



Ministério da Educação
Universidade Federal de São Paulo
PRÓ-REITORIA DE GRADUAÇÃO



Ricardo Moreira de Jesus Paula

O material arribado em praias arenosas influencia a composição de comunidades bentônicas locais?

Santos/SP

2022

Ricardo Moreira de Jesus Paula

O material arribado em praias arenosas influencia a composição de comunidades bentônicas locais?

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado à Universidade Federal de São Paulo como parte dos requisitos para obtenção do título de Bacharel Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia do Mar, sob a orientação do Prof. Dr. Leonardo Querobim Yokoyama.

Santos/SP

2022

P324m Paula, Ricardo.
O material arribado em praias arenosas influencia a composição de comunidades bentônicas locais? / Ricardo Paula; Orientador Leonardo Yokoyama. -- Santos, 2022.
31 p. ; 30cm

TCC (Graduação - Bacharelado Interdisciplinar em Ciência e Tecnologia do Mar) -- Instituto do Mar, Universidade Federal de São Paulo, 2022.

1. macrofauna bentônica. 2. material arribado. 3. produtividade primária. 4. praias arenosas. 5. microfitobento. I. Yokoyama, Leonardo, Orient. II. Título.

CDD 551.46

Dedico este trabalho à minha mãe. Que sempre me incentivou a ser a minha melhor versão todos os dias, e que desistir dos meus sonhos nunca será uma opção!

AGRADECIMENTOS

Primeiramente, agradeço a Deus, por todas as oportunidades incríveis que obtive na graduação, e por todos os obstáculos que fui capaz de superar.

Agradeço ao meu orientador Leonardo Yokoyama. Por todo carinho, paciência, ensinamentos e apoio, desde a escolha do meu tema até a finalização do projeto. Definitivamente é um grande exemplo de ser humano, professor e profissional a ser seguido! Foi uma honra crescer academicamente e profissionalmente ao seu lado.

Agradeço à minha mãe Adriana Maria, por ser o grande motivo por todas minhas conquistas. Sem o apoio dela, este trabalho não estaria completo, e muito menos minha entrada na faculdade. É e sempre será a melhor pessoa que já conheci nesse mundo.

À minha vó Creuza Maria, por sempre me incentivar a estudar, e por nunca deixar faltar nada em minha vida. É a pessoa mais forte que conheço, espero ter ao menos metade dessa força um dia.

Ao meu colega Guilherme Cabral, que se tornou um grande amigo. Esteve como um segundo orientador pra mim, me ajudando muito mais do que eu precisava. Você já é, mas tenho certeza que vai se tornar um profissional extraordinário.

Agradeço às minhas amigas Stephanie de Jardim e Julia Vieira. Que foram minhas primeiras amigas da graduação, e as pessoas que fizeram com que eu não desistisse dos meus sonhos. Vocês me deram forças quando eu mesmo não tinha. Às minhas amigas Julia Sampaio e Julia Scarpino. Vocês me ensinaram que a vida precisa ser seguida com leveza, e fizeram com que eu acreditasse mais em mim mesmo. O mundo precisa de mais pessoas como vocês. Às minhas amigas Awana Fernandes e Sofia Lourenço. Vocês foram meu alicerce no EaD, suportando minhas crises e dando apoio em tantos obstáculos que precisei enfrentar. Tenho orgulho da conexão que criamos juntos. Também agradeço meus amigos Mateus Oliveira e Ronan Bedia. Temos lindos momentos juntos, e tenho certeza que tudo seria mais difícil sem a risada de vocês ao meu lado.

À FAPESP, por financiar meu projeto (Processo 2020/16042-8) e permitir que eu pudesse me tornar um pesquisador.

Por fim, agradeço a mim mesmo. Eu sempre tive dificuldades em aprender a me valorizar, mas lutei contra minhas inseguranças para chegar até aqui. O oceano é gigantesco, então eu sei que preciso aprender a navegar sozinho!

RESUMO

Ecosistemas costeiros são regiões de transição ecológica entre os ambientes marinhos e terrestres, e que apresentam disponibilidade a aportes orgânicos e inorgânicos, os quais podem favorecer a produtividade primária e abundância populacional. Entre os exemplos de aportes, existem os materiais arribados, que são normalmente carregados pela ação das ondas e possuem uma grande diversidade associada. Estes materiais desempenham um grande papel como suprimento orgânico na rede alimentar costeira, principalmente para regiões com carência de produtividade local, como algumas praias arenosas. Além disso, a decomposição do material arribado fornece nutrientes ao sedimento, além de melhorias às condições de temperatura e umidade, gerando um possível aumento na produtividade primária do microfitobento. Pesquisas sobre a composição macrofaunística do material arribado em praias são quase nulas no Brasil, enquanto que, este estudo se comporta como um dos pioneiros na análise da relação direta do material com a produtividade dos microfitobento. Neste sentido, esta pesquisa identificou a composição das comunidades macrobentônicas associadas ao material arribado, além de verificar a sua influência na produção primária microfitobentônica, na Praia da Barra do Una, litoral sul paulista. A abundância e a riqueza de espécies foram maiores nas amostras associadas ao material arribado, onde esta relação era estabelecida como *habitat*, suprimento alimentar e refúgio de predadores. As concentrações de pigmentos não diferiram entre os componentes, possivelmente sugerindo uma relação de adaptação e coexistência do microfitobento com o material. Com isso, tornou-se perceptível a importância dos materiais arribados na dinâmica de comunidades bentônicas em praias arenosas, entretanto, é inegável a insuficiência de estudos no Brasil e no Mundo. Uma vez que, ao longo do ano podem ocorrer diversas variações na aparência física, distribuição e permanência dos materiais arribados, que alteram toda dinâmica da composição associada.

Palavras-chave: macrofauna bentônica, material arribado, produtividade primária, praias arenosas, microfitobento, suprimento orgânico.

LISTA DE FIGURAS

- Figura 1:** Localização da Praia Barra do Una (círculo amarelo), área de estudo do presente trabalho, na Baixada Santista (estado de São Paulo, Brasil). Fonte do mapa: Fernanda F. R. de Oliveira.....13
- Figura 2:** Fórmulas para quantificação dos pigmentos Clorofila A (Cl_a), Clorofila B (Cl_b) e Clorofila C (Cl_c). (A) - Representa o valor extraído da literatura para o comprimento de onda específico, (V_a) - Volume de acetona, (V_f) - Volume de sedimento e (L) - Caminho óptico.....15
- Figura 3:** Comparação do tamanho médios dos grãos e do coeficiente de seleção entre os sedimentos associados ao material arribado e ao sedimento nu. Os histogramas indicam a média e as barras verticais acima dos histogramas indicam o desvio padrão da média.....17
- Figura 4:** Comparação dos valores médios para temperatura e umidade relativa do ar. Comparação entre os sedimentos associados ao material arribado e ao sedimento nu, sem diferença significativa. Os histogramas indicam a média e as barras verticais acima dos histogramas indicam o desvio padrão da média.....17
- Figura 5:** Comparação entre valores médios para as concentrações de Clorofila A e Carotenóides entre as amostras associadas ao material arribado e ao sedimento nu. Os histogramas indicam a média e as barras verticais acima dos histogramas indicam o desvio padrão da média.....18
- Figura 6:** Valores médios para os descritores de Abundância e Riqueza. Comparação entre amostras associadas ao material arribado e ao sedimento nu, apresentando diferença significativa. Os histogramas indicam a média e as barras verticais acima dos histogramas indicam o desvio padrão da média.....18
- Figura 7:** NMDS representando os padrões de estruturação dos componentes presentes nas associações com material arribado e sedimento nu.....19

LISTA DE TABELAS

- Tabela 1:** Caracterização granulométrica do sedimento amostrado sob o material arribado e o sedimento nu, com indicação do tamanho médio do grão (M_G), do coeficiente de seleção (σ_G), da classificação do tipo de areia e seletividade da amostra de acordo com Folk & Ward (1957).....16
- Tabela 2:** Relação dos níveis taxômicos identificados em função do material arribado e sedimento nu. (NI) se refere à “Espécie não identificada” e (-) indica ausência de indivíduos na amostra.....19
- Tabela 3:** Relação dos táxons em função da contribuição para dissimilaridade.....20

SUMÁRIO

1. INTRODUÇÃO	9
2. MATERIAIS E MÉTODOS	12
2.1. Ambiente de estudo	12
2.2. Amostragem e Procedimentos de Laboratório	13
2.2.1. Material Arribado e Macrofauna	13
2.2.2. Microfitobento	14
2.2.3. Parâmetros abióticos.....	15
2.3. Análise dos dados	16
3. RESULTADOS.....	16
3.1. Parâmetros Abióticos.....	16
3.2. Microfitobento e Macrofauna.....	18
4. DISCUSSÃO	20
5. CONCLUSÕES	24
6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS.....	25

