impactos de diferentes escalas.

## 2.2 – Programa de amostragem

Entre março/2014 e dezembro/2015, foram realizadas amostras trimestrais em seis praias, sendo duas na Baía de Sepetiba (Itacuruçá e Muriqui), duas na Baía da Ilha Grande (São Gonçalo e São Gonçalinho) e duas em Praias Oceânicas desprotegidas (Recreio e Grumari), com quatro repetições em cada praia, totalizando 192 amostras (6 praias, 8 meses em dois anos x 4 repetições). A fim de reduzir a influência da amplitude das marés, as amostragens foram realizadas durante o dia (entre 6 e 17 horas) e nas marés de quadratura.

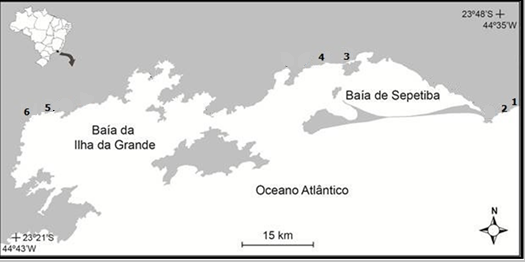
****

Figura 1: Locais de coleta de invertebrados bentônicos e tomada de dados ambientais em praias costeiras do Rio de Janeiro entre 2014/2015: **Praias oceânicas**: 1 - Praia do recreio e 2 – Grumari; **Baía de Sepetiba**: 3 – Itacuruçá e 4 – Muriqui; **Baía de Ilha Grande:** 5 – São Gonçalinho e 6 – São Gonçalo.

## 2.3 – Caracterização ambiental

As amostras de sedimento foram obtidas com o auxílio de um “corer” de PVC (10cm de diâmetro e 50 cm de comprimento), a 1,5metros de profundidade para análise granulométrica e concentração de nutrientes com três repetições em cada praia. Em laboratório, as amostras foram pesadas em uma balança de precisão (0.01 g) e retirados 150 g para análise dos nutrientes e 300 g para análises granulométricas através de técnicas de padrões de peneiramento (SUGUIO, 1973), com o auxílio do aparelho tamisador durante 15 minutos para cada amostra. Os parâmetros granulométricos foram calculados segundo FOLK & WARD (1957) e classificados de acordo com SHEPARD (1954). A análise dos dados foi feita com auxílio do programa SysGran 3.0 (CAMARGO, 2006). As análises da química dos sedimentos para investigação do teor de matéria orgânica (g/dm³), carbono (%), nitrogênio total (%) e fósforo (mg/dm³) foram realizadas no Centro de Análises Químicas na UFRRJ (*Campus* Campos dos Goytacazes).

Os parâmetros de temperatura da água (°C), salinidade, turbidez (NTU), oxigênio dissolvido (mg/L) e pH foram medidos em cada amostragem com o auxílio de um multisensor Horiba modelo U-23. A exposição às ondas foi estimada com base em observações realizadas durante as saídas de campo

O grau de exposição às ondas das praias estudadas, foi tomado segundo a metodologia de MCLACHLAN (1980) que estabeleceu critérios para definição do grau de exposição de praias com base no somatório dos scores e estabelecidos para cada parâmetro (Tabela 1). A partir dos resultados, foi definido o grau de exposição das praias da seguinte forma: 1-5: Muito abrigada; 5-10: Abrigada; 11-15: Exposta; 16-20: Muito exposta.

**Tabela 2**. Critérios para a definição do grau de exposição de praias arenosas proposto por MCLACHLAN (1980).

|  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| Parâmetros | Variação | | | | Score |
| Ação de ondas | Praticamente ausente | | | | 0 |
| Variável, levemente moderada, altura das ondas raramente supera 0,5m | | | | 1 |
| Contínua, moderada, altura das ondas raramente excedente a 1m. | | | | 2 |
| Contínua, extrema, altura das ondas nunca menor que 1,5m | | | | 3 |
| Largura da zona de arrebentação (aplicada apenas se a ação das ondas se enquadra em score superior a 1) | Muito larga, ondas quebrando primeiro na barra | | | | 0 |
| Moderada, ondas quebrando a 50-150m da costa | | | | 1 |
| Estreita, ondas quebram na praia | | | | 2 |
| Buracos produzidos pela macrofauna | Presentes | | | | 0 |
| Ausentes | | | | 1 |
| % de areia entre 62 - 125µm | >5% | | | | 0 |
| 1-5% | | | | 1 |
| <1% | | | | 2 |
| Profundidade de camadas de sedimento nas quais evidencia-se redução (cm) | 0-10 | | | | 0 |
| 10-25 | | | | 1 |
| 25-50 | | | | 2 |
| 50-80 | | | | 3 |
| >80 | | | | 4 |
| Diâmetro médio das partículas do sedimento: | Inclinação da zona intertidal (escores): | | | | |
|  | >10 | 10-15 | 15-25 | 25-50 | 50 |
| >710µm (ou > 0,50) | 5 | 6 | 7 | 7 | 7 |
| 500-710µm (ou 1,0 – 0,50) | 4 | 5 | 6 | 7 | 7 |
| 350-450µm (ou 1.50 – 1,00) | 3 | 4 | 5 | 6 | 7 |
| 250-350µm (ou 2,0 – 1,50) | 2 | 3 | 4 | 5 | 6 |
| 180-250µm (ou 2,50 – 2,0) | 1 | 2 | 3 | 4 | 5 |
| <180µm (ou >2,50) | 0 | 0 | 1 | 2 | 0 |

## 2.4 – Ictiofauna

A amostragem da ictiofauna foi feita através de arrastos de praia, na qual duas pessoas conduziram a rede de arrasto a uma profundidade máxima de 1.5 metros. Após isso, perpendicularmente a linha da costa, duas pessoas puxaram a rede com o auxílio de um cabo de 30 m em cada extremidade. Para definição da unidade amostral, foi estabelecido como o número total de peixes capturados a cada 300 m2 de área varrida pela rede arrasto (30 m de extensão x 10 m de abertura da boca da rede). Após a captura, os peixes foram fixados em solução de formalina a 10%. Em laboratório, foram utilizadas as chaves de identificação e diagnoses propostas por FIGUEREDO & MENEZES (1978, 1980 e 2000), para identificação e transferisos para liquido conservante (álcool a 70%). Para melhor análise da relação entre peixes e invertebrados bentônicos, os peixes foram classificados de acordo com seus hábitos alimentares (ARAÚJO *et.al.,* 2017).

## 2.5 – Invertebrados bentônicos

Em cada praia, foram feitas três réplicas de amostras dos sedimentos utilizando um “corer” de PVC (10cm de diâmetro e 50 cm de comprimento), delimitando uma área de 0,00785 m2 a 1,5 metros de profundidade da água e 15 cm de sedimento. Segundo BALLY (1983), os primeiros 15-20 cm do substrato possui a maior abundância de organismos bentônicos. Ainda em campo, os organismos foram fixados com formalina a 10% para posterior triagem em laboratório. Em laboratório, as amostras dos sedimentos foram inicialmente triadas com o auxílio de uma bandeja de plástico contendo água, no qual foram retirados os indivíduos de maior tamanho. O material foi peneirado em seguida e analisado em microscópio estereoscópico para triagem dos organismos menores e identificação a nível de família. De acordo com KILGOUR *et.al,* (1999), invertebrados bentônicos possuem uma melhor correlação com peixes quando identificados a nível de família, pois não possui diferença significativa quando identificados a nível de espécie. Os espécimes foram conservados em álcool a 70%.

## 2.6 – Análise de dados

Com o intuito de excluir os efeitos das diferenças entre as escalas de medições, os dados das variáveis ambientais foram transformados (log10 X+1) previamente às análises multivariadas. Comparações entre as variáveis ambientais, espécies de peixes e da comunidade bentônica dos três sistemas costeiros foram feitas utilizando a Análise Permutacional da Varância (PERMANOVA) sobre a matriz de distância Euclidiana (ANDERSON, 2001; MCARDLE & ANDERSON, 2001). Foi feita a descrição da estrutura de comunidades através dos descritores de abundância (Número de indivíduos, N), número de espécies (S) e diversidade de Shannon. Para identificar as espécies responsáveis pela similaridade dentro de cada sistema, foi feita a Análise de similaridade das porcentagens (SIMPER), utilizando os dados transformados pela raiz quarta para diminuir os efeitos das espécies mais abundantes (NEVES, 2013). Todas as análises descritas acima, foram feitas através do programa PRIMER 6 + PERMANOVA.

Para avaliar a Frequência de Ocorrência (FO) de cada táxon da ictiofauna e da comunidade bentônica, foi utilizada a fórmula: FO=Dx100/d, onde, D = Número de amostras onde o táxon foi encontrado; d = Número total de amostras. Para evitar distorções dos padrões, os táxons raros são removidos da análise de correspondência canônica (TER BRAAK, 1986). Assim, grupos taxonômicos que apareciam em pelo menos três amostras, foram utilizados na Análise de Correspondência Canônica (ACC) para a identificação da relação entre táxons (peixes ou invertebrados) e variáveis ambientais, e entre os dois grupos bióticos (peixe e bentos). Além disso, foram feitas regressões múltiplas passo a passo (*Stepwise Multiple Regression*) para avaliar a relação peixe/invertebrado. Os modelos que explicaram mais de 30% da variação dos dados foram considerados. Para avaliar a existência da correlação entre peixes e invertebrados bentônicos, foi utilizado o teste de Mantel com o auxílio do programa PC-ORD versão 4.41.

# 3 – Resultados e Discussão

## 3.1 – Composição granulométrica

Baía da Ilha Grande apresentou composição granulométrica classificada em areia grossa (São Gonçalinho) e areia média (São Gonçalo) e pouca ação de ondas. A Baía de Sepetiba apresentou características semelhante com a Baía de Ilha Grande com ambas as praias classificadas como abrigadas. A praia de Itacuruçá foi classificada como areia grossa, enquanto que Muriqui foi classificada como areia fina. As duas praias oceânicas analisadas (Grumari e Recreio) foram classificadas como expostas, apresentando ondas de moderadas a fortes e sedimentos classificados como areia média. (Tabela 2). A granulometria é um importante fator para a distribuição da fauna que utiliza o sedimento como habitat, podendo interferir indiretamente na alimentação dos peixes (BRAZEIRO, 2001), assim como a exposição de ondas observado por MCLACHLAN & DORVLO (2005), afetando a abundancia e riqueza de espécies de invertebrados marinhos.

