

**UNIVERSIDADE ESTADUAL DO RIO GRANDE DO SUL
UNIVERSIDADE FEDERAL DO RIO GRANDE DO SUL
CURSO DE CIÊNCIAS BIOLÓGICAS:
ÊNFASE EM BIOLOGIA MARINHA E COSTEIRA**

RUSHELL FELIX BORSSATTO

EFEITO DAS CARÇAÇAS DE *Caretta caretta* Linnaeus, 1758 (Reptilia, Cheloniidae) SOBRE A ESTRUTURA DA MEIOFAUNA DE PRAIAS ARENOSAS – LITORAL NORTE, RS

**IMBÉ
2021**

RUSHELL FELIX BORSSATTO

EFEITO DAS CARÇAÇAS DE *Caretta caretta* Linnaeus, 1758 (Reptilia, Chelonidae) SOBRE A ESTRUTURA DA MEIOFAUNA DE PRAIAS ARENOSAS – LITORAL NORTE, RS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas com Ênfase Biologia Marinha e Costeira, pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof^a Dr^a Carla Penna Ozorio
Coorientador: Prof. Dr. Sérgio Netto

IMBÉ

2021

Aos examinadores,

Este trabalho está formatado segundo “HENTGE, C. S. L. *et al.* **Manual de trabalhos acadêmicos e científicos: orientações práticas à comunidade universitária da UERGS.** Porto Alegre: UERGS, 2018. 106 p.”. O mesmo é baseado nas normas da ABNT.

CIP - Catalogação na Publicação

Borssatto, Rushell Felix
EFEITO DAS CARÇAÇAS DE *Caretta caretta* Linnaeus,
1758 (Reptilia, Cheloniidae) SOBRE A ESTRUTURA DA
MEIOFAUNA DE PRAIAS ARENOSAS - LITORAL NORTE, RS /
Rushell Felix Borssatto. -- 2021.
43 f.
Orientador: Carla Penna Ozorio.

Coorientador: Sérgio Netto.

Trabalho de conclusão de curso (Graduação) --
Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Instituto
de Biociências, Curso de Ciências Biológicas: Biologia
Marinha e Costeira, Porto Alegre, BR-RS, 2021.

1. Meiofauna. 2. Carcaça. 3. Praia arenosa. 4.
Nematoda. I. Ozorio, Carla Penna, orient. II. Netto,
Sérgio, coorient. III. Título.

Elaborada pelo Sistema de Geração Automática de Ficha Catalográfica da UFRGS com os dados fornecidos pelo(a) autor(a).

RUSHELL FELIX BORSSATTO

EFEITO DAS CARÇAÇAS DE *Caretta caretta* Linnaeus, 1758 (Reptilia, Chelonidae) SOBRE A ESTRUTURA DA MEIOFAUNA DE PRAIAS ARENOSAS – LITORAL NORTE, RS

Trabalho de Conclusão de Curso apresentado como requisito parcial para obtenção do título de Bacharel em Ciências Biológicas com Ênfase Biologia Marinha e Costeira, pela Universidade Estadual do Rio Grande do Sul e Universidade Federal do Rio Grande do Sul.

Orientadora: Prof^a Dr^a Carla Penna Ozorio
Coorientador: Prof. Dr. Sérgio Netto

Aprovada em: ____ / ____ / ____

BANCA EXAMINADORA

Orientador: Carla Penna Ozorio
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Cristianini Trescastro Bergue
Universidade Federal do Rio Grande do Sul - UFRGS

Vanessa Ochi Agostini
Universidade Federal do Rio Grande - FURG

IMBÉ

2021

AGRADECIMENTOS

Agradeço a minha maravilhosa orientadora, Carla Ozório, por me guiar com excelência e auxiliar em todas etapas deste trabalho e durante minha formação acadêmica. Ao Maurício Tavares por todos conhecimentos compartilhados ao longo dos anos de faculdade e pelo auxílio neste trabalho. Ao Sérgio Netto pela honorável participação no desenvolvimento deste estudo. A Gabriela Milani e todo pessoal do LAS que ajudou com tanto ânimo e perícia nas muitas horas de análises.