1. INTRODUÇÃO

Ecosistemas costeiros são regiões de transição ecológica entre os ambientes marinhos e terrestres (Lopes *et al.*, 2007), fornecendo uma grande diversidade de serviços ecossistêmicos. Estes locais possuem grande importância para manutenção da biodiversidade, pois abrigam, fornecem alimento e dão suporte à reprodução de diversos seres vivos (Gerling *et al.*, 2016). Fora isso, também são essenciais do ponto de vista antrópico, através da alimentação, proteção costeira à ação de ondas, lazer e atividades turísticas (Santos & Silva, 2012). Por outro lado, considerando o ambiente transitório em que estão inseridos, estes ambientes apresentam suscetibilidade a aportes orgânicos e inorgânicos, tanto de origem marinha como terrestre, diferentemente do mar aberto, que depende de recursos endógenos, como a ciclagem de nutrientes ou fenômenos de ressurgência (Leão, 2004; Odum, 2007). Fatores como produtividade e abundância populacional podem ser favorecidas pelos aportes em ambientes costeiros, através de processos como ressurgências costeiras, escoamento de águas subterrâneas, descargas fluviais, drenagem terrestre por influência pluvial e remineralizações bênticas e pelágicas (Aidar *et al.*, 1993; Odum, 2007). Além destes, a chegada de material originado de outros ecossistemas (costeiros e/ou continentais) é de suma importância para ambientes costeiros, pois é um suprimento orgânico e inorgânico que desempenha grande papel sobre a rede alimentar costeira, principalmente para regiões com grande carência de produtividade endógena, como algumas praias arenosas (Dugan *et al.*, 2011).

As praias arenosas são ecossistemas costeiros e dinâmicos, influenciados pelo tipo de sedimento, regime de marés e ondas. Entre elas, algumas têm como característica a baixa presença de produção primária residente (Griffiths *et al.*, 1983; Dugan *et al.*, 2011), pois o fitoplâncton e a microflora bentônica local não são suficientes para subsidiar toda fauna praiaral (Gonçalves & Marques, 2011), limitando-se aos organismos suspensívoros da zona infralitoral da praia. A carência desta produtividade impede a fixação de macrófitas e o acréscimo de agrupamentos de diatomáceas bentônicas no sedimento (Griffiths *et al.*, 1983), ou a sobrevivência de qualquer outro organismo fotossintetizante na areia seca (Brown, 1964). Desta maneira, fontes externas de matéria orgânica são importantes, como o caso do material arribado que se dispõe sobre a linha de deriva de algumas praias (Dugan *et al.*, 2003). Estes materiais são caracterizados pelo acúmulo de materiais orgânicos produzidos por ecossistemas adjacentes que chegam à praia carregados por marés, vento e ondas, e em eventos de tempestade (Baring *et al.*, 2014; Do Nascimento Santos *et al.*, 2017). Os materiais arribados são compostos principalmente por algas e ervas marinhas, mas as variantes regionais criam uma diversidade muito grande entre

os componentes (Colombini *et al.*, 2009), como a presença de organismos vivos e mortos, detritos marinhos e terrestres, e por vezes materiais antrópicos (Ruiz-Delgado *et al.*, 2014). Alguns destes componentes presentes no material arribado, pode ainda funcionar como principal subsídio para o recurso alimentar dos habitantes locais da assembleia macrofaunal (Jaramillo, 2006).

A macrofauna bentônica de praias arenosas – principalmente anfípodes e isópodes – é intensamente associada ao material arribado (Olabarria *et al.*, 2007; Gonçalves & Marques, 2011; MacMillan & Quijón, 2012; Ruiz-Delgado *et al.*, 2014). Em praias onde este aporte é comum, estudos revelam que 40% das espécies de invertebrados que vivem em praias dependem desses materiais (Spiller *et al.*, 2010; Explore Beaches, 2020). Uma pesquisa em praias chilenas revelou que sedimentos recobertos por material arribado apresentam maior abundância de macrobentos quando comparadas com sedimentos nus, de modo que o material arribado aumenta em 56 vezes a abundância média de anfípodes talitrídeos e 14 vezes a de isópodes tilídeos (Jaramillo, 2006). Essa abundância macrofaunal é favorecida quando o material arribado é recém depositado e úmido, gerando microhabitats que são importantes para a proteção, abrigo e alimentação dos táxons marinhos (Colombini *et al.*, 2009). Porém, quando o material está exposto ao ambiente por mais tempo, tornando-se desidratado, a tendência é que beneficie táxons que residem exclusivamente na região seca do sedimento, como insetos coleópteros e dípteros, que colonizam o material arribado (Ruiz-Delgado *et al.*, 2014). Sendo assim, a associação entre a fauna e o material arribado é de grande importância, pois o sedimento da zona supralitoral de algumas praias é desprovido de plantas ou algas que serviriam como recurso alimentar e/ou proteção, e conseqüentemente gerando aumento na abundância (Jaramillo, 2006; Ince *et al.*, 2007). E esta relação se aprofunda pela teia alimentar, onde os detritívoros presentes no material arribado podem ser consumidos por predadores, como aracnídeos e caranguejos, e estes por sua vez predados por lagartos e pássaros, favorecendo a teia trófica praial (Ince *et al.*, 2007).

Durante o período em que o material arribado fica depositado sobre a face da praia, ele passa por diversos processos que causam sua decomposição, como fragmentação por detritívoros, erosão e desidratação (Olabarria *et al.*, 2007; MacMillan & Quijón, 2012). A decomposição é essencial para a posterior liberação de nutrientes (Koop *et al.*, 1982; Rossi & Underwood, 2002), como verificado por Spiller *et al.* (2010) em algumas praias das Bahamas. Os autores constataram um “Efeito Fertilizante”, no qual plantas terrestres perto do material arribado cresceram 70% mais rápido que as plantas sem o material nas proximidades. Os

nutrientes liberados pela decomposição podem ser usados pelo microfitobento, além de estimular o crescimento de bactérias locais (Rossi & Underwood, 2002), consequentemente auxiliando no aumento da camada de biofilmes – a união entre o microfitobento e as bactérias cria esta comunidade biológica, que é de grande importância para interações ecológicas, como proteção, acessibilidade nutricional e estabilidade de microambientes (Berlanga, & Guerrero, 2016). Rossi & Underwood (2002) afirmam que apesar do sombreamento causado pelo material arribado depositado sobre o sedimento, e que possivelmente influenciaria em taxas fotossintéticas do microfitobento, a biomassa destes organismos foi constante entre o sedimento coberto e não coberto pelo material, sugerindo uma relação de adaptação e coexistência com o material.

O microfitobento é influenciado e distribuído pelo substrato marinho de acordo com fatores abióticos, como temperatura, salinidade e principalmente intensidade solar (Jesus *et al.*, 2009). Quanto maior for a coluna d'água sobre o microfitobento, menor será a incidência de luz solar e consequentemente menor produtividade primária do grupo (Parreira *et al.*, 2012). Alguns destes fatores abióticos – que contemplam o desenvolvimento do microfitobento – foram relacionados ao material arribado, em um estudo na costa da Somália. Colombini *et al.* (2009) constataram que a camada inferior do material utilizado no estudo apresentou grande proporção de salinidade e umidade, e com tendência à temperatura do material ser constante e superior ao do ar. Pesquisas referentes à influência direta do material arribado sobre a produtividade do microfitobento se encontram insuficientes, apenas com informações escassas sobre biomassa microfitobentônica (Rossi & Underwood, 2002). Entretanto, acredita-se que a conexão entre a liberação de nutrientes oriundas da decomposição e as condições de umidade, temperatura e salinidade fornecidas pelo material arribado, podem ser possíveis fatores para o aumento da produção primária de microfitobento.

A permanência do material arribado em praias é muito influenciado por fatores antrópicos. Praias muito urbanizadas, com grande frequência turística, têm por tendência a frequente remoção mecânica de sedimento nas zonas entremarés e supralitoral, justificado pela obtenção de uma estética mais apreciada pelos turistas (Schooler *et al.*, 2019). Esse processo resulta na eliminação do material arribado, uma vez que a parte vegetal é confundida com resíduos sólidos, e na remoção da fauna associada (Dugan *et al.*, 2003; Schooler *et al.*, 2019). Logo, praias menos urbanizadas, com menor visitação e menor frequência ou mesmo ausência de remoção mecânica, são passíveis a uma maior preservação biológica pela permanência do material arribado (Noriega *et al.*, 2012). Na costa sul da Califórnia, Dugan *et al.* (2003) constataram que em praias sem o tratamento de limpeza foi observado em média de 0,03 a 9,61% de cobertura

de material arribado, enquanto que em praias tratadas a média variou de 0,14 a 0,43%. Com isso, quando o local é acessível à chegada do material, diversos elementos podem compor o material arribado, entretanto, no Brasil, pesquisas sobre a composição do material arribado em praias são escassas. Desta maneira, para estimar os efeitos da inserção do material arribado nas praias brasileiras, é necessário o conhecimento prévio de suas características específicas em diferentes localidades.