**Tabela 2:** Classificação das praias quanto à sua granulometria e grau de exposição, de acordo com o somatório dos escores proposto por MCLACHLAN (1980). Código: DM= Diâmetro Médio.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sistemas costeiros** | **DM** | **Classificação** | **Escores** | **Classificação** |
| *Baía da Ilha Grande* |  |  |  |  |
| São Gonçalinho | 0.08 ± 0.64 | Areia grossa | 9.9 | Abrigada |
| São Gonçalo | 1.04 ± 1.11 | Areia média | 8.8 | Abrigada |
|  |  |  |  |  |
| *Baía de Sepetiba* |  |  |  |  |
| Itacuruça | 0.46 ± 1.18 | Areia grossa | 9.4 | Abrigada |
| Muriqui | 2.76 ± 1.4 | Areia fina | 6.4 | Abrigada |
|  |  |  |  |  |
| *Praias oceânicas* |  |  |  |  |
| Grumari | 1.68 ± 1.09 | Areia média | 12.8 | Exposta |
| Recreio | 1.64 ± 1.45 | Areia média | 11.1 | Exposta |

## 3.2 – Variáveis físico-químicas e nutrientes

Não foram detectadas variações significativas de pH entre os sistemas costeiros estudados. Praias oceânicas apresentaram maiores valores de salinidade comparado a Baía de Sepetiba e Baía da Ilha Grande, com este último sistema, apresentando o menor valor entre os três sistemas (Tabela 3). As praias oceânicas apresentaram também, maiores valores de oxigênio dissolvido quando comparado aos outros dois sistemas (Baía de Sepetiba e Baía da Ilha Grande), que não apresentaram diferenças significativas entre eles. Os altos valores de oxigênio dissolvido na água podem indicar uma melhor qualidade do ecossistema (SILVA & ADORNO, 2010), sendo inversamente proporcional a quantidade de matéria orgânica.

As maiores concentrações dos nutrientes examinados (P, C, N total e Matéria orgânica) foram encontrados na Baía de Sepetiba, principalmente em Muriqui (N=0.15% e MO=4.68g/dm³). Segundo QUEGE E SIQUEIRA (2005), grandes níveis de matéria orgânica podem estar relacionado com o despejo de efluentes de origem doméstica ou industrial. Assim como foi observado em Muriqui, uma praia com alto índice de urbanização. O grande despejo de rejeitos nas praias, consequente da grande urbanização local, pode também estar ligado a altos níveis de fósforo no ambiente, como observado, além da Baía de Sepetiba, também na Praia do Recreio (Praias oceânicas).

O resultado observado na Baía de Sepetiba é reflexo do alto impacto nessa região, com mais de 400 industrias lançando resíduos tóxicos na baía a mais de uma década, e impactando diretamente o ambiente marinho e indiretamente a população local (CABRINI *et al.,*2016). A crescente urbanização na Praia do Recreio pode ser a principal causadora do alto nível de fósforo nessa região quando comparado a Praia de Grumari, por exemplo, que é uma área de preservação ambiental e de difícil acesso de banhistas.

**Tabela 3.** Média e desvio padrão das variáveis ambientais e resultados de PERMANOVA para comparações entre sistemas costeiros.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sistemas costeiros** | **pH** | **Salinidade (ppt)** | **Temperatura (ºC)** | **Oxigênio (mg/L)** | **Turbidez (NTU)** | **P**  **(mg/dm³)** | **C**  **(%)** | **MO**  **(g/dm³)** | **N total**  **(%)** |
| *Praias Oceânicas* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Recreio | 8.47 ± 0.4 | 35.63 ± 2.9 | 22.89 ± 2.6 | 8.12 ± 1.3 | 13.90 ± 7.5 | 21.42 ± 6.12 | 0.17 ± 0.07 | 2.87 ± 1.24 | 0.1 ± 0.04 |
| Grumari | 8.49 ± 0.3 | 36.66 ± 2.4 | 22.68 ± 2.2 | 8.16 ± 1.1 | 17.03 ± 11.3 | 9.17 ± 2.73 | 0.2 ± 0.09 | 3.39 ± 1.63 | 0.11 ± 0.06 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Baía de Sepetiba* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| Itacuruçá | 8.37 ± 0.4 | 34.66 ± 0.6 | 23.92 ± 1.9 | 7.22 ± 1 | 22.10 ± 19.4 | 60.25 ± 35.39 | 0.21 ± 0.08 | 3.56 ± 1.31 | 0.12 ± 0.05 |
| Muriqui | 8.52 ± 0.32 | 33.66 ± 2 | 24.32 ± 2.2 | 7.81 ± 1.2 | 22.74 ± 24.5 | 23.17 ± 4.8 | 0.27 ± 0.08 | 4.68 ± 1.33 | 0.15 ± 0.06 |
|  |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Baía de Ilha Grande* |  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| São Gonçalinho | 8.61 ± 0.4 | 32.31 ± 5.8 | 26.77 ± 1.7 | 7.77 ± 1.5 | 15.52 ± 8.9 | 9.71 ± 3.89 | 0.19 ± 0.07 | 3.33 ± 1.18 | 0.11 ± 0.04 |
| São Gonçalo | 8.73 ± 0.4 | 28.44 ± 4.5 | 26.38 ± 1.4 | 7.95 ± 1.8 | 8.52 ± 3.4 | 9.58 ± 4.25 | 0.17 ± 0.06 | 2.93 ± 1.11 | 0.1 ± 0.03 |
| *Comparações (Pseudo-F; P)* | | | | | | | | | |
| Entre sistemas | 0.74; 0.49 | 38.73; 0.001 | 52.06; 0.001 | 5.88; 0.006 | 13.47; 0.001 | 58.27; 0.001 | 19.58; 0.001 | 19.68; 0.001 | 15.64; 0.001 |
| Comparações | - | PO>BS>BIG | BIG>BS>PO | PO>BIG,BS | BS>PO>BIG | BS>PO>BIG | BS>BIG,PO | BS>BIG,PO | BS>BIG,PO |

## 3.3 – Caracterização da Ictiofauna e sua relação com variáveis ambientais

Foram encontrados um total de 28.307 indivíduos distribuídos em 59 espécies nos três sistemas costeiros (Apêndice 1). O número de indivíduos (N), foi significativamente maior nas Praias oceânicas com 15.914 indivíduos distribuídos em 28 espécies quando comparado aos outros dois sistemas estudados. O segundo sistema com maior abundância foi a Baía de Sepetiba com 10.149 indivíduos em 42 espécies e o sistema com menor número de indivíduos foi a Baía da Ilha Grande com um total de 2.244 indivíduos distribuídos em 34 espécies (Figura 2). O maior número de espécies e consequentemente, maior diversidade, foi encontrada na Baía de Sepetiba. Já a Baía da Ilha Grande e Praias oceânicas apresentaram valores diferentes entre as praias estudadas, com São Gonçalo e Grumari com os maiores valores de espécies e diversidade (Tabela 4).

**Figura 2**: Abundância absoluta da ictiofauna nos três sistemas costeiros. BIG: Baía da Ilha Grande, BS: Baía de Sepetiba e PO: Praias oceânicas

**Tabela 4**: Média e desvio padrão da abundância (N), número de espécies (S), e Diversidade de Shanon (H’) da ictiofauna de cada local amostrado.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sistemas** | **Praias** | **N** | **S** | **H’** |
| ***Baía da Ilha Grande*** |  |  |  |  |
| São Gonçalinho | 36.81±63.73 | 2.37±0.94 | 0.48±0.36 |
| São Gonçalo | 33.31±41.47 | 3.62±1.49 | 0.81±0.42 |
| ***Baía de Sepetiba*** |  |  |  |  |
| Itacuruçá | 180.87±330.01 | 4.31±2.07 | 0.72±0.53 |
| Muriqui | 136.28±158.79 | 4.96±2.05 | 0.73±0.42 |
| ***Praias oceânicas*** |  |  |  |  |
| Grumari | 165.81±396.40 | 4.03±2.20 | 0.71±0.41 |
| Recreio | 331.5±760.078 | 3.06±2.07 | 0.44±0.45 |