A minha família que me dá suporte emocional e estrutural em todos rumos que tomo. A todos amigos, que aguentaram minhas loucuras e também fizeram parte delas em todos esses anos. E a todos aqueles cruzei nos sinuosos trilhos da vida, afinal: todas experiências são engrandecedoras ao ser.

RESUMO

Em ambientes bentônicos de praias arenosas ocorre a presença conspícua da meiofauna. Estes organismos ocupam os elos iniciais da teia trófica, possuem ciclo de vida curto, abundância e diversidade altas, distribuição ampla e podem servir de ferramenta para avaliação de mudanças ambientais. A meiofauna pode se beneficiar da matéria orgânica e esse aporte, em praias arenosas, pode vir de encalhes de carcaças de grandes organismos nectônicos. Entre os animais encalhados destacam-se as tartarugas marinhas, especialmente a tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*), no Rio Grande do Sul. Este trabalho avaliou o efeito das carcaças da tartaruga *C. caretta* sobre a estrutura da meiofauna, em praias arenosas do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, comparando os padrões de abundância e composição entre locais com diferentes níveis de material orgânico liberado pela decomposição das tartarugas. Dez carcaças de tartarugas-cabeçudas situadas na zona de entremarés superior foram as unidades amostrais utilizadas para a amostragem da meiofauna. Cada unidade amostral contou com dois perfis, norte e sul, partindo do eixo mais longo da tartaruga em paralelo a linha de praia, nos quais fixou-se os pontos de coleta nas distâncias de 1 cm, 15 cm e 200 cm da carcaça. A meiofauna foi identificada e quantificada, em nível de táxons superiores. Nos locais de coleta da meiofauna, também foram mensurados os parâmetros ambientais temperatura, teores de umidade e de matéria orgânica e as concentrações de Clorofila *a*, esta última como estimativa da biomassa de microfitobentos. A meiofauna encontrada foi composta principalmente por: Nematoda (96,35%); Turbellaria (3,14%); Acari (0,28%); Diptera (0,15%). A densidade média da meiofauna total (245 ind/10 cm²) foi similar à densidade média de nematódeos (236 ind/10 cm²). Nematoda teve 100% de ocorrência nas amostras, Tubellaria 75%, Acari 53% e Diptera 18,30%. Com base na meiofauna nas distâncias junto a carcaça e a 200 cm constatou-se que Acari e Diptera tem preferência pela proximidade da carcaça, enquanto Turbellaria, com o afastamento da mesma. A densidade de Nematoda oscilou em todas distâncias dependendo da unidade amostral. Dos parâmetros ambientais mensurados, a biomassa de microfitobentos foi o parâmetro que melhor se relacionou à estrutura da meiofauna encontrada. As carcaças se mostraram unidades multifatoriais que influenciam diferentemente a meiofauna, podendo agir de forma positiva, negativa ou não influenciando.

Palavras-chave: Meiofauna. Carcaças. Praias arenosas. Nematoda. Zona entremarés.

ABSTRACT

In benthic environments of sandy beaches there is a conspicuous presence of meiofauna. These organisms occupy the initial links of the trophic web, have a short life cycle, high abundance and diversity, wide distribution and can serve as a tool for assessing environmental changes. The meiofauna can benefit from organic matter and this contribution, on sandy beaches, can come from stranding of carcasses of large nektonic organisms. Among stranded animals the sea turtles stand out, especially the loggerhead turtle (*Caretta caretta*), in Rio Grande do Sul. This work evaluated the effect of the carcass of the turtle *C. caretta* on the structure of meiofauna, on sandy beaches of the Coast North of Rio Grande do Sul, comparing the patterns of abundance and local composition with different levels of organic material released by the decomposition of the turtles. Ten carcasses of loggerhead turtles located in the upper intertidal zone were used as sampling units for collecting the meiofauna. Each sampling unit had two profiles, north and south, starting from the longest axis of the turtle in parallel to the beach line, in which the sampling points were fixed at distances of 1 cm, 15 cm and 200 cm from the carcass. The meiofauna was identified and quantified, at the level of higher taxa. At the meiofauna sampling sites, the environmental parameters of temperature, moisture and organic matter contents were also measured, also the chlorophyll *a* concentration, the latter as an estimate of the biomass of microphytobenthos. The meiofauna found was composed primarily by: Nematoda (96.35%); Turbellaria (3.14%); Acari (0.28%); Diptera (0.15%). The average density of the total meiofauna (245 ind/10 cm²) was similar to the average density of nematodes (236 ind/10 cm²). Nematoda had 100% of occurrences in the samples, Tubellaria 75%, Acari 53% and Diptera 18.30%. Based on the meiofauna in the distances next to the carcass and at 200 cm it was found that Acari and Diptera have a preference for the proximity of the carcass, while Turbellaria, with its distance. The density of Nematoda fluctuated at all distances depending on the sample unit. Of the environmental parameters measured, the biomass of microphytobenthos was the one that best related to the structure of the meiofauna found. The carcasses are differentiated multifactorial units that influence meiofauna differently, being able to act positively, negatively or not influencing.