A Praia da Barra do Una é uma região viável para as questões circundantes ao material arribado em praias arenosas. Ela está localizada a cerca de 100km de distância do Porto de Santos, mas mantém alto grau de preservação, fazendo parte da pequena parcela da cobertura vegetal primitiva que ainda resta no estado de São Paulo. Grande parte dessa conservação é resultado da sua localização dentro de um parque estadual, a Estação Ecológica Jureia-Itatins, Litoral Sul do estado de São Paulo, que controla a entrada de visitantes, evitando a problemática da atividade turística intensa. Além disso, o local é associado a outros ecossistemas, como matas de restingas, mata ciliar, banhados, manguezais, campos de altitude e mata pluvial tropical de planície e de encosta (Guia de Áreas Protegidas, 2020); ademais, a praia ainda cruza com o Rio Una do Prelado (Unidades de conservação no Brasil, 2020). Desta forma, há uma grande variedade de fontes de materiais externos à praia.

Visando ampliar o conhecimento sobre o material vegetado arribado em praias arenosas para a costa brasileira, o presente projeto pretende identificar a composição das comunidades macrobentônicas presentes neste material, além de analisar a produtividade microfitobentônica associada a ele, na Praia da Barra do Una. Para tanto, pretende-se testar as seguintes hipóteses: 1 - A abundância da macrofauna bentônica será maior e a composição da comunidade mais diversa quando associada ao material, em comparação com o sedimento nu; 2 - Acredita-se que ocorrerá aumento de produção primária na assembleia microfitobentônica, abaixo ou próximo do material arribado, uma vez que parâmetros ambientais como temperatura, umidade e salinidade poderão estar positivamente relacionados com a produtividade primária.

2. MATERIAIS E MÉTODOS

2.1. Ambiente de estudo

As amostragens ocorreram na Praia da Barra do Una, a qual fica situada na Estação Ecológica Jureia-Itatins, possuindo 84.425.000 hectares de extensão, e é banhada pela bacia hidrográfica do Rio Una do Prelado. A estação se encontra a 200km da cidade de São Paulo, no

litoral sul paulista ($24^{\circ}26'37.0''S$ $47^{\circ}04'45.9''W$) (Sanches, 2004), região sudeste do Brasil (Fig. 1). A Estação Ecológica contempla quatro cidades da região do Vale do Ribeira: Iguape, Peruíbe, Miracatu e Itariri. Além disso, abriga uma grande diversidade de ecossistemas naturais, que constituem seu bioma da Mata Atlântica. A praia apresenta uma morfodinâmica dissipativa, que varia com uma granulometria de fina a muito fina, com sedimento de baixo teor de matéria orgânica (Petracco *et al.*, 2015).

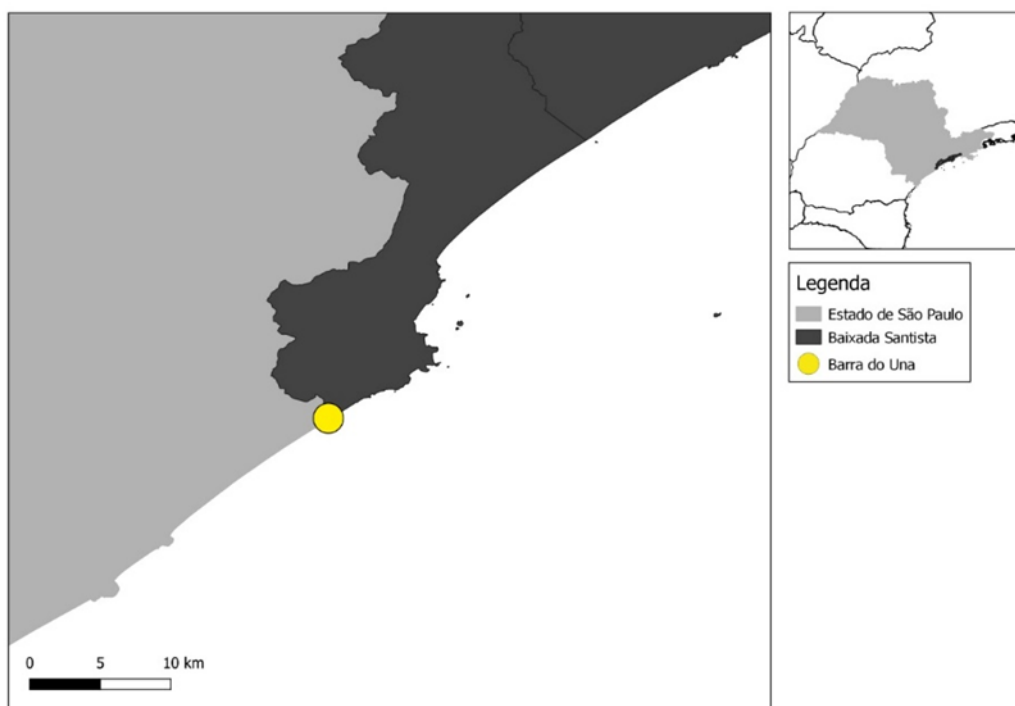


Figura 1: Localização da Praia Barra do Una (círculo amarelo), área de estudo do presente trabalho, na Baixada Santista (Estado de São Paulo, Brasil). Fonte do mapa: Fernanda F. R. de Oliveira.

2.2. Amostragem e Procedimentos de Laboratório

2.2.1. Material Arribado e Macrofauna

Para analisar a composição da macrofauna associada ao material arribado, inicialmente 10 porções de material arribado de tamanhos similares foram aleatoriamente amostradas na região do supralitoral. A fim de evitar influências decorrentes da posição das porções de material arribado ao longo da altura da praia, tomou-se cuidado para que o material estivesse no mesmo nível em relação ao limite superior da maré alta. Um amostrador cilíndrico de 30cm de diâmetro por 20cm de altura foi utilizado para envolver o material. Para evitar a fuga dos organismos, a extremidade oposta, que estava em contato com o sedimento, foi vedada com uma tela de 0,5mm

de malha. Inicialmente, o amostrador não foi enterrado e, com o auxílio de uma espátula, o material arribado e a fauna foram amostrados e rapidamente ensacados. Após a retirada da vegetação, amostras de sedimento superficial (2-3 cm) foram coletadas com auxílio do mesmo amostrador cilíndrico de 30cm de diâmetro. De maneira similar, também foram coletadas amostras de sedimento sem material arribado à cerca de 1m de distância de cada porção vegetada, totalizando 10 amostras de sedimento nu. Posteriormente, o sedimento coletado foi lavado em água do mar com o auxílio de uma peneira com abertura de 0,5mm e os organismos retidos foram fixados e conservados em álcool 70%.

No laboratório, todas as amostras vegetadas foram verificadas quanto à presença de macrofauna bentônica. Inicialmente, os restos de vegetação foram lavados em água corrente sob uma peneira com malha de 0,5 mm. O sedimento proveniente do material vegetado também foi lavado na mesma peneira. Quando necessário, o material foi observado em um microscópio estereoscópio em busca de organismos ainda presos entre folhas, galhos e raízes. Todos os organismos retidos na peneira foram fixados e conservados em álcool 70%. A macrofauna bentônica do material arribado e do sedimento nu foi identificada até o nível taxonômico mais específico possível através da utilização de um microscópio estereoscópio. Por fim, os organismos foram contabilizados, para mensurar a abundância.

2.2.2. Microfitobento

Para analisar o efeito do material arribado na produtividade primária de microfitobento, 20 unidades amostrais foram estabelecidas aleatoriamente na região do supralitoral, sendo 10 para o sedimento nu e 10 para o material arribado. Cada amostra de sedimento foi coletada com auxílio de um amostrador cilíndrico de 2cm de diâmetro, enterrado a uma profundidade de 2cm. No caso das amostras associadas ao material arribado, o sedimento foi extraído da região central, abaixo do material. Posteriormente, as amostras foram armazenadas em um recipiente escuro e congeladas, para evitar a degradação da clorofila.