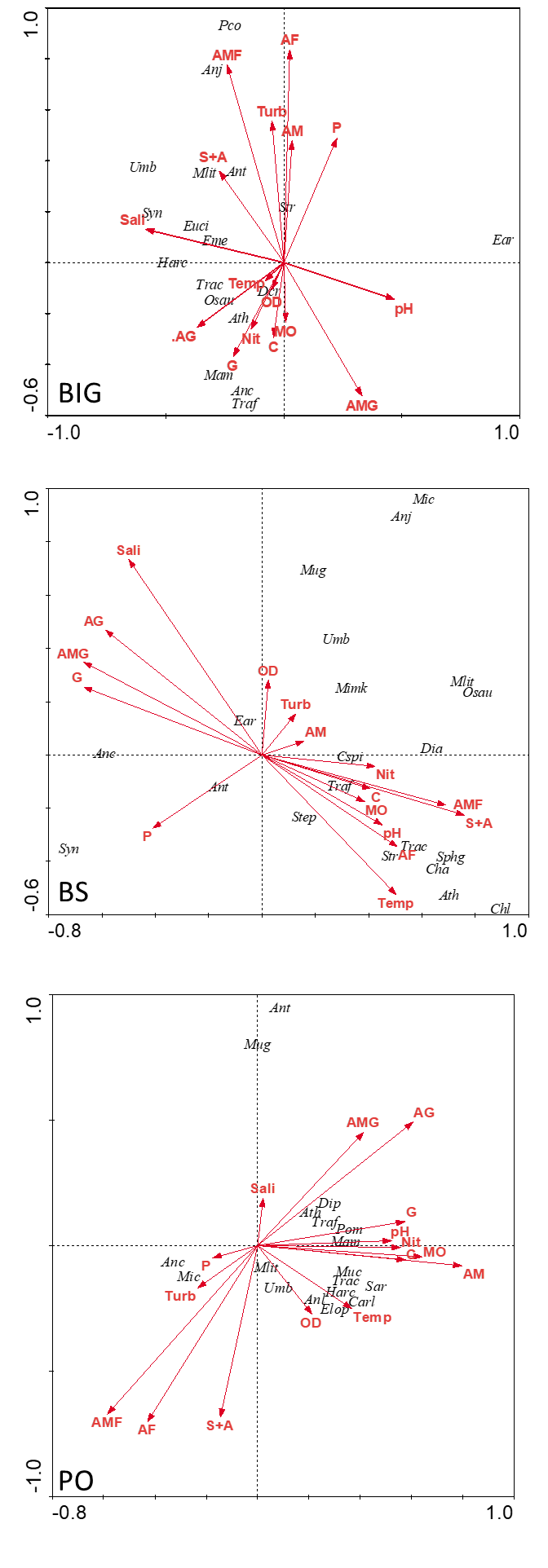
A análise PERMANOVA apontou diferenças significas no número de indivíduos entre os sistemas costeiros (Pseudo-F=18.47 e P=0.001) e também entre as praias agrupadas nos sistemas (Pseudo-F=4.0103 e P=0.001). Diferenças significativas na abundancia relativa entre as praias foram encontradas nas Baías (P<0,05) enquanto que as praias oceânicas não diferiram entre sí (P=0.074). Na análise, através da porcentagem de similaridade (SIMPER), *Atherinella brasiliensis* foi a espécie mais frequente tanto na Baía da Ilha Grande, como na Baía de Sepetiba, com 74.14% (774 indivíduos) e 45.44% (2.283 indivíduos) respectivamente (Tabela 5). *Eucinostomus argenteus* foi a segunda espécie com maior frequência na Baía da Ilha Grande, com 392 indivíduos, totalizando 11.13% de contribuição e *Anchoa januaria* com 364 indivíduos e 3.72% de contribuição. Além de *Atherinella brasiliensis,* *Anchoa tricolor* (22.11%) e Larva de *Anchoa* (10.76%) também tiveram grandes representações nesses sistemas. Nas Praias oceânicas, *Trachinotus carolinus* foi a espécie que apresentou maior contribuição com 41.46%, seguido de *Diplectrum radiale* com 18.87% e *Harengula clupeola* com 16.73% (Tabela 5).

**Tabela 5:** Espécies com maior contribuição em cada sistema costeiro, conforme análise do SIMPER. BIG, Baia da Ilha Grande; BS, Baía de Sepetiba; PO, praias oceânicas.

|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Espécies**  **Similaridade** | **BIG (%)**  **28.04** | **BS (%)**  **29.13** | **PO (%)**  **22.17** |
| *Atherinella brasiliensis* | 74.14 | 45.47 | 7.43 |
| *Eucinostomus argenteus* | 11.13 | 3.83 | \_ |
| *Anchoa januaria* | 3.72 | \_ | \_ |
| *Anchoa tricolor* | \_ | 22.11 | \_ |
| Larva de *Anchoa* | 2.96 | 10.76 | \_ |
| *Trachinotus carolinus* | 5.49 | 7.19 | 41.46 |
| *Diplectrum radiale* | 1.67 | \_ | 18.87 |
| *Harengula clupeola* | \_ | \_ | 16.73 |

A análise de correspondência canônica da Baía da Ilha Grande, mostra *Pomadasys corvinaeformis* e *Anchoa januaria* com associação direta com areia muito fina, em oposição ao grânulo, areia grossa, nitrogênio e carbono que foi relacionado com Larva de *Anchoa, Trachinotus falcatus e Menticirrhus americanos* (Fig. 3)*.* Na Baía de Sepetiba, valores de pH, temperatura e areia fina foram relacionados com as espécies: *Trachinotus carolinus, Strongylura timucu, Chaetodipterus faber, Sphoeroides greeleyi* e *Atherinella brasiliensis*. Nas praias oceânicas, Larva de *Anchoa*, *Micropogonias furnieri* mostraram relação com fósforo e turbidez. Por outro lado, nesse mesmo sistema, maiores abundancias das espécies *Elops saurus, Caranx latus, Harengula clupeola* e *Anchoa lyolepis* foram relacionadas a maiores valores de oxigênio dissolvido e temperatura (Figura 3).

As Praias Oceânicas foram os sistemas com menores valores de matéria orgânica e temperatura quando comparado aos outros sistemas, além disso, essas praias possuem maior exposição a ondas. Essas variáveis parecem exercer um papel importante na abundancia de peixes e caracterizam um ambiente propício para espécies adaptadas a essa dinâmica, corroborando com os resultados obtidos por AZEVEDO *et al* (2017), no qual descreve que o estresse gerado pela incidência de ondas nas zonas de surf em praias oceânicas, pode levar a um domínio de espécies adaptadas morfologicamente a essas condições específicas. A menor abundância observada nos sistemas de baías pode ser a resposta a fatores específicos de cada ambiente, como a turbidez por exemplo. Baía de Sepetiba apresenta alta turbidez, mostrando ser um ambiente favorável para muitas espécies de peixes, fornecendo proteção contra predadores (BLABER & BLABER, 1980), além disso, os altos níveis de matéria orgânica favorecem a produção primária e consequentemente, as cadeias tróficas superiores. Em contraste, a Baía da Ilha Grande apresentou águas com maior transparência e consequentemente, menor abundância de peixes.



**Figura 3**: Análise de correspondência canônica mostrando a relação da ictiofauna com as variáveis ambientais em cada sistema. BIG, Baia da Ilha Grande; BS, Baía de Sepetiba; PO, praias oceânicas. S+A, silte + argila; AMF, areia muito fina; AF, areia fina; AM, areia média; AG, areia grossa; AMG, areia muito grossa; G, grânulo; OD, oxigênio dissolvido; Turb, turbidez; P, fósforo; Nit, nitrogênio; Sal, salinidade Código peixes, consultar apêndice 1.

Como já observado anteriormente por PESSANHA & ARAÚJO (2003), e confirmado nesses resultados, a ocorrência de *A. brasiliensis* nas praias de Baía de Sepetiba, pode ser devido à proximidade dessas praias com uma formação de manguezais, e sugerindo ser uma espécie adaptada em ambientes com elevada complexidade estrutural e em sistemas protegidos. A grande abundância de *Trachinotus carolinus* nas Praias oceânicas pode estar relacionado a melhor adaptação desta espécie em ambientes com alta dinâmica proporcionado pela ação contínua de ondas, sendo confirmado por LAYMAN (2000), NIANG *et al* (2010) e PALMEIRA & MONTEIRO-NETO (2010), no qual mostraram que *Trachinotus carolinus* possui uma estratégia trófica oportunista nestes ambientes devido a movimentação do substrato a partir da ação das ondas, disponibilizando uma maior quantidade de alimento e tornando a zona de arrebentação um local de recrutamento e alimentação para esta espécie além de uma série de características físicas que facilitam sua mobilidade nesse sistema.

## 3.4 – Caracterização da comunidade bentônica e sua relação com as variáveis ambientais:

Foram encontrados um total de 13.956 indivíduos, em 23 grupos taxonômicos distintos, nos três diferentes sistemas costeiros estudados (Apêndice 2), sendo destes, a classe Polychaeta maior representada com 12.615 indivíduos correspondendo cerca de 90% do total de indivíduos. A classe Crustacea obteve um total de 1.341 indivíduos e representando 10% do total. O número de indivíduos total (N) foi significativamente maior na Baía de Sepetiba com 5.467 indivíduos distribuídos em 20 famílias seguido das Praias oceânicas que obteve um total de 4.614 indivíduos distribuídos em 11 famílias (Tabela 6). Baía da Ilha Grande foi o sistema com menor abundância de indivíduos com 3.875 indivíduos em 17 famílias (Figura 4). A análise do PERMANOVA apontou diferenças significativas tanto entre os sistemas costeiros (Pseudo-F=6.7414 e P=0.001), como também entre as praias agrupadas no sistema (Pseudo-F=8.0581 e P=0.001) e agrupadas par a par.

**Tabela 6**: Média e desvio padrão da abundância (N), número de espécies (S), e Diversidade de Shanon (H’) da comunidade bentônica de cada local amostrado

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Sistemas** | **Praias** | **N** | **S** | **H’** |
| ***Baía da Ilha Grande*** |  |  |  |  |
|  | São Gonçalinho | 103.90± 26.96 | 3.5±1.75 | 0.69± 0.42 |
|  | São Gonçalo | 17.18±27.26 | 2.40±1.60 | 0.51±0.49 |
| ***Baía de Sepetiba*** |  |  |  |  |
|  | Itacuruçá | 167.68±198.35 | 2.93±2.04 | 0.37±0.34 |
|  | Muriqui | 3.15±4.31 | 1.31±1.30 | 0.27±0.45 |
| ***Praias oceânicas*** |  |  |  |  |
|  | Grumari | 23.09±45.35 | 1.71±1.11 | 0.32±0.41 |
|  | Recreio | 119.43±207.96 | 1.37±1.09 | 0.19±0.28 |

**Figura 4**: Abundância absoluta de Polychaeta e Crustáceos dos três sistemas costeiros. BIG, Baia da Ilha Grande; BS, Baía de Sepetiba; PO, praias oceânicas.

De acordo com o SIMPER, as famílias que mais contribuíram para a similaridade nos sistemas, foram todas da classe Polychaeta (Tabela 7). Na Baía de Ilha Grande, Phyllodocidae (31.43%), Saccocirridae (25.44%) e Glyceridae (20.93%) foram as famílias que mais contribuíram nesse sistema. Já na Baía de Sepetiba, os grupos que mais contribuíram para a similaridade foram Saccocirridae (65.90%), Spionidae (20.45%) e Syllidae (3.89%) enquanto que nas Praias Oceânicas, Saccocirridae (56.69%), Glyceridae (25.69%) e Phyllodocidae (13.22%) foram as famílias que mais contribuíram (Tabela 7).