Key-words: Meiofauna. Carcass. Sandy beaches. Nematoda. Intertidal zone.

Sumário

1. INTRODUÇÃO.....	9
1.1. OBJETIVOS.....	10
1.1.1. Objetivo Geral.....	10
1.1.2. Objetivos Específicos.....	10
2. REFERENCIAL TEÓRICO.....	11
2.1. MEIOFAUNA.....	11
2.2. ENCALHES.....	12
3. MATERIAL E MÉTODOS.....	13
3.1. ÁREA DE AMOSTRAGEM.....	13
3.3. TRATAMENTO ESTATÍSTICO.....	15
4. RESULTADOS.....	16
1. DISCUSSÃO.....	16
2. CONSIDERAÇÕES FINAIS.....	17
REFERÊNCIAS.....	17

1. INTRODUÇÃO

Ambientes bentônicos de sistemas aquáticos são colonizados por organismos de diferentes faixas de tamanho. Especialmente em praias arenosas, ocorre a presença conspícua da meiofauna: metazoários microscópicos, na faixa de tamanho de 0,064 mm a 0,5 mm, que habitam os espaços entre grãos do sedimento (GIERE, 2009) na área úmida ou submersa. Estes organismos ocupam os elos iniciais da teia trófica, possuem ciclo de vida curto, abundância e diversidade altas e distribuição ampla. Em função de tais características, a meiofauna é capaz de responder rapidamente às mudanças do ambiente, servindo como ferramenta de avaliação de impactos ambientais (ZEPILLI *et al.*, 2015). Além disso, em termos de fluxo de energia e nutrientes, são considerados um importante elo de conexão entre a macro e a microfauna (MARIA *et al.*, 2016).

Sabe-se que a meiofauna participa do processo de remineralização da matéria orgânica, pois, pelas suas características intrínsecas, podem utilizar e devolver ao ambiente os produtos mais rapidamente do que a macrofauna (COULL, 1999). A meiofauna pode estimular a remineralização tanto diretamente, induzindo o crescimento rápido de bactérias pela sua predação e, conseqüentemente, aumentando a liberação de nutrientes ao meio, como indiretamente, pela secreção de muco que afeta positivamente a microbiota; assim sendo, a meiofauna é vista como mediadora do fluxo de matéria orgânica (MOENS *et al.*, 2005; NASCIMENTO *et al.*, 2012). Donavaro *et al.* (2008) discorre sobre a importância da meiofauna, principalmente nematódeos, para a transferência de energia entre os níveis tróficos através da matéria orgânica em decomposição; destacando estes organismos para o funcionamento equilibrado dos ecossistemas que os compreendem.

Embora os organismos meiofaunais venham ganhando destaque nos estudos de praias arenosas do Brasil nas últimas duas décadas (MARIA *et al.*, 2016), ainda é pouco conhecido como são influenciados e como contribuem para o sistema. Mesmo com estudos esclarecendo alguns aspectos sobre a transição de energia e matéria pela teia trófica nos primeiros elos, ainda é obscuro como esse processo realmente envolve a meiofauna.