No laboratório, em cada uma das 20 amostras de microfitobento foi adicionado 10ml de acetona 90%, por um período de 24 horas e armazenadas em geladeira com ausência de luz. Para extração dos pigmentos fotossintetizantes, após a incubação, as amostras foram centrifugadas à 4000 rpm durante 15 minutos. Posteriormente, o conteúdo sobrenadante foi analisado em espectrofotômetro utilizando os comprimentos de onda de 480, 510, 630, 647 e 664 nm para realizar a leitura das concentrações obtidas. Consecutivamente, o procedimento de Jeffrey & Humphrey (1975) foi utilizado para calcular as concentrações de clorofila, e a técnica de Hamilton *et al.* (1984) para calcular as concentrações de carotenoides (Fig. 2). As amostras

que apresentaram concentrações negativas de pigmentos, após a espectrofotometria, foram excluídas das análises, uma vez que indicam valores muito baixos para serem quantificados corretamente pelo equipamento.

$$\begin{aligned}
 Cl_a \left(\frac{mg}{m^3} \right) &= [11,85 * A(664) - 1,54 * A(647) - 0,08 * A(630)] * \left[\frac{Va}{Vf * L} \right] \\
 Cl_b \left(\frac{mg}{m^3} \right) &= [21,03 * A(647) - 5,43 * A(664) - 2,66 * A(630)] * \left[\frac{Va}{Vf * L} \right] \\
 Cl_c \left(\frac{mg}{m^3} \right) &= [24,52 * A(647) - 1,67 * A(664) - 7,60 * A(647)] * \left[\frac{Va}{Vf * L} \right] \\
 Carotenoides \left(\frac{mg}{m^3} \right) &= [7,6 * A(480) - 1,49 * A(510)] * \left[\frac{Va}{Vf * L} \right]
 \end{aligned}$$

Figura 2: Fórmulas utilizadas para quantificação dos pigmentos Clorofila A (*Cl_a*), Clorofila B (*Cl_b*) e Clorofila C (*Cl_c*). (*A*) - Representa o valor extraído da literatura para o comprimento de onda específico, (*V_a*) - Volume de acetona, (*V_f*) - Volume de sedimento e (*L*) - Caminho óptico.

2.2.3. Parâmetros abióticos

Possíveis influências do material arribado nos parâmetros abióticos foram avaliados. Um higômetro foi utilizado para mensurar a temperatura e a umidade relativa do ar próximas às porções vegetadas e do sedimento nu (a cerca de 1 m de distância do material arribado). Desta maneira, foram obtidas 20 medições para cada um dos dois parâmetros, sendo 10 associadas ao material arribado e 10 ao sedimento nu. Para caracterizar o sedimento sob o material arribado e no sedimento nu, 6 porções de sedimento (3 para cada um dos dois componentes) foram amostradas com o auxílio de um amostrador cilíndrico de 5 cm de diâmetro, enterrado a uma profundidade de 10 cm para avaliação da granulometria e a concentração de matéria orgânica. O sedimento foi ensacado, identificado e imediatamente congelado para posterior processamento em laboratório.

No laboratório, a análise granulométrica foi feita utilizando a metodologia tradicional de peneiramento (Suguio, 1973). O sedimento foi seco na estufa a uma temperatura de 160°C durante 12 horas, após isso, pesou-se 50g do sedimento seco e o submeteu a peneiramento, através de um gradiente de peneiras com malhas de abertura de 1000 µm, 500 µm, 250 µm, 125 µm, 90 µm e 63 µm, sob vibração por um período de 15 minutos. Ademais, para quantificação da porcentagem de matéria orgânica, foi utilizado cerca de 35g de sedimento que sofreu calcinação em mufla a 550°C por 3 horas, e posteriormente pesado para adquirir o peso livre de cinzas (PSLC). A proporção de matéria orgânica na amostra de sedimento é representada através da diferença entre o peso inicial e o PSLC (Goldin, 1987), que é representado por:

$$MO (\%) = \frac{(P - (T - C)) \times 100}{P}$$

no qual, “P” é representado pelo Peso Inicial do sedimento (g), “T” é o peso seco livre de cinzas + Peso do Cadinho (g), enquanto que, “C” é o Peso do Cadinho (g).

2.3. Análise dos dados

Diferenças nos parâmetros abióticos (tamanho do grão, coeficiente de seleção, temperatura do ar e umidade relativa do ar) e bióticos (concentração de clorofila e carotenóides, abundância de indivíduos e riqueza de espécies) foram avaliadas por meio de um teste t de Student. Os dados foram verificados previamente quanto à normalidade e homogeneidade de variâncias. Variações nos padrões de estruturação das assembleias foram comparadas por meio de uma Análise de Similaridade (ANOSIM), a partir da construção de uma matriz de presença-ausência usando a distância de Jaccard. Os padrões foram representados em uma nMDS para avaliar diferenças entre o material arribado e o sedimento nu. Uma Análise de Porcentagem de Similaridade (SIMPER) foi aplicada aos dados para entender quais grupos foram responsáveis pelas diferenças entre os locais (Orichio *et al.*, 2016).

3. RESULTADOS

3.1. Parâmetros Abióticos

O sedimento das amostras foi caracterizado como areia fina, e com grau de seleção variando entre bem e moderadamente bem selecionado (Tabela 1). Não houve diferenças significativas no tamanho do grão (Material arribado: 134,00 $\mu\text{m} \pm 13,16$; Sedimento nu: 125,83 $\mu\text{m} \pm 3,46$; $t = 1,0393$; $p = 0,18628$) e no coeficiente de seleção (Material arribado: $1,41 \pm 0,06$; Sedimento nu: $1,42 \pm 0,06$; $t = -0,2374$; $p = 0,43791$) entre os dois agrupamentos analisados (Fig. 3). A mesma tendência foi observada para o teor de matéria orgânica (Material arribado: $1,18 \pm 1,43$; Sedimento nu: $0,38 \pm 1,65$; $t = 1,2449$; $p = 0,092882$).

Tabela 1: Caracterização granulométrica do sedimento amostrado sob o material arribado e o sedimento nu, com indicação do tamanho médio do grão (M_G), do coeficiente de seleção (σ_G), da classificação do tipo de areia e seletividade da amostra de acordo com Folk & Ward (1957).

Amostras	M_G (μm)	σ_G (μm)	Classificação da Areia	Classificação da Seleção
Material arribado 1	126,4	1,375	Fina	Boa
Material arribado 2	126,4	1,373	Fina	Boa
Material arribado 3	149,2	1,478	Fina	Moderamente

Sedimento nu 1	128,4	1,484	Fina	Moderamente
Sedimento nu 2	121,9	1,413	Fina	Boa
Sedimento nu 3	127,2	1,364	Fina	Boa

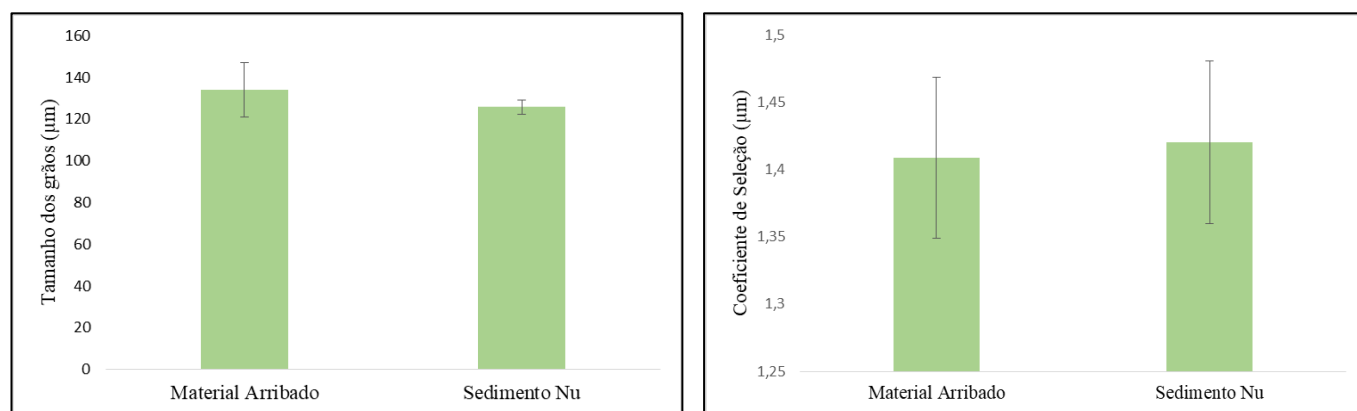


Figura 3: Comparação do tamanho médios dos grãos e do coeficiente de seleção entre os sedimentos associados ao material arribado e ao sedimento nu. Os histogramas indicam a média e as barras verticais acima dos histogramas indicam o desvio padrão da média.

Também não foi observada diferença significativa para a temperatura (Material arribado: $23,05^{\circ}\text{C} \pm 1,20$; Sedimento nu: $22,45^{\circ}\text{C} \pm 0,78$; $t = 1,3223$; $p = 0,05$) e para a umidade relativa (Material arribado: $84 \pm 2,58$; Sedimento nu: $85 \pm 2,36$; $t = -0,9045$; $p = 0,063923$) entre os dois componentes abordados (Fig. 4).