**Tabela 7**: Famílias da comunidade bentônica com maior contribuição em cada sistema costeiro, conforme análise do SIMPER. BIG, Baia da Ilha Grande; BS, Baía de Sepetiba; PO, praias oceânicas.

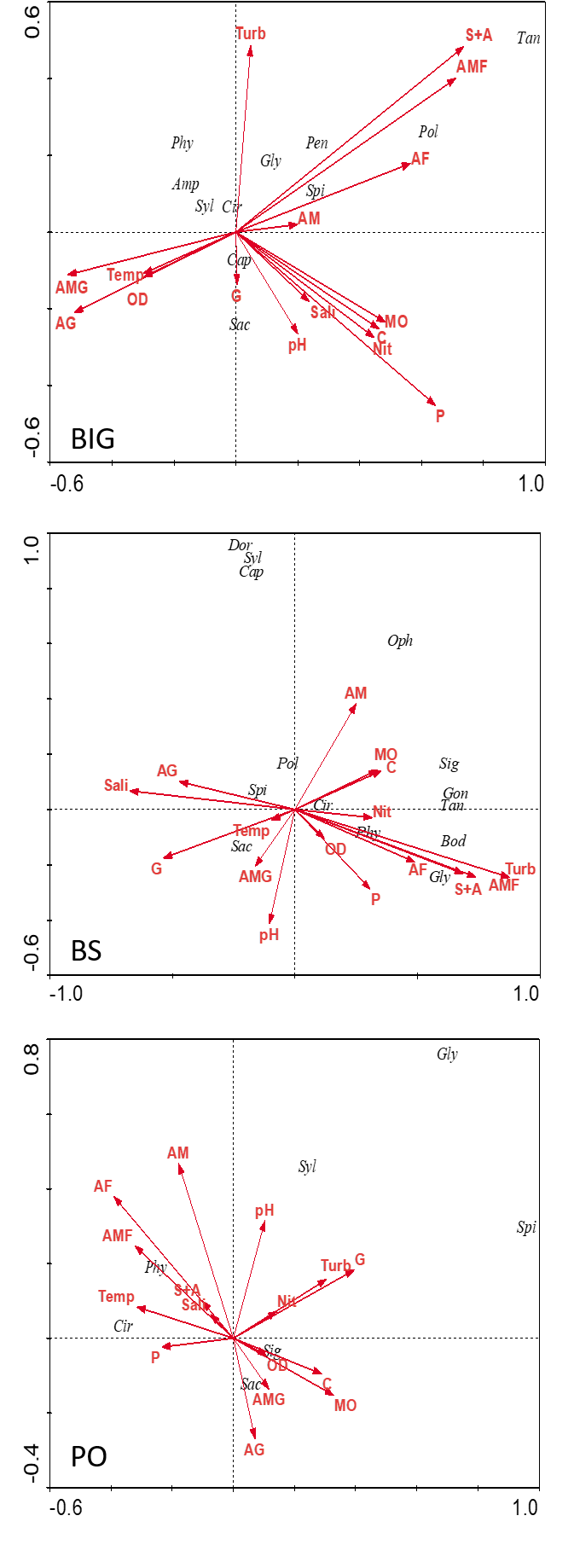
|  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- |
| **Família**  **Similaridade** | **BIG (%)**  **26.93** | **BS (%)**  **26.40** | **PO (%)**  **32.84** |
| Saccocirridae | 25.44 | 65.90 | 56.69 |
| Phyllodocidae | 31.43 | \_ | 13.22 |
| Glyceridae | 20.93 | \_ | 25.69 |
| Spionidae | \_ | 20.45 | \_ |
| Syllidae | 7.35 | 3.89 | \_ |

A Baía da Ilha Grande apresentou maior diversidade em relação aos outros sistemas, sem uma diferença significativa entre as praias, o que pode estar relacionado ao menor valor de matéria orgânica nesse sistema, observado anteriormente por CLAVIJO (2017). Baía de Sepetiba e Praias oceânicas apresentaram baixa diversidade. BRAZEIRO et al (2001) mostrou que a riqueza de espécies diminui de acordo com o aumento a exposição de ondas e granulometria grossa, corroborando com o nosso estudo nas Praias oceânicas. Diversos autores destacam as variáveis ambientais e os parâmetros físico-químicos do sedimento, bem como a exposição a ondas, são importantes fatores que diferenciam a estrutura da comunidade bentônica em ambientes costeiros distintos (MCLACHLAN & BROW 2006, LERCARI & DEFEO, 2006, DEFEO & MCLACHLAN, 2011, CARDOSO *et al.*, 2012). De acordo com MCLACHLAN & BROW (2006), praias arenosas com frações de sedimento mais fino, possuem maior abundância de invertebrados bentônicos em relação a praias com tamanho do sedimento mais grosso, entretanto, esta afirmação não pode ser corroborada em nosso estudo, pois mesmo a baía de Sepetiba apresentando a maior abundância de indivíduos, 98.15% dos invertebrados bentônicos foram encontrados na praia de Itacuruçá, na qual apresenta granulometria classificada como areia grossa.

A análise de correspondência canônica mostra a correlação das famílias da comunidade bentônica com as variáveis ambientais dos três sistemas costeiros e pode ser observada na Figura 5. O crustáceo Tanaidacea mostra uma forte associação com areia muito fina e silte + argila e sendo inversamente associado com areia grossa e temperatura. Essa relação pode ser observada tanto na Baía da Ilha Grande quanto na Baía de Sepetiba. O poliqueto Saccocirridae apresentou associação com grânulos tanto na Baía da Ilha Grande quanto na Baía de Sepetiba, mostrando nesta última, uma associação também com areia muito grossa. A relação dessa família observada na Baía de Sepetiba, foi também observada nas praias oceânicas, sugerindo um local ideal para seu estabelecimento e corroborando com o estudo de Bois-Reymond Marcus (1948), que relatou a grande abundância de Saccocirridae em praias de areia grossa.

Os resultados obtidos nas Praias Oceânicas, que possuem zonas hidrodinamicamente turbulentas, com alta incidência de ondas e granulometria grosseira, corroboram com os estudos de DOMENICO *et al.* (2009) e CARDOSO *et al.* (2012), no qual constataram a dominância de Saccocirridae nesses ambientes. Além disso, DOMENICO *et al.* (2009; 2014) observaram que a adaptação dessa família com o sedimento mais grosso é devido a uma muco produzido por glândulas adesivas distribuídas ao longo do corpo, possibilitando maior aderência ao sedimento mais grosseiro e se tornando uma vantajosa estratégia de adaptação em praias expostas. A incidência de Saccocirridae na Baía de Sepetiba corresponde a 99% apenas na Praia de Itacuruçá, que mesmo possuindo baixa incidência de ondas, apresenta areia grossa, mostrando ser um ótimo ambiente para o estabelecimento dessa família.

.



**Figura 5**: Análise de Correspondência Canônica mostrando a relação entre a comunidade bentônica e variáveis ambientais. BIG, Baia da Ilha Grande; BS, Baía de Sepetiba; PO, praias oceânicas*.* S+A*,* silte + argila; AMF, areia muito fina; AF, areia fina; AM, areia média; AG, areia grossa; AMG, areia muito grossa; G, grânulo; OD, oxigênio dissolvido; Turb, turbidez; P, fósforo; Nit, nitrogênio; Sal, salinidade. Código invertebrados bentônicos, consultar Apêndice 2.

## 3.5 - Relação da ictiofauna com a comunidade de invertebrados bentônicos

De acordo com o teste de Mantel, não houve relação significativa entre peixes e invertebrados bentônicos na Baía da Ilha Grande (r=0,125; P=0,25), Baía de Sepetiba (r=0,008; P=0,94) e Praias Oceânicas (r=0,0788; P=0,50). Entre as 58 espécies de peixes encontradas nos três sistemas, apenas 11 apresentavam hábito alimentar bentônico (Figura 6). As espécies planctívoras tiveram maior representatividade com 32 espécies. Os oportunistas foram representados por apenas 2 espécies. Além disso, foram encontrados hábitos piscívoros (7 espécies), detritívoros (3 espécies) e onívoros (3 espécies). O hábito planctívoro foi significativamente maior em todos os sistemas costeiros. O sistema com maior número de espécies bentívoras foram as Praias oceânicas com 7 espécies, seguido da Baía da Ilha Grande com 6 espécies e Baía de Sepetiba com 5.

**Figura 6**: Hábito alimentar das espécies de peixes encontrados nos três sistemas costeiros. BIG, Baia da Ilha Grande; BS, Baía de Sepetiba; PO, praias oceânicas.