No quesito de entrada de matéria orgânica no sistema praiar, citam-se os encaixes de grandes organismos nectônicos como uma das fontes principais e há al-

guns estudos que apresentam resultados sobre o reflexo do meiobentos em relação aos corpos de vertebrados em decomposição em diferentes ambientes (GERLACH 1977, ÓLAFSSON 1992; DEBENHAM *et al.* 2004; PAVLYUK *et al.* 2009; FONSECA *et al.*,2011). Contudo, a variedade de conclusões mostra a necessidade de incrementar o entendimento deste tópico. Avançar na caracterização dos processos e interações que ocorrem com as carcaças depositadas pelo mar na faixa de praia é muito significativo, pois tais eventos são comuns nestes sistemas, embora estocásticos. O presente estudo visa averiguar o impacto de carcaças de tartarugas-cabeçudas em avançado estágio de decomposição sobre a estrutura da meiofauna em praias arenosas no Litoral Norte do Rio Grande do Sul.

1.1. OBJETIVOS

1.1.1. Objetivo Geral

- Avaliar o efeito das carcaças da tartaruga *Caretta caretta* sobre a estrutura da meiofauna, em praias arenosas do Litoral Norte do Rio Grande do Sul, comparando os padrões de abundância e composição entre locais com diferentes níveis de material orgânico liberado pela decomposição das tartarugas.

1.1.2. Objetivos Específicos

- Identificar e quantificar os representantes da meiofauna e avaliar a sua distribuição em distâncias de 1 cm, 15 cm e 200 cm e das carcaças da tartaruga *Caretta caretta*;
- Determinar a temperatura, os teores de umidade e de matéria orgânica e a biomassa de microfitobentos no substrato dos pontos amostrados;
- Identificar qual dos parâmetros (temperatura, os teores de umidade e de matéria orgânica e a biomassa de microfitobentos) influencia de forma mais significativa a assembleia meiofaunal.

2. REFERENCIAL TEÓRICO

2.1. MEIOFAUNA

A primeira definição de meiofauna foi concebida por Mare (1942), quando se referiu a um grupo de metazoários bentônicos que podem ser distinguidos da macrofauna pelo seu tamanho diminuto. Em termos de tamanho, é muito discutida a real limitação mínima e máxima para o grupo, já que diferentes ambientes podem alterá-las; usualmente, o limite inferior varia de 44 μm a 64 μm e o limite superior é 500 μm (GIERE, 2009).

A representatividade taxonômica da meiofauna é ampla a ponto de englobar dois terços dos 35 filos de metazoários, sendo os principais componentes: Nematoda, Copepoda, Turbellaria, Oligochaeta, dentre outros (RAFAELLI & HAWKINS, 1996). Nematoda é o filo de maior destaque por representar mais da metade da quantidade de indivíduos nas amostragens meiobentônicas, seguido por Copepoda e Turbellaria (HIGGINS; THIEL, 1988).

A ecologia e biologia da meiofauna também a distingue da macrofauna, pois seus ciclos de vida são mais curtos e, conseqüentemente a sua resposta é mais rápida às pressões do ambiente (GIERE, 2009). Relacionadas aos ciclos de vida, existem duas categorias básicas: a meiofauna temporária, compreendendo os organismos que possuem características do meiobentos apenas nos estágios iniciais de vida; e a meiofauna permanente, a qual representa os organismos que permanecem meiofaunais por toda a sua existência (HIGGINS; THIEL, 1988).

A estrutura da meiofauna no ambiente depende de fatores físico-químicos, da granulometria e da presença de recursos alimentares (GIERE, 2009). Nas praias arenosas, a meiofauna atua nos dois primeiros elos da cadeia: consumidores primários e secundários. Como consumidores primários estão os detritívoros e os herbívoros, enquanto os secundários são os organismos meiofaunais predadores (LERGARI et al., 2010). A matéria orgânica disponível no sistema faz parte dos itens utilizados pela meiofauna, que pode potencializar a sua mineralização estimulando a atividade bacteriana do sedimento através da predação; isto indica que as interações bi-

ológicas positivas, como a facilitação da meiofauna, são importantes para os processos do ecossistema em sedimentos moles (NASCIMENTO et al., 2012).