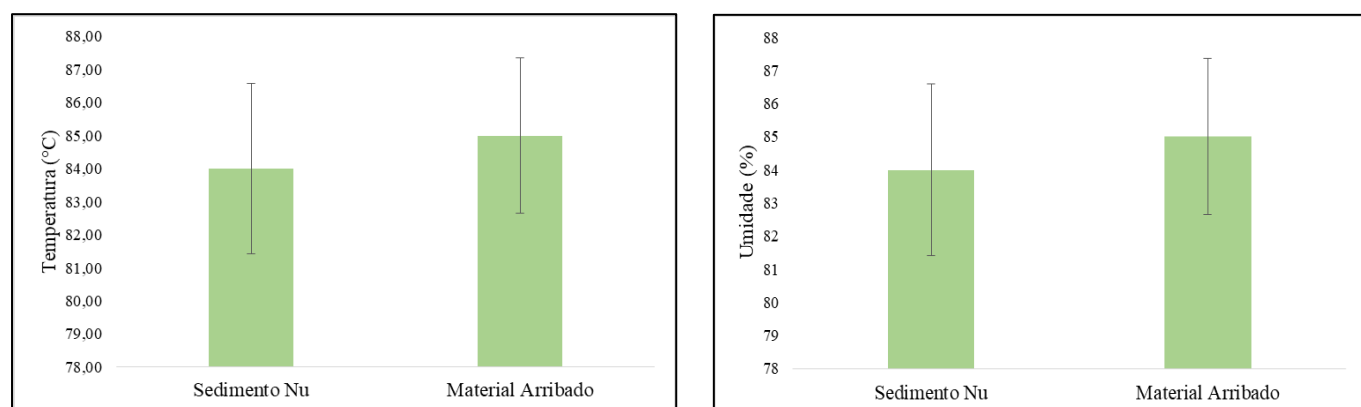


Figura 4: Comparação dos valores médios de temperatura e umidade relativa do ar entre os sedimentos associados ao material arribado e ao sedimento nu. Os histogramas indicam a média e as barras verticais acima dos histogramas indicam o desvio padrão da média.

3.2. Microfitobento e Macrofauna

Em relação as concentrações de Clorofila A (Material arribado: $104,22 \pm 106,92$; Sedimento nu: $104,21 \pm 140,42$; $t = 0,0001$; $p = 0,5$) e Carotenóides (Material arribado: $104,22 \pm 106,92$; Sedimento nu: $104,21 \pm 140,42$; $t = 0,0001$; $p = 0,5$), não houveram diferenças significativas, em relação às amostras associadas ao material arribado e ao sedimento nu (Fig. 5).

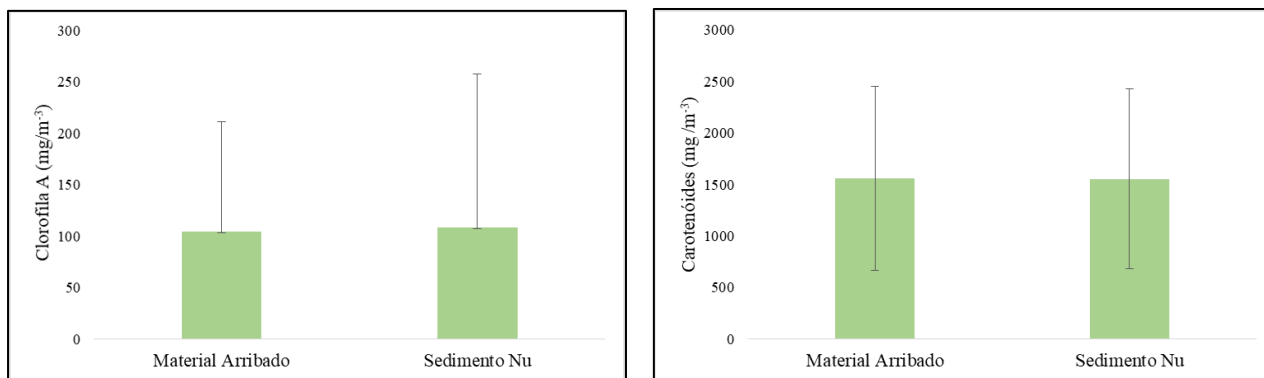


Figura 5: Comparação entre valores médios para as concentrações de Corofila A e Carotenóides entre as amostras associadas ao material arribado e ao sedimento nu. Os histogramas indicam a média e as barras verticais acima dos histogramas indicam o desvio padrão da média.

Em termos de macrofauna, no total, foram registrados 660 organismos, dos quais, 99,39% destes indivíduos estavam associados ao material arribado e apenas 0,61% ao sedimento nu. A abundância (Material arribado: $65,60 \pm 27,40$; Sedimento nu: $0,40 \pm 0,70$; $t = 75,215$; $p = 0,00583$) e a riqueza (Material arribado: $3,10 \pm 1,37$; Sedimento nu: $0,30$; $z = 22,506$; $p = 0,024412$) foram significativamente maiores nas amostras associadas ao material arribado (Fig. 6). E dos organismos associados às porções vegetadas, 93,14% faziam parte de Crustacea, 6,55% Insecta, 0,15% Polychaeta e 0,15% referente a um indivíduo não identificado. Em relação ao sedimento com superfície nu, foram encontrados apenas 4 organismos pertencentes a Crustacea, representando 100% da composição (Tabela 2).

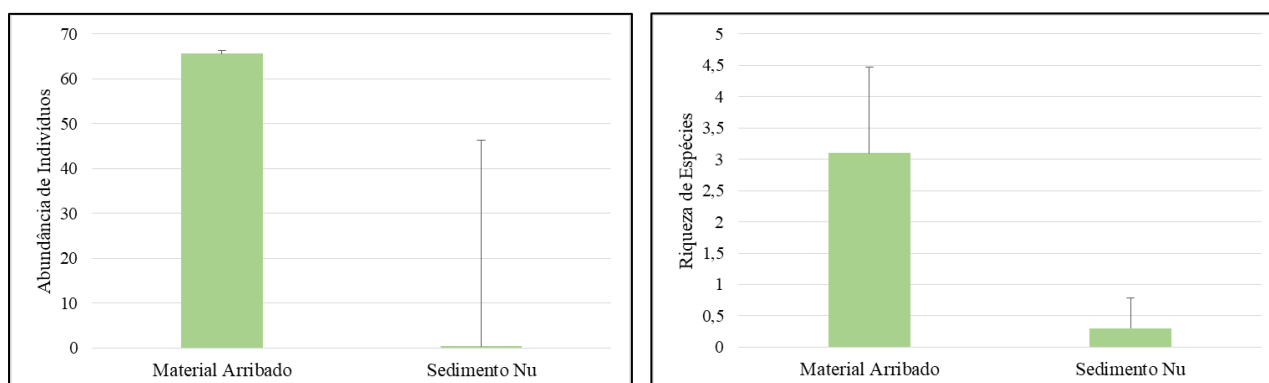


Figura 6: Valores médios para os descritores de Abundância e Riqueza. Comparação entre amostras associadas ao material arribado e ao sedimento nu, apresentando diferença significativa. Os histogramas indicam a média e as barras verticais acima dos histogramas indicam o desvio padrão da média.

Tabela 2: Relação dos níveis taxômicos identificados em função do material arribado e sedimento nu. (NI) se refere à “Espécie não identificada” e (-) indica ausência de indivíduos na amostra.

Táxon Superior	Táxon Refinado	Material Arribado	Sedimento Nu
Crustacea	Talitridae	60,3 ± 25,60	-
Crustacea	Portunoidea	0,1 ± 0,32	-
Crustacea	<i>Exciorolana</i>	0,4 ± 0,97	0,4 ± 0,70
Crustacea	Ingolfiellidae	0,1 ± 0,32	-
Crustacea	Decapoda	0,2 ± 0,42	-
Insecta	<i>Phaleria</i>	3,4 ± 7,35	-
Insecta	<i>Labidura</i>	0,3 ± 0,67	-
Insecta	Formicidae	0,1 ± 0,32	-
Insecta	Curculionidae	0,1 ± 0,32	-
Insecta	Psocoptera	0,4 ± 0,70	-
Annelida	Nereidae	0,1 ± 0,32	-
-	NI	0,1 ± 0,33	-

A composição da fauna nos dois compartimentos avaliados apresentou diferença significativa (ANOSIM $R = 0,8792$; $p = 0,0035$). O padrão de composição da macrofauna associada ao material arribado apresentou grande variação (Fig. 7), ao passo que a composição do sedimento nu foi altamente similar entre as amostras. Os táxons associados ao material arribado se distribuem de maneira heterogênea, enquanto que, os táxons associados ao sedimento nu, se encontram agrupados. Também é possível notar que, o Gênero *Exciorolana* sp., e a Família **Portunoidea** são os maiores táxons responsáveis pelas discrepâncias espaciais na análise (Fig.7).