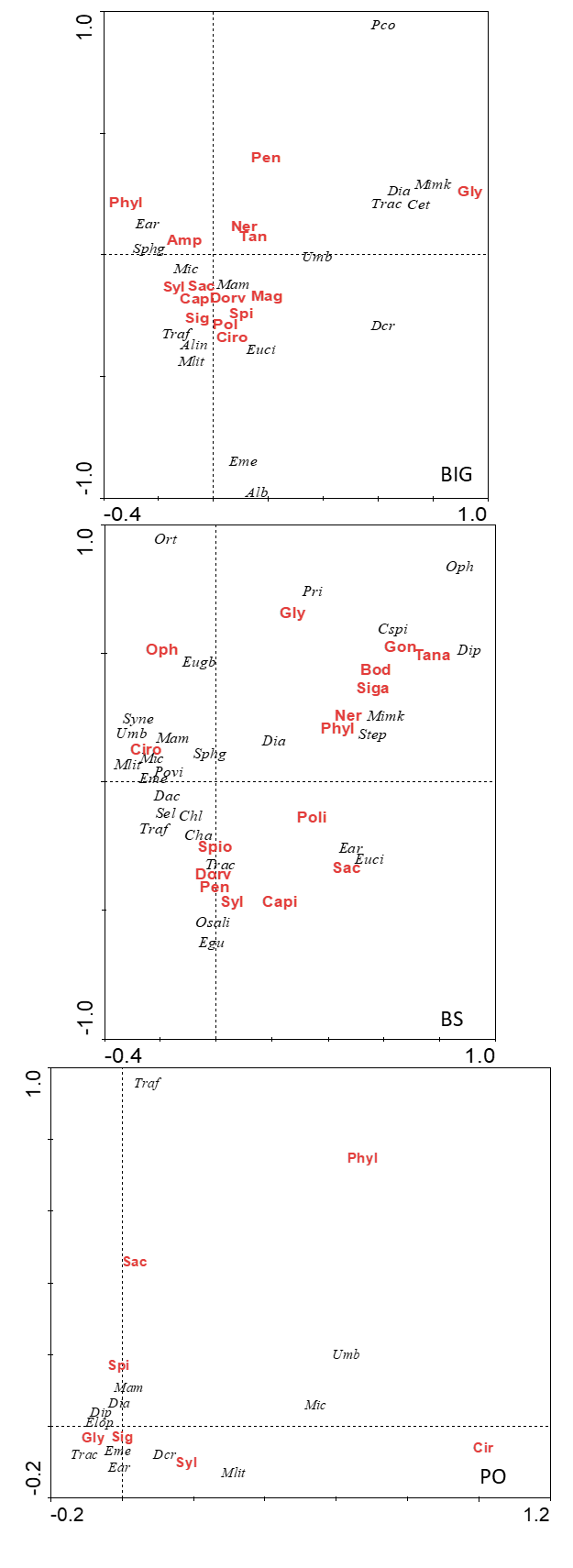
A análise de regressão mostrou relações pontuais entre peixes e invertebrados bentônicos e confirmadas pela Análise de correspondência canônica (ACC). Na Baía da Ilha Grande, *Trachinotus falcatus* e *Menticirrhus littoralis* tiveram relação significativa com Saccocirridae e Sigalionidae, respectivamente (Tabela 8). Na Baía de Sepetiba, a análise de regressão mostrou que Larva de Eucinostomus, teve uma forte associação com Saccocirridae, além de *Menticirrhus littoralis* e *Micropogonias furnieri* associados com Cirolanidae, tendo este último, uma associação negativa com Spionidae. *Diplectrum radiale* e *Citharichthys spilopterus* mostraram uma forte associação com Goniadidae, Tanaidacea e Glyceridae. *Menticirrhus americanos mostrou* relações significativas com Spionidae e Syllidae, respectivamente e confirmadas pela ACC (Figura 7).

**Tabela 8**: Tabela da Análise de regressão multipla de espécies de peixes que apresentaram correlação significativa com invertebrados bentônicos. P<0,05. Código: \*= relação confirmada pela ACC.

|  |  |  |
| --- | --- | --- |
| Ictiofauna | Invertebrados Bentônicos | R² |
| Baía da Ilha Grande |  |  |
| *Trachinotus falcatus* | Saccocirridae (0.35)\* | 0.15 |
| *Eucinostomus melanopterus* | Dorvilleidae (-1.4) | 0.12 |
| *Menticirrhus littoralis* | Sigalionidae (0.33)\* | 0.16 |
| *Dactyloscopus crossotus* | Glyceridae (0.36) | 0.16 |
|  |  |  |
| Baía de Sepetiba |  |  |
| *Trachinotus falcatus* | Opheliidae (0.34); Dorvilleidae (0.77)\* | 0.31 |
| *Trachinotus carolinus* | Penaeidae (0.47)\* | 0.29 |
| *Eucinostomus argenteus* | Goniadidae (1.94); Tanaidacea (1.35); Syllidae (-1.0); Capitelidae (1.89)\*; Bodotriidae (-2.5)\*; Sigalionidae (-1.4)\*; Dorvilleidae (-0.94) | 0.56 |
| Larva de Eucinostomus | Saccocirridae (0.54)\* | 0.54 |
| *Menticirrhus littoralis* | Cirolanidae (0.38)\* | 0.23 |
| *Micropogonias furnieri* | Spionidae (-0.29)\*; Cirolanidae (0.77)\* | 0.56 |
| *Diplectrum radiale* | Glyceridae (0.11)\*; Goniadidae (3.64)\*; Tanaidacea (2.28)\*,; Bodotriidae (-4.6); Sigalionidae (-1.8) | 0.99 |
| *Microgobius meeki* | Goniadidae (-1.4); Cirolanidae (0.19); Bodotriidae (1.63)\*; Saccocirridae (0.43); Sigalionidae (1.36)\* | 0.78 |
| *Citharichthys spilopterus* | Glyceridae (0.32)\*; Goniadidae (1.64)\*; Tanaidacea (1.03)\*; Bodotriidae (-1.6); Sigalionidae (-0.7 | 0.9 |
| *Sphoeroides greeleyi* | Opheliidae (0.40)\* | 0.22 |
| *Stephanolepis hispidus* | Goniadidae (-2.6); Syllidae (-0.67)\*; Capitelidae (1.19); Bodotriidae (3.40)\*; Sigalionidae (1.53)\*; Dorvilleidae (-0.57)\* | 0.62 |
|  |  |  |
| Praias Oceânicas |  |  |
| *Trachinotus falcatus* | Saccocirridae (0.52)\* | 0.28 |
| *Menticirrhus americanos* | Spionidae (0.75)\* | 0.56 |
| *Menticirrhus littoralis* | Cirolanidae (0.45)\* | 0.21 |
| *Micropogonias furnieri* | Cirolanidae (0.44)\* | 0.21 |
| *Umbrina coroides* | Cirolanidae (0.38)\* | 0.15 |
| *Dactyloscopus crossotus* | Syllidae (0.34)\* | 0.12 |

A distribuição de alguns peixes e invertebrados bentônicos foram correlacionados pelos mesmos conjuntos de variáveis ambientais. *Trachinotus falcatus* é um exemplo no qual mostra uma correlação positiva principalmente com Polychaeta Saccocirridae, apresentando a granulometria grossa como uma variável positiva nessa relação. A relação trófica pode ser a principal resposta para a correlação entre esses dois grupos, já que *Trachinotus falcatus* possui características específicas que auxiliam no seu posicionamento próximo ao fundo na coluna d’água, em busca de invertebrados bentônicos para alimentação (CARVALHO-FILHO, 1999). O mesmo acorre com a espécie *Micropogonias furnieri*que apresenta as mesmas variáveis, como turbidez e fósforo, que o crustáceo Cirolanidae, apresentando relações positivas nas análises de regressão e de correspondência canônica. MORASHE *et. al* (2010)*,* observou que mesmo possuindo um amplo espectro alimentar, *Micropogonias furnieri* possui preferência por crustáceos em qualquer estação do ano em praias expostas, sugerindo que esta espécie possui um consumo alimentar relacionado com a disponibilidade de presas em cada área. Assim, apesar de não termos encontrado relação entre as matrizes biológicas, observamos algumas relações pontuais que apontam possível dependência alimentar ou ambiental entre os grupos estudados. Por mais que estudos pretéritos sobre hábitos alimentares de peixes nos confirmem essas relações, estudos mais aprofundados são necessários afim de elucidar com mais precisão essas relações.

.



**Figura 7**: Diagrama de ordenação produzido pela Análise de Correspondência Canônica. Relação dos invertebrados bentônicos em relação a ictiofauna de hábito alimentar bentônico. Código: peixes: consultar tabela apêndice 1; código bentos: consultar tabela apêndice 2. BIG, Baia da Ilha Grande; BS, Baía de Sepetiba; PO, praias oceânicas.

# 4 – Conclusão

Os resultados apontaram que a composição biológica dos sistemas estudados é influenciada pelas variáveis ambientais. A relação da ictiofuna e da comunidade bentônica com as variáveis físico–químicas parecem responder de formas distintas. Fatores importantes para o estabelecimento de espécies de peixes podem ser diferentes para o estabelecimento de bentos, sendo a granulometria um importante fator para o estabelecimento da comunidade bentônica, enquanto que temperatura e turbidez foram importantes para o estabelecimento da ictiofauna.

Apesar de não terem sido encontradas correlações significativas entre matrizes de invertebrados e peixes, relações pontuais foram observadas, o que pode ser resultante das preferencias ambientais semelhantes ou ainda por interações tróficas. Estudos mais aprofundados visando elucidar as relações existentes entre estes grupos, faz-se necessário.