Trabalhos da última década realizados no litoral norte do Rio Grande do Sul corroboram os padrões de representatividade dos grupos meiofaunais em praias arenosas ao redor do mundo: Nematoda, sendo o mais abundante 55% ou mais, seguido de Copepoda com 10% a 20%, Turbellaria 7% a 20%, Oligochaeta 4%, e Acari raramente ultrapassando 1% (DUTRA, 2011; JESUS, 2014; TARRAGÔ, 2017; ANDRADE, 2019). Segundo JESUS (2014), a pressão ambiental constante na faixa de praia resulta no favorecimento de gêneros generalistas de Nematoda. Por outro lado, por motivos ainda indeterminados, o regime de chuvas e tempestades parecem beneficiar os copépodes harpacticóides (JESUS, 2014; TARRAGÔ, 2017).

Até o presente, os estudos sobre a meiofauna de praia no Rio Grande do Sul voltaram-se apenas para a sua caracterização em condições naturais (DUTRA, 2011; JESUS, 2014) ou sob aspectos climáticos e abióticos (TARRAGÔ, 2017; ANDRADE, 2019). Sobre a sua relação com carcaças em decomposição, não há dados ainda para a região. Desta forma, o conhecimento da meiofauna ainda incipiente para as praias gaúchas e a falta de informações sobre o impacto de animais mortos sobre a sua estrutura fazem deste trabalho uma pesquisa singular, o que realmente motivou a sua realização.

2.2. ENCALHES

Praias arenosas expostas representam um ecossistema em constante modificação pela forte ação das ondas, marés, correntes marinhas e ventos (VELSO; NEVES, 2009), pressionando, frequentemente, os organismos habitantes e exigindo destes consideráveis níveis de adaptação ao ambiente (BROWN, 2002). Por serem a zona de transição entre ambiente marinho e terrestre, as praias arenosas são caracterizadas como ecossistemas de baixa produção primária devido a escassa presença ou ausência de algas e macrófitas na área de surfe e entremarés (MCLACHLAN *et al.*, 2017). Sendo assim, outras vias de entrada de biomassa para o sistema são importantes para manter as suas populações de consumidores.

Um aporte considerável de biomassa ocorre na faixa de praia através do depósito de matéria orgânica morta, de origem animal ou vegetal, trazida pelo mar.

Tratam-se de restos vegetais, de algas e de carcaças depositadas na face de praia de forma errática e imprevisível (MCLACHLAN *et al.*, 2017). As carcaças favorecem espécies de variados táxons que usufruem desse aporte orgânico de alta qualidade (HOUSTON, 1979). O consumo e decomposição de carcaças adiciona energia em diversos níveis tróficos e mantém a estabilidade ecossistêmica (WILSON & WOLKOVICH 2011). Ricos aportes de nutrientes podem ter efeitos em nível populacional das espécies que utilizam o recurso. Nas praias arenosas conservadas, os recursos das carcaças são rapidamente depletados por uma vasta gama de espécies de vertebrados e invertebrados, mostrando a importância e adaptação da fauna a esse aporte de energia constante, mas especialmente aleatória provinda do mar (SCHLACHER *et al.*, 2013).

No Litoral Norte do Rio Grande do Sul, vastas extensões de praias arenosas recebem carcaças de grandes vertebrados que encaham e adicionam considerável quantidade de matéria orgânica no seu entorno, sendo esse evento de decomposição um importante elo de transição de energia e nutrientes entre os níveis tróficos (KING *et al.*, 2007). Entre os encalhes constantes, ocorrem numerosos depósitos de tetrápodes marinhos na faixa praial, como as tartarugas marinhas (LUZ, 2016) e os cetáceos (MENEZES, 2005).