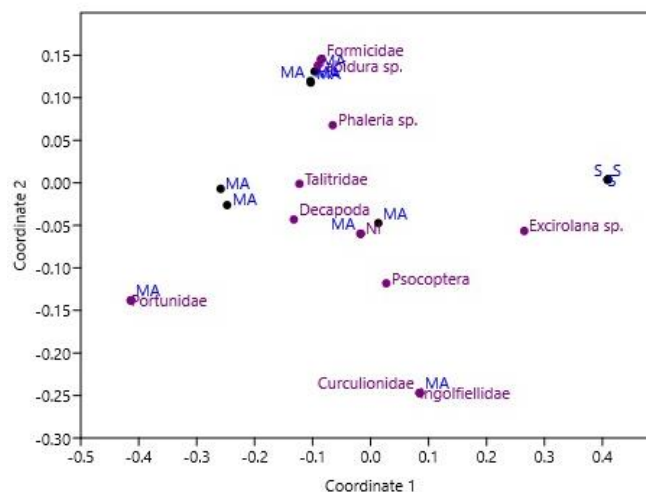


Figura 7: Escala Multidimensional Não-Métrica (NMDS), representando os padrões de estruturação dos componentes presentes nas associações com material arribado e sedimento nu.

Com relação aos táxons responsáveis pelas dissimilaridades entre os compartimentos, temos que Talitridae, *Excirrolana* sp. e *Phaleria* sp. foram os maiores contribuintes, com 29,5%, 25,54% e 16,01 % de contribuição, respectivamente (Tabela 3).

Tabela 3: Relação dos taxóns em função da contribuição para dissimilaridade.

Táxons	Contribuição (%)	Cumulatividade (%)
Talitridae	29,5	29,5
<i>Excirrolana</i>	25,54	55,04
<i>Phaleria</i>	16,01	71,04
Psocoptera	5,755	76,8
Decapoda	5,396	82,19
<i>Labidura</i>	4,856	87,05
Nereidae	2,698	89,75
Portunoidea	2,698	92,45
Formicidae	2,158	94,6
NI	1,799	96,4
Curculionidae	1,799	98,2
Ingolfiellidae	1,799	100

4. DISCUSSÃO

Não houveram diferenças significativas nas características físicas abordadas entre as amostras associadas ao material arribado e ao sedimento nu, compreendendo-se que os fatos físicos deste estudo não causaram interferências na composição faunística dos componentes analisados, evidenciando a influência direta das porções de material arribado sobre os organismos triados. De acordo com McLachlan (1996), fatores físicos estão intrinsecamente relacionados com a abundância e riqueza de espécies em praias arenosas, pois são ambientes instáveis, sofrendo interferências de uma vasta gama de fatores abióticos. Especialmente em relação aos organismos bentônicos, que possuem estratégias adaptativas para este tipo de ambiente, e as mudanças em características físicas podem representar alteração na distribuição da fauna, ou até mesmo na presença destes organismos, uma vez que, vivem e se alimentam dentro, sobre, e próximo aos sedimentos, respondendo de forma mais direta às alterações ambientais (Goulart, 2003). Como exemplo da influência desta alteração, e a importância da individualização de compartimentos ambientais para análise de impactos, é possível citar que

as praias arenosas com grãos finos são capazes de reter uma maior quantidade de água no sedimento, protegendo organismos bentônicos da dessecação e auxiliando na absorção da matéria orgânica, e inversamente, as praias que possuem grãos grossos, detém uma facilidade maior em drenar água, possuindo um sedimento menos úmido e desfavorecendo à presença de organismos, quando comparadas a sedimentos mais finos (Defeo, 2005; Lepka, 2008). Se a metodologia deste trabalho tivesse sido aplicada em uma praia refletiva, possivelmente os resultados que fossem obtidos poderiam não refletir a atuação correta dos materiais arribados sobre a fauna, através de fatores físicos como a declividade e a granulometria grosseira. Desta maneira, o estudo se propôs a avaliar os efeitos de alguns parâmetros abióticos isoladamente dos parâmetros biológicos em uma praia dissipativa, embasando a influência dos materiais arribados sobre as comunidades bentônicas, tendo em vista que não houveram diferenças no sedimento entre os dois componentes analisados.

Em relação ao compartimento biológico, determinou-se que a abundância e a riqueza foram maiores nas amostras associadas ao material arribado. Estes resultados estão atrelados com hipóteses levantadas por Ince (2007), onde as porções vegetadas servem como *habitat* e refúgio de predadores da macrofauna. Ademais, de acordo com Dugan (2003) e Blanche (1992), é mencionado que entradas alóctones de matéria orgânica em praias arenosas, como materiais arribados, funcionam como importante recurso alimentar para a comunidade macrofaunística local. Isso se enquadra nas observações do estudo, pois das 10 amostragens que foram associadas ao sedimento nu, apenas 2 apresentaram organismos associados, evidenciando a importância do material arribado como elemento essencial na distribuição faunística, especialmente no supralitoral. Como indicado por Golçaves (2011) e Inglis (1989), as porções vegetadas subsidiam especialmente organismos do supralitoral, uma vez que, praias arenosas carecem de produção primária residente, devido a insuficiência do fitoplâncton e a microflora bentônica no subsídio de toda fauna praial, pois é evidente como o sedimento de praias arenosas muitas vezes não favorece o crescimento de plantas terrestres, que serviriam como suprimento alimentar para espécies do supralitoral. Menos de 1% dos organismos triados estavam associados ao sedimento nu, e de acordo com Stewart (2003) e Dammhahn & Kappeler (2008), em ambientes onde o suprimento alimentar é constante espacialmente, a separação do nicho alimentar será mais evidente entre as espécies ecologicamente semelhantes (culminando em menos competição por recursos), ou seja, indo de encontro com os resultados obtidos pelo estudo, onde o sedimento nu não oferece pontos específicos de subsídio como as porções vegetadas, favorecendo a baixa abundância de indivíduos nestas amostras. Somado a isso, o supralitoral é um ambiente menos propício a vida, onde só há a chegada da água marinha por

meio de borrifamentos e possui maior incidência solar, exigindo adaptações dos organismos associados (Nybakken, 1997). Em contrapartida, mais de 99% dos organismos triados estavam associados ao material arribado, e como também indicado por Stewart (2003), insumos alóctones em ambientes subsidiados, como as praias arenosas, acabam permitindo o agregamento de muitos indivíduos como foi observado neste estudo, no qual, estes indivíduos buscam forragear os recursos disponíveis. Sendo assim, a presença do material arribado favorece o acúmulo destes organismos, em comparação com sedimentos de superfície nu, que apresentaram valores de abundância e riqueza muito menores.

Entre os 656 indivíduos encontrados em associação com o material arribado, 93,14% eram representados por crustáceos. E entre os crustáceos, 98,05% se referem à anfípodes talitrídeos. Estes dados corroboram com informações presentes na literatura, no qual, é mencionado extensivamente a colonização da Família Talitridae em materiais arribados em outras regiões do mundo (Griffiths & Stenton-Dozey, 1981; Marsden, 1991; Colombini *et al.*, 2000). De acordo com Colombini (2000), os talitrídeos detém uma preferência alimentar por material arribado fresco, entretanto, nossas amostragens foram feitas com materiais já secos e depositados no supralitoral. Desta maneira, possivelmente, materiais mais recentes podem apresentar uma abundância ainda mais elevada destes indivíduos. O estudo de Adin & Riera (2003), indicou altas taxas de consumo de 71% a 95% do total de biomassa de algas arribadas em praias arenosas pela ação de talitrídeos. E Bouslama (2007) menciona que esta associação não ocorre apenas por hábito alimentar, mas também está relacionado a um comportamento em procura de proteção contra a dessecação e predadores diurnos. Mediante a estas informações extraídas da literatura, e os resultados obtidos pelo estudo, é perceptível como os anfípodes talitrídeos seriam indivíduos com grande representatividade na composição das amostras associadas aos materiais arribados, já que são favorecidos em todo seu nicho ecológico.

O segundo táxon mais representativo na composição do material arribado foi *a Phaleria* sp., correspondendo a 5,18% da composição. No qual, esperava-se que houvesse a presença de insetos associados ao componente citado, principalmente em relação aos coleópteros (sendo a ordem correspondente ao gênero *Phaleria*), que são numerosos em praias arenosas (Brown & McLachlan, 1990). E de acordo com Dugan (2003), os insetos em geral, parecem ser influenciados em sua distribuição e abundância em função da presença de porções vegetadas, mediante a composição e a quantidade destas porções. Ademais, ao que tudo indica, *Phaleria* sp. não foi beneficiada apenas por ser distribuída na região do supralitoral, onde ocorreram as amostragens, mas sim, também pelo seu hábito alimentar. Estes indivíduos são insetos

necrófagos e se alimentam de algas e plantas arribadas em processo de decomposição (Ruiz-Delgado *et al.*, 2014). Possivelmente, materiais arribados com longas taxas de deposição na areia, e conseqüentemente altas taxas de decomposição, devem promover uma maior abundância de insetos necrófagos, até mesmo superando os anfípodos talitrídeos que foram dominantes neste estudo, uma vez que, o material arribado passa por diversas modificações físicas ao longo do tempo, permitindo que ocorram diferentes colonizações faunísticas nestes materiais, como também citado por Ruiz-Delgado (2014).