**Apêndice** 1: Tabela com as espécies de peixes, abundância, frequência de ocorrência e guilda trófica encontrados nos três sistemas costeiros estudados. GT: Guilda trófica; BIG: Baía da Ilha Grande, PO: Praias oceânicas. Legenda: BE: Bentívoro; PL: Planctívoro; OP: Oportunista; PI: Pscívoro, DE: Detritívoro; OV: Onívoro.

|  |  |  |  |  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- | --- |
| **Espécie** | **GT** | **Cód.** | **BIG** | | **BS** | | **PO** | |
| **Classe Actinopterygii** |  |  | Nº | FO | Nº | FO | Nº | FO |
| **Ordem Elopiformes** |
| **Família Elopidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Elops saurus Linnaeus*, 1766 | **BE** | **Elop** | 0 | 0 | 0 | 0 | 3 | 4.68 |
| **Ordem Albuliformes** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Família Albulidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Albula vulpes* (Linnaeus, 1758) | **BE** | **Alb** | 1 | 1.56 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Ordem Clupeiformes** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Família Engraulidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Anchoa januaria* (Steindachner, 1879) | **PL** | **Anj** | 364 | 18.75 | 1.353 | 17.18 | 0 | 0 |
| *Anchoa tricolor* (Spix e Agassiz, 1829) | **PL** | **Ant** | 67 | 9.37 | 1.762 | 59.37 | 770 | 7.81 |
| *Anchoa lyolepis* (Evermann e Marsh, 1900) | **PL** | **Anl** | 0 | 0 | 0 | 0 | 556 | 15.62 |
| Larva de *Anchoa* | **PL** | **Anc** | 379 | 18.74 | 4.164 | 31.81 | 7.482 | 6.25 |
| *Cetengraulis edentulus* (Cuvier, 1829) | **PL** | **Cet** | 3 | 1.56 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Lycengraulis grossiden*s (Spix & Agassiz, 1829) | **PL** | **Lyc** | 1 | 1.56 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Família Clupeidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Harengula clupeola* (Curvier, 1829) | **PL** | **Harc** | 4 | 6.25 | 0 | 0 | 1.289 | 42.18 |
| *Brevoortia aurea* (Spix e Agassiz, 1829) | **PL** | **Bre** | 1 | 1.56 | 0 | 0 | 26 | 1.56 |
| *Sardinella brasiliensis* (Steindachner, 1879) | **PL** | **Sar** | 0 | 0 | 0 | 0 | 2.094 | 12.5 |
| Larva de Clupeidae | **PL** | **Clu** | 0 | 0 | 0 | 0 | 309 | 3.12 |
| **Ordem Siluriformes** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Família Ariidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Genidens genidens* (Curvier, 1829) | **OP** | **Gen** | 0 | 0 | 0 | 0 | 1 | 1.56 |
| **Ordem Aulopiformes** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Família Synodontidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Synodus foetens* (Linnaeus, 1766) | **PI** | **Syn** | 3 | 4.68 | 5 | 6.25 | 0 | 0 |
| **Ordem Mugiliformes** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Família Mugilidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Mugil curema* Valenciennes, 1836 | **DE** | **Muc** | 9 | 3.12 | 1 | 1.56 | 12 | 9.37 |
| *Mugil liza* Valenciennes, 1836 | **DE** | **Mul** | 2 | 1.56 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| Larva de Mugil | **DE** | **Mug** | 2 | 1.56 | 10 | 6.25 | 136 | 17.18 |
| **Ordem Atheriniformes** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Família Atherinopsidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Atherinella brasiliensis* (Quoy e Gaimard, 1825) | **OP** | **Ath** | 774 | 79.68 | 2.283 | 79.68 | 95 | 29.68 |
| **Ordem Beloniformes** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Família Hemiramphidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Hyporhamphus unifasciatus* (Ranzani, 1841) | **ON** | **Hyu** | 1 | 1.56 | 11 | 3.12 | 4 | 3.12 |
| **Família Belonidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Strongylura timucu* (Walbaum, 1792) | **ON** | **Str** | 7 | 10.93 | 3 | 4.68 | 2 | 3.12 |
| **Ordem Cyprinodontiformes** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Família Poeciliidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Poecilia vivipara* Bloch e Schneider, 1801 | **ON** | **Poe** | 0 | 0 | 7 | 3.12 | 0 | 0 |
| **Ordem Scorpaeniformes** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Família Dactylopteridae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Dactylopterus volitans* (Linnaeus, 1758) | **BE** | **Dac** | 0 | 0 | 4 | 3.12 | 0 | 0 |
| **Família Triglidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Prionotus puntactus* (Bloch, 1793) | **BE** | **Pri** | 0 | 0 | 2 | 3.12 | 0 | 0 |
| **Ordem Perciformes** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Família Polynemidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Polydactylus virginicus* (Linnaeus, 1758) | **BE** | **Povi** | 0 | 0 | 3 | 3.12 | 0 | 0 |
| **Família Pomatomidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Pomatomus saltatrix* (Linnaeus, 1766) | **PI** | **Pom** | 0 | 0 | 0 | 0 | 44 | 10.93 |
| **Família Carangidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Trachinotus falcatus* (Linnaeus, 1758) | **BE** | **Traf** | 10 | 9.37 | 6 | 7.81 | 11 | 9.37 |
| *Trachinotus carolinus* (Linnaeus, 1766) | **BE** | **Trac** | 75 | 17.18 | 101 | 39.06 | 1600 | 59.37 |
| *Caranx latus* Agassiz, 1831 | **PI** | **Carl** | 2 | 3.12 | 0 | 0 | 21 | 10.93 |
| *Oligoplites saurus* (Bloch & Schneider, 1801) | **PI** | **Osau** | 9 | 14.06 | 54 | 20.31 | 0 | 0 |
| *Oligoplites saliens* (Bloch, 1793) | **PI** | **Osali** | 0 | 0 | 2 | 1.56 | 0 | 0 |
| *Selene vomer* (Linnaeus, 1758) | **BE** | **Sel** | 0 | 0 | 1 | 1.56 | 0 | 0 |
| *Chloroscombrus chrysurus* (Linnaeus, 1766) | **BE** | **Chl** | 0 | 0 | 9 | 6.25 | 0 | 0 |
| **Família Serranidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Diplectrum radiale* (Quoy & Gaimard, 1824) | **PI** | **Dip** | 0 | 0 | 0 | 0 | 1.234 | 42.18 |
| **Família Gerreidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Diapterus rhombeus* (Curvier, 1829) | **BE** | **Dia** | 9 | 1.56 | 3 | 4.68 | 1 | 1.56 |
| *Eucinostomus argenteus* Baird e Girard, 1855 | **BE** | **Ear** | 392 | 32.81 | 46 | 29.68 | 3 | 3.12 |
| *Eucinostomus gula* (Baird e Girard, 1824) | **BE** | **Egu** | 0 | 0 | 2 | 1.56 | 0 | 0 |
| *Eucinostomus melanopterus* (Bleeker, 1863) | **BE** | **Eme** | 24 | 6.25 | 2 | 3.12 | 1 | 1.56 |
| Larva de Eucinostomus | **BE** | **Euci** | 65 | 10.93 | 4 | 3.12 | 0 | 0 |
| *Eugerres brasilianus* (Curvier, 1830) | **BE** | **Eugb** | 0 | 0 | 3 | 3.12 | 0 | 0 |
| **Família Haemulidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Orthopristis ruber* (Curvier, 1830) | **BE** | **Ort** | 0 | 0 | 4 | 3.12 | 0 | 0 |
| *Pomadasys corvinaeformis* (Steindachner, 1868) | **BE** | **Pco** | 6 | 6.25 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Família Scianidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Menticirrhus americanus* (Linnaeus, 1758) | **BE** | **Mam** | 9 | 6.25 | 38 | 17.18 | 12 | 10.93 |
| *Menticirrhus littoralis* (Holbrook, 1847) | **BE** | **Mlit** | 4 | 4.68 | 48 | 18.75 | 79 | 31.25 |
| Larva de Menticirrhus | **BE** | **Men** | 1 | 1.56 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| *Micropogonias furnieri* (Desmarest, 1823) | **BE** | **Mic** | 3 | 3.12 | 38 | 9.37 | 16 | 6.26 |
| *Larimus breviceps* (Cuvier, 1830) | **PI** | **Lar** | 0 | 0 | 1 | 1.56 | 0 | 0 |
| *Umbrina coroides* Cuvier, 1830 | **BE** | **Umb** | 3 | 4.68 | 119 | 14.06 | 9 | 4.68 |
| **Família Dactyloscopidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Dactyloscopus crossotus* Starks,1913 | **BE** | **Dcr** | 5 | 6.25 | 0 | 0 | 3 | 3.12 |
| **Família Ephippidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Chaetodipterus faber* (Broussonet, 1782) | **BE** | **Cha** | 0 | 0 | 3 | 4.68 | 0 | 0 |
| **Família Sparidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Diplodus argenteus* (Valenciennes, 1830) | **BE** | **Dip** | 0 | 0 | 2 | 3.15 | 0 | 0 |
| **Família Gobiidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Gobionelus boleossoma* | **PL** | **Gobi** | 0 | 0 | 2 | 3.12 | 0 | 0 |
| *Microgobius meeki* Evermann e Marsh, 1899 | **BE** | **Mimk** | 2 | 1.56 | 25 | 12.5 | 0 | 0 |
| **Ordem pleuronectiformes** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Família Achiridae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Achirus lineatus* (Linnaeus,1758) | **BE** | **Alin** | 1 | 1.56 | 0 | 0 | 0 | 0 |
| **Família Paralichthyidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Citharichthys spilopterus* Gunther, 1862 | **BE** | **Cspi** | 0 | 0 | 14 | 10.93 | 0 | 0 |
| **Ordem Tetraodontiformes** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Família Tetraodontotidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Sphoeroides greeleyi* (Gilbert, 1900) | **BE** | **Sphg** | 2 | 3.12 | 6 | 7.81 | 0 | 0 |
| **Família Monacanthidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Stephanolepis hispidus* (Linnaeus, 1766) | **BE** | **Step** | 0 | 0 | 4 | 6.25 | 0 | 0 |
| **Ordem Anguilliformes** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Família Ophichthidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Ophichthus gomesii* (Castelnau, 1855) | **BE** | **Oph** | 0 | 0 | 1 | 1.56 | 0 | 0 |
| Larva de Leptocephalus |  | **Lept** | 4 | 3.12 | 1 | 1.56 | 1 | 1.56 |
| **Ordem Syngnathiformes** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| **Família Syngnathidae** |  |  |  |  |  |  |  |  |
| *Syngnathus elucens* Poey, 1868 | **BE** | **Syne** | 0 | 0 | 1 | 1.56 | 0 | 0 |

**Apêndice 2**: Abundância e frequência de ocorrência dos invertebrados bentônicos de praias arenosas do estado do Rio de Janeiro. PO: Praias oceânicas; BS: Baía de Sepetiba; BIG: Baía de Ilha Grande.