Até o momento, a pesquisa sobre o impacto das carcaças nas populações de organismos meiofaunais tem mostrado uma variação de resultados. Gerlach (1977) encontrou resultados inconclusivos para exposição da meiofauna sobre carcaças de sardinhas na zona de entremarés úmida. Em um microcosmo simulando águas marinhas rasas não foi verificada mudança significativa na abundância de nematódeos nas amostras com ou sem influência de carcaças de mariscos (ÓLAFSSON 1992). Um efeito negativo na abundância da meiofauna sob uma carcaça de arraia, em águas rasas estuarinas, foi constatado por Fonseca *et al.* (2011), assim como DEBENHAM *et al.* 2004, PAVLYUK *et al.* 2009 encontraram para abundância de nematódeos sob uma carcaça de baleia em águas profundas no oceano. De acordo com GERLACH 1977, ÓLAFSSON 1992, e PAVLYUK *et al.* 2009 apenas alguns gêneros de nematódeos são favorecidos pelas carcaças. Tais resultados mostram a necessidade de se incrementar as informações e o entendimento sobre as consequências dos processos de degradação da matéria orgânica para os organismos meiofaunais. Em adição, pesquisas verificando o impacto das carcaças de tartarugas marinhas

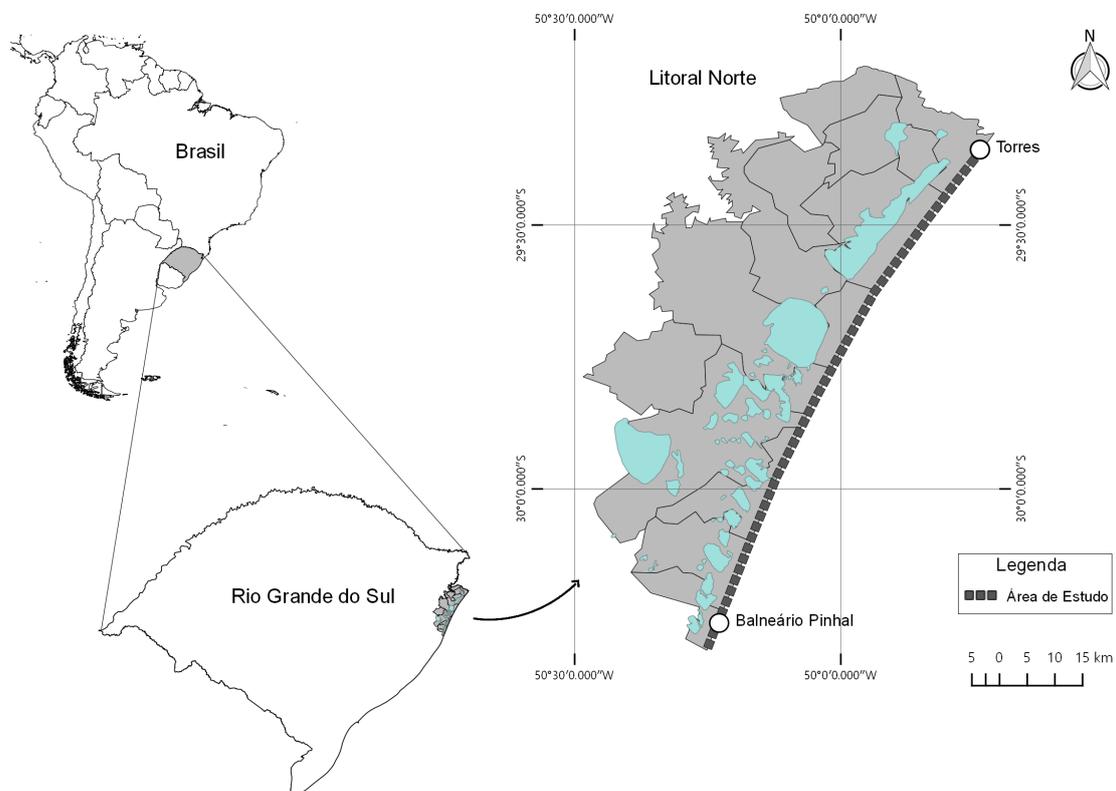
sobre a estrutura da meiofauna são inexistentes, o que justifica a importância e ineditismo do presente trabalho.