As concentrações de pigmentos fotossintetizantes da comunidade microfitobentônica não apresentou diferenças significativas entre os dois componentes analisados. Na literatura, não há estudos que avaliem os impactos dos materiais arribados sobre a produtividade microfitobentônica, no qual, este trabalho se apresenta como um dos estudos pioneiros nesta análise. Ademais, existem pesquisas que indicam a influência das porções vegetadas sobre condições abióticas, como temperatura e umidade, que são fatores decisivos na concentração de pigmentos (Colombini *et al.*, 2009; Parreira *et al.*, 2012). Apesar disso, o presente estudo evidenciou que não há diferenças significativas entre os parâmetros abióticos entre o sedimento nu e o sedimento com material, então, estas características não beneficiaram o microfitobento. De acordo com Speybroeck (2008), prevê-se pouca concentração de pigmentos microfitobentônicos na zona do infralitoral, devido à turbidez nesta faixa (pela movimentação da água), somado a isso e aos parâmetros abióticos que não esboçaram diferenças, seria previsto que na região do supralitoral (com a presença do material arribado como cobertura, ou seja, menor incidência de luz), esta concentração seria ainda menor. Porém, a concentração dos pigmentos não diferiu entre os dois componentes, indo de encontro com as conclusões levantadas por Rossi & Underwood (2002), onde, apesar do sombreamento causado pelo material depositado sobre o sedimento, a produtividade seria constante em comparação com o sedimento nu, sugerindo uma relação de adaptação e coexistência com o material. Uma hipótese para explicar a mesma proporção de produtividade primária para os dois componentes, seria em relação a decomposição do material arribado, no qual, ao longo do tempo, estas porções seriam fragmentadas devido a agentes físicos ou pela ação de outros organismos, liberando nutrientes no sedimento (Lastra *et al.*, 2008; Rodil *et al.*, 2019). Esta teoria implica no tempo de exposição do material arribado e no tipo de materiais que estarão agregados, mas pode explicar o motivo pelo qual a concentração de pigmentos não foi menor nas amostras associadas ao material.

De maneira geral, as porções de material arribado se mostraram como importantes componentes na dinâmica de comunidades bentônicas. No qual, a primeira hipótese deste estudo

foi aceita, onde a abundância da macrofauna bentônica foi maior e a composição da comunidade mais diversa quando associada ao material, em comparação com o sedimento nu. Entretanto, a segunda hipótese não foi aceita, onde foi pressuposto que iria ocorrer o aumento de produção primária na assembleia microfitobentônica, uma vez que parâmetros ambientais como temperatura e umidade iriam influenciar positivamente na produtividade primária. Apesar disso, a influência do material arribado sobre comunidades microfitobentônicas não foram descartadas, mas sim, embasadas por falta de estudos acerca desta associação.

5. CONCLUSÕES

A deposição de materiais arribados em praias arenosas serve como subsídio orgânico para diversas espécies, no qual, é inegável a necessidade de mais estudos acerca destes materiais em relação a comunidade praial, não somente a influência destes materiais sobre a fauna e flora, mas como também a hidrodinâmica responsável pelo seu aporte, e até mesmo uma pesquisa minuciosa sobre os seus constituintes vegetais. Ao longo do ano podem ocorrer diversas variações na aparência física, distribuição e permanência dos materiais arribados, como flutuações sazonais e eventos de tempestade, que alteram toda dinâmica da fauna associada. Por exemplo, neste estudo, observou-se grande predominância de crustáceos nas amostras analisadas, entretanto, em outros períodos podemos ter mais insetos associados, ou seja, estudos se fazem cada vez mais necessários, não somente no Brasil, mas em todo o mundo. Ademais, praias arenosas são interpretadas como desertos faunísticos por grande parte da população, no qual, permite que este ambiente seja modificado desenfreadamente para fins estéticos de recreação. E através do presente estudo, é possível compreender a importância de não interpretar todo material encontrado na praia, como lixo, e que não devem ser retirados deste ambiente. A remoção mecânica de sedimento nas praias – principalmente na região do supralitoral, que é representado por uma grande gama de artrópodes – resulta na destruição de diversos habitats, como o material arribado que é refúgio para diversas espécies. Inclusive, este trabalho foi realizado em uma praia localizada em uma Estação Ecológica, e se a metodologia fosse aplicada em uma praia muito urbanizada, com grande frequência de turistas, possivelmente a presença de material arribado seria escassa. Então, em posse de estudos como este, polos turísticos podem tomar decisões mais sustentáveis e garantir uma expansão urbana mais consciente em ambientes costeiros.

6. REFERÊNCIAS BIBLIOGRÁFICAS

Adin, R., & Riera, P. (2003). Preferential food source utilization among stranded macroalgae by *Talitrus saltator* (Amphipod, Talitridae): a stable isotopes study in the northern coast of Brittany (France). **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 56(1), 91-98.

Aidar, E., Gaeta, S. A., Giancesella-Galvão, S. M. F., Kutner, M. B. B., & Teixeira, C. (1993). Ecosistema costeiro subtropical: nutrientes dissolvidos, fitoplâncton e clorofila-a e suas relações com as condições oceanográficas na região de Ubatuba, SP. **Publicação Especial do Instituto Oceanográfico**, 10, 9-43.

Baring, R. J., Fairweather, P. G., & Lester, R. E. (2014). Storm versus calm: Variation in fauna associated with drifting macrophytes in sandy beach surf zones. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 461, 397-406.

Berlanga, M., & Guerrero, R. (2016). Living together in biofilms: The microbial cell factory and its biotechnological implications. **Microbial Cell Factories**. **BioMed Central Ltd.**

Blanche, K. R. (1992). Preliminary observations on the distribution and abundance of seaweed flies (Diptera: Coelopidae) on beaches in the Gosford district of New South Wales, Australia. **Australian journal of ecology**, 17(1), 27-34.

Brown, A. C. (1964) Food relations on the intertidal sandy beaches of the Cape Peninsula. **South African Journal of Science**, 60, 35-41.

Brown, A. C., & McLachlan, A. (2010). The ecology of sandy shores. **Elsevier**.

Bousslama, M. F., Neto, J. M., Charfi-Cheikhrouha, F., & Marques, J. C. (2007). Biology, population dynamics, and secondary production of *Talitrus saltator* (Amphipoda, Talitridae) at Korba beach (east coast of Tunisia). **CRUSTACEANA-INTERNATIONAL JOURNAL OF CRUSTACEAN RESEARCH**, 80(9), 1103.

Colombini, I., Aloia, A., Fallaci, M., Pezzoli, G., & Chelazzi, L. (2000). Temporal and spatial use of stranded wrack by the macrofauna of a tropical sandy beach. **Marine Biology**, 136(3), 531-541.

Colombini, I., Mateo, M. Á., Serrano, O., Fallaci, M., Gagnarli, E., Serrano, L., & Chelazzi, L. (2009). On the role of *Posidonia oceanica* beach wrack for macroinvertebrates of a Tyrrhenian sandy shore. **Acta Oecologica**, 35(1), 32–44.

Dammhahn, M., & Kappeler, P. M. (2008). Comparative feeding ecology of sympatric *Microcebus berthae* and *M. murinus*. **International Journal of Primatology**, 29(6), 1567–1589.

Defeo, O., & McLachlan, A. (2005). Patterns, processes and regulatory mechanisms in sandy beach macrofauna: a multi-scale analysis. **Marine Ecology Progress Series**, 295, 1–20.

Do Nascimento Santos, G., Santos do Nascimento, O., Dos Anjos Pedreira, F., Itaparica Ríos, G., Nascimento Costa Vasconcelos, J., & De Castro Nunes, J. M. (2013). Qualitative and quantitative analysis of arribadas algae North of Bahia State, Brazil. **Acta Botanica Malacitana**, 38, 13–24.

Dugan, J. E., Hubbard, D. M., McCrary, M. D., & Pierson, M. O. (2003). The response of macrofauna communities and shorebirds to macrophyte wrack subsidies on exposed sandy beaches of southern California. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 58, 25–40.

Dugan, J. E., Hubbard, D. M., Page, H. M., & Schimel, J. P. (2011). Marine Macrophyte Wrack Inputs and Dissolved Nutrients in Beach Sands. **Estuaries and Coasts**, 34(4), 839–850.