|  |  |  |  |  |
| --- | --- | --- | --- | --- |
| **Táxon** | **Código** | **PO**  **Nº %** | **BS**  **Nº %** | **BIG**  **Nº %** |
| **Filo Annelida** |  |  |  |  |
| **Classe Polychaeta** |  |  |  |  |
| **Ordem Amphinomida** |  |  |  |  |
| Família Amphinomidae | Amp | 0 0 | 0 0 | 28 4.68 |
| **Ordem Eunicida** |  |  |  |  |
| Família Dorvilleidae | Dor | 0 0 | 3 4.68 | 4 3.12 |
| **Ordem Phyllodocida** |  |  |  |  |
| Família Sigalionidae | Sig | 10 9.37 | 21 4.68 | 7 3.12 |
| Família Glyceridae | Gly | 99 35.93 | 37 14.06 | 94 42.18 |
| Família Goniadidae | Gon | 1 1.56 | 4 4.68 | 0 0 |
| Família Hesionidae | Hes | 0 0 | 1 1.56 | 0 0 |
| Família Nereididae | Ner | 0 0 | 2 3.12 | 3 3.12 |
| Família Syllidae | Syl | 4 4.68 | 144 17.18 | 448 32.81 |
| Família Phyllodocidae | Phy | 1297 31.25 | 8 7.81 | 1078 53.12 |
| **Ordem Sabelida** |  |  |  |  |
| Família Sabellidae | Sab | 0 0 | 1 1.56 | 0 0 |
| **Ordem Spionida** |  |  |  |  |
| Família Magelonidae | Mag | 0 0 | 1 1.56 | 2 3.12 |
| Família Spionidae | Spi | 11 10.93 | 85 31.25 | 41 18.75 |
| **Ordem Capitellidae** |  |  |  |  |
| Família Capitellidae | Cap | 0 0 | 189 12.5 | 42 14.06 |
| **Ordem Ophellida** |  |  |  |  |
| Família Ophellidae | Oph | 1 1.56 | 33 15.62 | 0 0 |
| ***Incertaesedis*** |  |  |  |  |
| Família Poligordiidae | Pol | 0 0 | 135 7.81 | 298 20.31 |
| Família Saccocirridae | Sac | 3185 53.12 | 3753 51.56 | 1545 50 |
| **Filo Arthropoda**  **Classe Crustacea** |  |  |  |  |
| **Ordem Decapoda** |  |  |  |  |
| Família Penaeidae | Pen | 0 0 | 2 3.12 | 5 6.25 |
| Família Hippidae | Hip | 1 1.56 | 0 0 | 0 0 |
| Família Paguridae | Pag | 0 0 | 0 0 | 1 1.56 |
| **Ordem Amphipoda** |  |  |  |  |
| Família Corophiidae | Cor | 0 0 | 0 0 | 3 3.12 |
| **Ordem Cumacea** |  |  |  |  |
| Família Bodotriidae | Bod | 0 0 | 5 4.68 | 0 0 |
| **Ordem Tanaidacea** |  | 0 0 | 1037 17.18 | 4 4.68 |
| **Ordem Isopoda** |  |  |  |  |
| Família Cirolanidae | Cir | 4 4.68 | 5 6.25 | 272 31.25 |
| **Ordem Mysuda** |  |  |  |  |
| Família Mysidae | Mys | 1 1.56 | 1 1.56 | 0 0 |

# 5. Referências

ANDERSON, M.J. A new method for non-parametric multivariate analysis of variance. **Austral Ecology**, v. 26, p. 32 – 46. 2001.

ARAÚJO, F.G.; AZEVEDO, M.C.C.; SILVA, M.A.; PESSANHA, A.L.M.; GOMES, I.D., CRUZ-FILHO, A.G. Environmental influences on the demersal fish assemblages in the Sepetiba Bay, Brazil. **Estuaries**, v.25, p.441 – 450. 2002

ARAÚJO, F.G.; GUIMARAES, F.C.G. & COSTA, M.R. Environment influences on distribuition of four Scianidae species (Actinopterygii, Perciformes) in a tropical bay at Southeastern Brazil. **Revista Brasileira de Zoologia.** V.23, p.497 – 508, 2006.

ARAÚJO, G.F.; PINTO, M.S.; NEVES, L.M.; AZEVEDO, M.C.C. Inter-anual changes in fish communities of a tropical bay in southeastern Brazil: What can be inferred from antropogenic activities? **Marine Polution Bulletin.** v.114, p.102 – 113. 2017.

ARAÚJO, F.G.; RODRIGUES, F.L.; TEIXEIRA-NEVES, T.P.; VIEIRA, J.P.; AZEVEDO, M.C.C.; GUEDES, A.P.P.; GARCIA, A.M.; PESSANHA, A.L.M. Regional patterns in species richness and taxonomic diversity of the nearshore fish community in the Brazilian coast. **Estuarine, Coastal and Shelf Science.** v. 208, p. 9–22. 2018.

AZEVEDO. M.C.C; GOMES-GONÇALVES, R.S.; MATTOS, T.M.; UEHARA, W.; GUEDES, G.H.S. ARAÚJO**, F.G.**Taxonomic and functional distinctness of the fish assemblages in three coastal environments (bays, coastal lagoons and oceanic beaches) in Southeastern Brazil. **Marine Environmental Research**. v.129, p.180 – 188. 2017.

AZZURRO, E.; MATIDDI, M.; FANELLI, E.; GUIDETTI, P.; LA MESA, G.; SCARPATO, A.; AXIAK, V. Sewage pollution impact on Mediterranean rocky-reef fish assemblages. **Marine Environmental Research.** v. 69, p. 390 – 397. 2010.

BALLY, R. Intertidal zonation on sandy beaches of the west coast of South Africa. **Cahiers de Biologie Marine**, v. 24, p. 85 – 103. 1983.

[BARLETTA](https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?ContribAuthorStored=Barletta%2C+M), M.; [BARLETTA‐BERGAN](https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?ContribAuthorStored=Barletta-Bergan%2C+A), A.; [SAINT‐PAUL](https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?ContribAuthorStored=Saint-Paul%2C+U), U.; [HUBOLD](https://onlinelibrary.wiley.com/action/doSearch?ContribAuthorStored=Hubold%2C+G), G. The role of salinity in structuring the fish assemblages in a tropical estuary. **Journal of fish biology.** v.[66,](https://onlinelibrary.wiley.com/toc/10958649/2005/66/1)p.45-72. 2005

BARROS, F. Ghost crabs as a tool for rapid assessment of human impacts on exposed sandy beaches. **Biological Conservation**, v. 97, p. 399 – 404. 2000.

BLABER, S. J. M.; BLABER, T. G. Factors affecting the distribution of juvenile estuarine and inshore fish. **Journal Fish Biology**, v. 17, p.143 – 162. 1980

BRAZEIRO, A. Relationship between species richness and morphodynamics in sandy beaches: what are the underlying factors? **Marine Ecology Progress Series.** v. 224, p. 35–44, 2001.

CABRINI, T.M.B.; BARBOZA, C.A.M.; SKINNER, V.B.; HAUSER-DAVIS, R.A.; ROCHA, R.C.; SANT’PIERRE, T.D.; VALENTIN, J.L.; CARDOSO, R.S. Heavy metal contamination in sandy beach macrofauna communities from the Rio de Janeiro coast, Southeastern Brazil. **Environmental Pollution xxx**. p.1e14. 2016.

CAMARGO, M.G. SYSGRAN: Um sistema de código aberto para análises granulométricas. **Revista Brasileira de Geociências, v.** 36, p. 371 – 378. 2006.

CARDOSO, R.S.;MATTOS, G.; CAETANO, C.H.S.; CABRINI, T.M.B., GALHARDO, L.B.; MEIREIS, F.. Effects of environmental gradients on sandy beach macrofauna of a semi-enclosed bay. **Marine Ecology**. v.33, p.106–116. 2012.

CARDOSO, R.S.; BARBOZA, C.A.M.; SKINNERA, V.B.; CABRINI, T.M.B. Crustaceans as ecological indicators of metropolitan sandy beacheshealth. **Ecological Indicators.** v.62, p.154 – 162. 2016.

CARVALHO-FILHO, A. Peixes da costa brasileira. 3ª Edição, **São Paulo: Ed. Melro**. 320p. 1999.

CLAVIJIO, T.C. Poliquetos bentónicos como bioindicadores de materia orgánica en la zona intermareal de la isla santa clara (golfo de guayaquil exterior)\*. **Acta Oceanográfica del Pacífico**. v. 21, p. 59 – 79. 2016-2017.

CREED, J.C.; OLIVEIRA, A.E.S.; PIRES, D.O.; FIGUEIREDO, M.A.O.; FERREIRA, C.E.L. RAP Ilha Grande – um levantamento da biodiversidade: histórico e conhecimento da biota; **Biodiversidade Marinha da Baía da Ilha Grande**. Brasília, DF. MMA/SBF. p. 43-63. 2007.

DEFEO, O., MCLACHLAN, A. 2011. Coupling between macrofauna community structure and beach type: a deconstructive meta-analysis. **Marine Ecology Progress Series**, v. 433, p. 29 – 41. 2011.

DIAZ R.J. & SCHAFFNER, L.C. The funcional role of estaurine benthos. Perspectives on the Chesapeake Bay. **Chesapeake Bay Program Publications**., p.25 – 56. 1990.

DI DOMENICO, M., LANA, P.C., GARRAFFONI, A.R.S. Distribution patterns of interstitial polychaetes in sandy beaches of southern Brazil. **Marine Ecology,** v.30, p. 47–62. 2009.

DI DOMENICO, M.; MARTINEZ, A; ALMEIDA, T.C.M.; MARTINS, M. O. WORSAAE, K.; LANA, P.C. Response of the meiofaunal annelid Saccocirrus pussicus (Saccocirridae) to sandy beach morphodynamics. **Hydrobiologia.** v.734, p.1–16. 2014

DU BOIS-REYMOND MARCUS, E. Further archiannelids from Brazil. **Communications of the Zooligal Museum of Natural History of Montevideu.** v.2, p.1–22. 1948.

FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES, N.A. **Manual dos peixes marinhos do Sudeste do Brasil. II**. Teleostei (1). Universidade de São Paulo, São Paulo. 1978.

FIGUEIREDO, J.L.; MENEZES N.A. **Manual dos peixes marinhos do Sudeste do Brasil**. III. Teleostei (2). Universidade de São Paulo, São Paulo. 1980.