3. MATERIAL E MÉTODOS

3.1. ÁREA DE ESTUDO E DELINEAMENTO AMOSTRAL

A área de estudo abrange a faixa de praia úmida do Litoral Norte do Rio Grande do Sul (Fig. 1), entre a praia de Itapeva, no município de Torres (29°21.537'S; 49°44.171'W) e o município Balneário Pinhal (30° 16.510'S; 50° 14.489'W), cobrindo uma extensão de praia contínua de aproximadamente 110 km.

Figura 1 - Litoral Norte do Rio Grande do Sul; o trecho tracejado representa a área de estudo



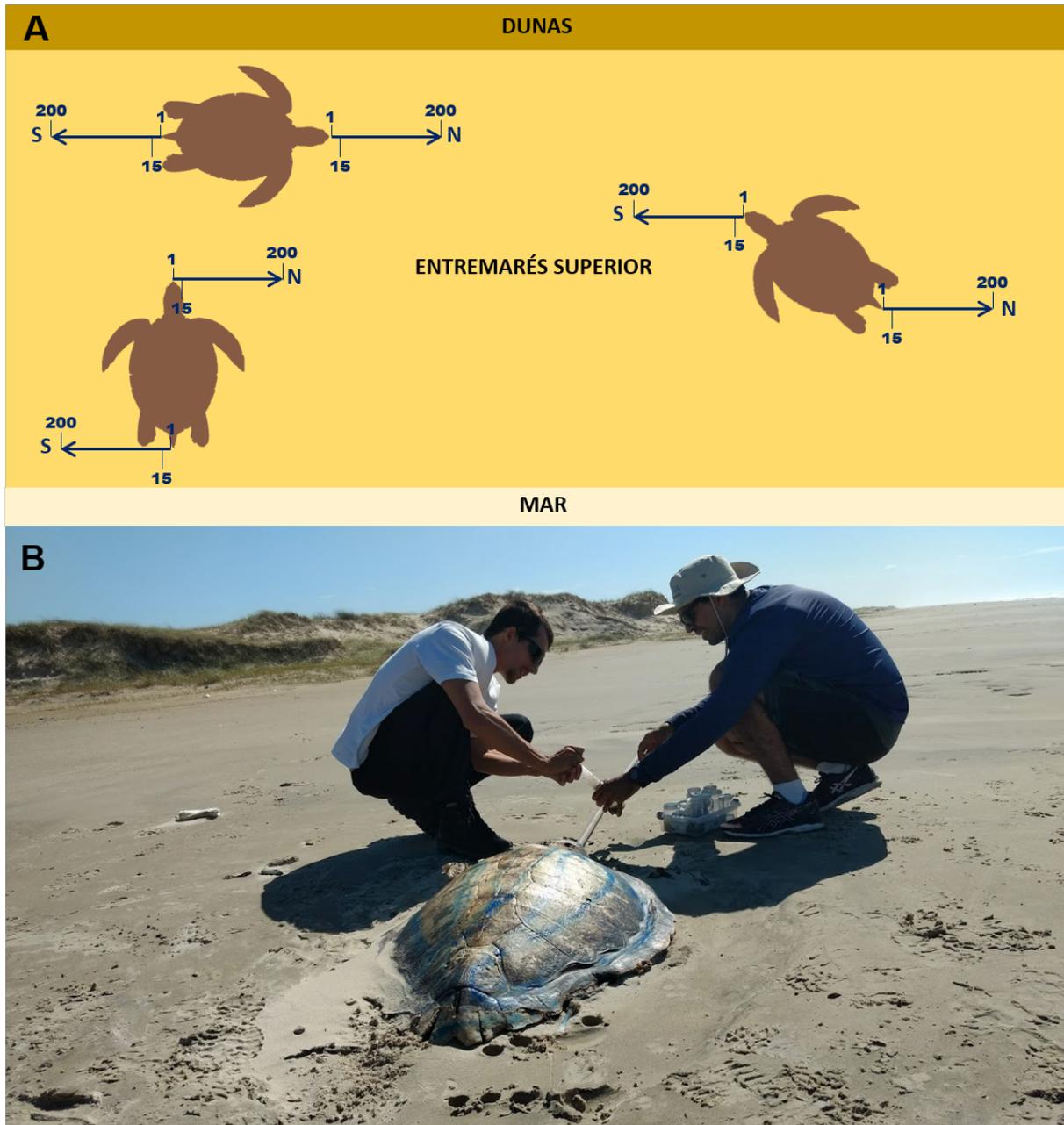
Fonte: Autor (2021)