Explore Beaches. (2020). Wrack Community. **Sea Grant**. Disponível em <https://explorebeaches.msi.ucsb.edu/sandy-beach-life/wrack-community>. Acessado em 12 de Junho de 2020.

Folk, R. L., & Ward, W. C. (1957). Brazos River bar [Texas]; a study in the significance of grain size parameters. **Journal of Sedimentary Research**, 27(1), 3–26.

Gerling, C., Ranieri, C., Fernandes, L., Gouveia, M. T. D. J., & Rocha, V. (2016). Manual de ecossistemas marinhos e costeiros para educadores. **Editores Comunicar**.

Griffiths, C. L., & Stenton-Dozey, J. (1981). The fauna and rate of degradation of stranded kelp. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 12(6), 645-653.

Griffiths, C. L., Stenton-Dozey, J. M. E., & Koop, K. (1983). Kelp Wrack and the Flow of Energy through a Sandy Beach Ecosystem. **Sandy Beaches as Ecosystems**, 547–556.

Gonçalves, S. C., & Marques, J. C. (2011). The effects of season and wrack subsidy on the community functioning of exposed sandy beaches. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 95 (1), 165-177.

Goldin, A. (1987). Reassessing the use of loss-on-ignition for estimating organic matter content in noncalcareous soils. **Communications in Soil Science and Plant Analysis**, 18(10), 1111–1116.

Guia de Áreas Protegidas (2020). EEc Jureia-Itatins. **Secretaria de Infraestrutura e Meio Ambiente**. Disponível em <https://guiadeareasprotegidas.sp.gov.br/ap/estacao-ecologica-jureia-itatins>. Acessado em 15 de junho de 2020.

Hamilton, E. I. (1984). A manual of chemical & biological methods for seawater analysis. **Marine Pollution Bulletin**, 15(11), 419–420.

Ince, R., Hyndes, G. A., Lavery, P. S., & Vanderklift, M. A. (2007). Marine macrophytes directly enhance abundances of sandy beach fauna through provision of food and habitat. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 74(1–2), 77–86.

Inglis, G. (1989). The colonisation and degradation of stranded *Macrocystis pyrifera* (L.) C. Ag. by the macrofauna of a New Zealand sandy beach. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 125(3), 203-217.

Jaramillo, E., De La Huz, R., Duarte, C., & Contreras, H. (2006). Algal wrack deposits and macroinfaunal arthropods on sandy beaches of the Chilean coast. **Revista Chilena de Historia Natural**, 79(3), 337–351.

Jeffrey, S. T., & Humphrey, G. F. (1975). New spectrophotometric equations for

determining chlorophylls a, b, c1 and c2 in higher plants, algae and natural phytoplankton. **Biochemie und Physiologie der Pflanzen**, 167(2), 191-194.

Jesus, B., Brotas, V., Ribeiro, L., Mendes, C. R., Cartaxana, P., & Paterson, D. M. (2009). Adaptations of microphytobenthos assemblages to sediment type and tidal position. **Continental Shelf Research**, 29(13), 1624–1634.

Koop, K., Newell, R., & Lucas, M. (1982). Microbial Regeneration of Nutrients from the Decomposition of Macrophyte Debris on the Shore. **Marine Ecology Progress Series**, 9, 91–96.

Lastra, M., Page, H. M., Dugan, J. E., Hubbard, D. M., & Rodil, I. F. (2008). Processing of allochthonous macrophyte subsidies by sandy beach consumers: estimates of feeding rates and impacts on food resources. **Marine Biology**, 154(1), 163-174.

Leão, B. M. (2004). *Biomassa, taxonomia e ecologia do fitoplancton do estuário do rio Igarassu*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal de Pernambuco.

Lepka, D, L. (2008). *Macrofauna de praias arenosas com diferentes graus de morfodinamismo no Parque Estadual da Ilha do Cardoso, SP, Brasil*. Dissertação de mestrado, Universidade Federal do Paraná.

Lopes, C. F., Milanelli, J. C. C., & Poffo, I. R. F. (2007). Ambientes costeiros contaminados por óleo: Procedimentos de limpeza – Manual de Orientação. **Secretaria de Estado do Meio Ambiente**, 120.

MacMillan, M. R., & Quijón, P. A. (2012). Wrack patches and their influence on upper-shore macrofaunal abundance in an Atlantic Canada sandy beach system. **Journal of Sea Research**, 72, 28–37.

Marsden, I. D. (1991). Kelp-sandhopper interactions on a sand beach in New Zealand. I. Drift composition and distribution. **Journal of Experimental Marine Biology and Ecology**, 152(1), 61-74.

McLachlan, A. (1996). Physical factors in benthic ecology: effects of changing sand particle size on beach fauna. **Marine Ecology Progress Series**, 131, 205-217.

Noriega, R., Schlacher, T. A., & Smeuninx, B. (2012). Reductions in ghost crab populations reflect urbanization of beaches and dunes. **Journal of Coastal Research**, 28(1), 123–131.

Nybakken, J.W. (1997). *Marine Biology: an ecological approach*, 4. Ed. **Harpercollins College**.

Olabarria, C., Lastra, M., & Garrido, J. (2007). Succession of macrofauna on macroalgal wrack of an exposed sandy beach: Effects of patch size and site. **Marine Environmental Research**, 63(1), 19–40.

Odum, E. P., & Barret, G. W. (2007). *Fundamentos de Ecologia*, 1. Ed., **Cengage Learning**.

Orichio, F.T., Flores, A. A. V., & Dias, G. M. (2016). The importance of predation and predator size on the development and structure of a subtropical fouling community. **Hydrobiologia**, 776: 209-19.

Parreira, C., Rezende, A., Marcos, J., & Schmiegelow, M. (2012). Biomassa Microfitobentônica Na Franja De Bosques De Mangue Do Estuário De Santos. **Revista Ceciliana**, 4(2), 54– 59.

Petracco, M., Camargo, R. M., Berenguel, T. A., de Arruda, N. C. P., del Matto, L. A., Amado, L. L., Corbisier, N. T., Castro, I. B., & Turra, A. (2015). Evaluation of the use of *Olivella minuta* (Gastropoda, Olividae) and *Hastula cinerea* (Gastropoda, Terebridae) as TBT sentinels for sandy coastal habitats. **Environmental monitoring and assessment**, 187(7).

Rodil, I. F., Lastra, M., Lopez, J., Mucha, A. P., Fernandes, J. P., Fernandes, S. V., & Olabarria, C. (2019). Sandy beaches as biogeochemical hotspots: the metabolic role of macroalgal wrack on low-productive shores. **Ecosystems**, 22(1), 49-63.

Rossi, F., & Underwood, A. J. (2002). Small-scale disturbance and increased nutrients as influences on intertidal macrobenthic assemblages: Experimental burial of wrack in different intertidal environments. **Marine Ecology Progress Series**, 241, 29–39.

Ruiz-Delgado, M. C., Vieira, J. V., Veloso, V. G., Reyes-Martínez, M. J., Sallorenzo, I. A., Borzone, C. A., & García, F. J. (2014). The role of wrack deposits for supralittoral arthropods: An example using Atlantic sandy beaches of Brazil and Spain. **Estuarine, Coastal and Shelf Science**, 136, 61–71.

Sanches, R. A. (2004). Caiçaras e a estação ecológica de Jureia-Itatins: litoral sul de São Paulo. **Annablume**.

Santos, R., & Silva, I. (2012). Serviços Ecosistêmicos Oferecidos Pelas Praias Do Município De Camaçari, Litoral Norte Do Estado Da Bahia. **Cadernos de Geociências**, 9(1), 47–56.

Schooler, N. K., Dugan, J. E., & Hubbard, D. M. (2019). No lines in the sand: Impacts of intense mechanized maintenance regimes on sandy beach ecosystems span the intertidal zone on urban coasts. **Ecological Indicators**, 106, 1-15.

Spiller, D. A., Piovia-Scott, J., Wright, A. N., Yang, L. H., Takimoto, G., Schoener, T. W., & Iwata, T. (2010). Marine subsidies have multiple effects on coastal food webs. **Ecology**, 91(5), 1424–1434.

Stewart, K. M., Bowyer, R. T., Kie, J., Dick, B. L., & Ben-David, M. (2003). Niche partitioning among mule deer, elk, and cattle: do stable isotopes reflect dietary niche?. **Ecoscience**, 10(3), 297-302.

Suguio, K. (1973). Introdução à sedimentologia. **Editora Edgard Blucher**.

Unidades de conservação no Brasil. (2020). ESEC Juréia-Itatins. **Instituto Socioambiental**. Disponível em <https://uc.socioambiental.org/pt-br/arp/880>. Acessado em 15 de Junho de 2020.

Zuur, A. F., Ieno, E. N., Elphick, C. S. (2010). A protocol for data exploration to avoid common statistical problems. **Methods in Ecology and Evolution**, 1(1), 3-14.