FIGUEIREDO, J. L.; MENEZES N. A. **Manual dos peixes marinhos do Sudeste do Brasil**. VI. Teleostei (5). Universidade de São Paulo, São Paulo. 2000.

FISTAROL, G.O.; COUTINHO, F.H.; MOREIRA, A.P.B.; VENAS, T.; CÁNOVAS, A.; PAULA-JR, S.E.M; COUTINHO, R.; MOURA, R.L.M; VALENTIN, J.L.;TENENBAUM, D.R; PARANHOS, R.; VALLE, R.A.B; VICENTE, A.C.P.V.; FILHO, G.M.A.; PEREIRA, R.C.; KRUGER, R.; REZENDE, C.E.; THOMPSON, C.C.; SALOMON, P.S.; THOMPSON, F.L*.* Environmental and Sanitary Conditions of Guanabara Bay, Rio de Janeiro. **Frontiers in Microbiology**. v.6, p. 1232. 2015.

FOLK, R. L.; WARD, W. C. Brazos river bar: a study of significante of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Petrology**, v. 27, p. 3 – 26. 1957.

GABEL, F.; STOLL, S.; FISCHER, P.H.; PUSCH, M.T.; GARCIA, X.F. Waves affect predator–prey interactions between fish and benthic invertebrates. **Oecologia**, v. 165, p. 101 – 109. 2011.

GUEDES, A.P.P.; ARAUO, F.G.; AZEVEDO, M.C.C. Estrategia trofica dos linguados *Citharichthys spilopterus Ghunter* e *Symphurus tessellatus* (Quoy & Gaimard) (Actinopterygii, Pleuronectiformes) na baía de Sepetiba, Rio de Janeiro, Brasil. **Revista Brasileira de Zoologia**, v.21, n. 4, p. 857 – 864. 2004.

GUEDES, A.P.P. & ARAÚJO, F.G. Trophic resouuce partitioning among five flatfish species (Actinopterygii, Pleuroneciformes) in a tropical bay in South-eastern Brazil. **Journal of Fish Biology,** v.72, p.1035 – 1054, 2008.

GUIDETTI, P.; FRASCHETTI, S.; TERLIZZI, A.; BOERO, F. Distribution patterns of sea urchins and barrens in shallow Mediterranean rocky reefs impacted by the illegal fishery of the rock-boring mollusc Lithophaga lithophaga. **Marine Biology**. v. 143, p.1135 – 1142. 2003.

HUGHES, T. P.; BAIRD, A. H.; BELLWOOD; D. R., CARD, M.; CONNOLLY, S. R.; FOLKE, C.; GROSBERG, R.; HOEGH-GULDBERG, O.; JACKSON, J. B. C.; KLEYPAS, J.; LOUGH, J. M.; MARSHALL, P.; NYSTRO¨M, M.; PALUMBI, S. R.; PANDOLFI, J. M.; ROSEN, B.; ROUGHGARDEN, J. Climate Change, Human Impacts, and the Resilience of Coral Reefs. **Science,** v.301, p.929 – 933. 2003

HUMAN, L. R.D.; SNOW, G.C.; ADAMS, J.B.; BATE, G.C.; YANG, S. The role of submerged macrophytes and macroalgae in nutrient cycling: A budget approach. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 154, p. 169 – 178. 2015.

JOSEFSON, A.B.; RASMUSSEN, B. Nutrient Retention by Benthic Macrofaunal Biomass of Danish Estuaries: Importance of Nutrient Load and Residence Time. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 50, n. 2, p. 205 – 216. 2000.

KILGOUR, B.W.; BARTON, D.R. Associations between stream fish and benthos across environmental gradients in southern Ontario, Canada. **Freshwater Biology**, v. 41, p. 553-566. 1999.

LERCARI, D., DEFEO, O. Large-scale diversity and abundance trends in Sandy beach macrofauna along full gradients of salinity and morphodynamics. **Estuarine Coastal and Shelf Sciences,** v.68, p.27–35. 2006.

MCARDLE B.H.; ANDERSON M.J. Fitting multivariate models to community data: a comment on distance-based redundancy analysis. **Ecology**, v. 82, p. 290 – 297. 2001.

MCLACHLAN, A. The definition of sandy beaches in relation to exposure: a simple system. **South African Journal of Science**, v. 76, p. 137 – 138. 1980.

MCLACHLAN, A.; DORVLO, A. Global patterns in sandy macrobenthic communities. **Journal of Coastal Research**, v. 21, p. 674 – 687. 2005.

MCLACHLAN, A.; BROWN, A.C. The Ecology of Sandy Shores. **Academic Press, Burlington**, MA, USA, p. 373. 2006.

MORASHE, M.S.; TUBINO, R.A., MONTEIRO-NETO, C. Feeding diet of whitemouth croaker, Micropogonias furnieri (Desmarest, 1823) (Actinopterygii, Sciaenidae) on the coastal region of Itaipu, Niterói, Rio de Janeiro State. **Arquivos de Ciências do Mar**, Fortaleza, v.43(2): p.87 – 95. 2010

NAGELKERKEN, I.; KLEIJNEN, T.S.; KLOP, T.; VAN DEN BRAND, R.A.C.J., COCHERET DE LA MORINIERE, E.; VAN DER VELDE, G. Dependence of Caribbean reef fishes on mangroves and seagrass beds as nursery habitats: a comparison of fish faunas between bays with and without mangroves/seagrass beds. **Marine Ecology Progress Series**. v.214, p:225–235. 2001.

NAKANE, Y.; SUDA, Y.; SANO, M. Responses of fish assemblage structures to sandy beach types in Kyushu Island, southern Japan. **Marine Biology**, v. 160, p. 1563 – 1581. 2013.

NEVES, L.M. Estrutura e diversidade das assembléias de peixes recifais na Baía da Ilha Grande: importância de variáveis físicas, da estrutura do habitat e variações temporais de curto prazo**.** 117 f. **Tese (Doutorado em Biologia Animal) – Instituto de Biologia, UFRRJ,** RJ. 2013.

NIANG, T.S.M.; PESSANHA, A.L.M.; ARAÚJO, F.G. Dieta de juvenis de *Trachinotus carolinus* (Actinopterygii, Carangidae) em praias arenosas na costa do Rio de Janeiro, **Iherinagia** **Série Zoologia**., Porto Alegre, v.100(1), p.35-42, 2010.

NIELSON, J. AND JERNAKOFF, P. A review of the interaction of sediment and water quality with benthic communities. Port Phillip Bay Environmental Study. **Technical Report**, v. 25, p. 1-130. 1996.

NOURISSON, D.H., BESSA, F., SCAPINI, F., MARQUES, J.C. Macrofaunal community abundance and diversity and talitrid orientation as potential indicators of ecological long-term effects of a sand-dune recovery intervention. **Ecological Indicators,** v: 26, p.356 – 366. 2014.

PALMEIRA, L. P., MONTEIRO-NETO C. Ecomorphology and food habits of Teleost fishes *Trachinotus carolinus* (Teleostei: Carangidae) and *Menticirrhus littoralis* (Teleostei: Sciaenidae), inhabiting the surf zone of Niterói, Rio de Janeiro, Brazil. **Brazilian Journal of Oceanography**, v. 58, p. 1 – 9. 2010.

PESSANHA, A.L.M.; ARAUJO, F.G. Spatial, temporal and diel variations of fish assemblages at two sandy beaches in the Sepetiba Bay, Rio de Janeiro, Brazil. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, v. 57, p. 817 – 828. 2003.

QUEGE, K.E.; SIQUEIRA, E.Q. Avaliação da Qualidade de Água no Córrego Botafogo na Cidade de Goiânia – GO. **Associação Brasileira de Engenharia Sanitária e Ambiental. Goiânia – GO**. 2005.

RAY, G.C. Connectivities of estuarine fishes to the coastal realm. **Estuarine Coastal and Shelf Sciences,** v.64, p.18–32. 2005.

SHEPARD, F. P. Nomenclature based on sand-silt-clay ratios. **Journal of Sedimentology and Petrology**, v. 24, n. 3, p. 151 – 158. 1954.

SUGUIO, K. **Introdução à sedimentologia**. São Paulo, Edgard Blucher, 317p. 1973.

SILVA, I.A. & ADORNO, E. V. Environmental and particle size parameters on Cabuçu and Bom Jesus dos Pobres beaches, in Recôncavo Bahiano, Brazil**. Relatório Tecnico**. 2010.

[TEIXEIRA-NEVES, T. P.](http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4773621P0); NEVES, L.M., [ARAÚJO, F. G.](http://buscatextual.cnpq.br/buscatextual/visualizacv.do?id=K4783568A4). Hierarchizing biological, physical and anthropogenic factors influencing the structure of fish assemblages along tropical rocky shores in Brazil. **Environmental Biology of Fishes.** v.98, p.1645–1657, 2015.

TER BRAAK, C. J. F. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. **Ecology**, v. 67, p. 1167 – 1179. 1989.

VASCONCELOS, R.P., REIS-SANTOSA, P., COSTA,M.J., CABRAL, H.N. Connectivity between estuaries and marine environment: integrating metrics to assess estuarine nursery function. **Ecological Indicators**. 11, 1123–1133. 2011.

VASCONCELLOS, R.M.; GOMES-GONÇALVES, R.S.; SANTOS, J. N. S.; CRUZ FILHO, A. G.; ARAÚJO, F. G. Do closely related species share of feeding niche along growth? Diets of three sympatric species of the mojarras (Actinopterygii: Gerreidae) in a tropical bay in southeastern Brazil. **Environmental Biology of Fishes**, p. 949–962, 2018.

WARD, J.V. **Aquatic Insect Ecology: biology and habitat. Toronto**: John Wiley & Sons, Inc. p.438. 1992.

WHITFIELD, A. K.; ELLIOTT, M. Fishes as indicators of environment and ecological changes within estuarios: a review of progress and some suggestions for the future. **Journal of Fish Biology**, v. 61, p. 229 – 250. 1999