A meiofauna de praias arenosas sob a influência da decomposição de carcaças foi avaliada comparando-se a estrutura desta associação biológica a diferentes distâncias dos animais mortos encontrados na zona entremarés. Como a composição das carcaças, provavelmente, se dá de forma diferenciada dependendo da espécie, optou-se por utilizar carcaças apenas da tartaruga-cabeçuda, *Caretta caretta* Linnaeus, 1758, em função do tamanho médio dos indivíduos e da grande ocorrência de encalhes desta espécie na área de estudo. Segundo Luz (2016), neste trecho costeiro, *C. caretta* é a mais frequente, representando cerca de 52,8% dos encalhes anuais, e suas carcaças têm uma média de 74,4 cm de comprimento.

A fim de minimizar as fontes de variação que podem causar ruído na análise do efeito dos encalhes, decidiu-se padronizar as carcaças utilizadas de acordo com a sua posição na faixa de praia e seu estágio de decomposição. As carcaças que fizeram parte da amostragem estavam situadas no entremarés superior (Fig. 2) devido a sua menor remobilização pelas marés e, conseqüentemente, maior tempo de permanência no local. Em relação ao estágio de decomposição, foram priorizados animais mortos no estágio IV da classificação de decomposição proposta por Geraci & Lounsbury (2005) com adaptações (ver Apêndice). Este estágio é o penúltimo e representa espécimes em “decomposição avançada, alta probabilidade de danos causados por carniceiros, forte odor e liquefação de músculos e vísceras”. Em campo foi visto que as carcaças de tartarugas com o ventre para cima retêm os fluidos dentro da carapaça por mais tempo. Para evitar este efeito foram selecionadas somente carcaças com o ventre voltado para baixo.

Em cada carcaça, as amostras de meiofauna foram tomadas em dois perfis, norte (N) e sul (S), traçados paralelamente à linha d'água a partir das extremidades do eixo mais longo da carcaça; locais por onde geralmente começa o extravasamento de seus fluidos internos. Cada perfil possuía três pontos de coleta com as seguintes distâncias da carcaça: 1 cm, 15 cm e 200 cm (Fig. 2). Em cada ponto, a meiofauna foi amostrada em triplicata, utilizando-se testemunho de PVC com 3 cm de diâmetro até a profundidade de 5 cm e após acondicionada em frasco contendo álcool etílico 70%. Quanto ao número de carcaças analisadas, definiu-se 10 tartarugas (T). As datas de coleta coincidiram com o fechamento de um ano de amostragem, de maio de 2018 até maio de 2019.

Figura 2 – A. Desenho esquemático da amostragem de meiofauna sob influência de carcaça da tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) encontrada no entremarés superior de praias no litoral norte do Rio Grande do Sul (2018/20190; perfis norte (N) e sul (S) traçados paralelamente ao mar a partir das extremidades do eixo mais longo da carcaça; pontos de coleta nas distâncias de 1 cm, 15 cm e 200 cm a partir da carcaça. B. Pesquisadores efetuando a coleta de amostras no perfil norte a 1 cm da carcaça T9.



Fonte: Maurício Tavares (2021)

3.2. PARÂMETROS AMBIENTAIS E TRIAGEM DA MEIOFAUNA

Os parâmetros ambientais mensurados nos locais de coleta da meiofauna foram: temperatura, teor de umidade, teor de matéria orgânica, e biomassa microfitobentônica (clorofila *a*) do sedimento. A temperatura foi aferida em campo com auxílio de um termômetro de mercúrio com uma leitura por carcaça. A coleta de sedimento para o teor de umidade e de matéria orgânica foi feita com uma pá de jardim, nas três distâncias, com volume aproximado de 100 g. O teor de umidade foi determinado por diferença da massa inicial e final pelo método de secagem total em estufa até massa constante, a 110 °C, enquanto o teor de matéria orgânica, pelo método de secagem e calcinação em mufla a 550 °C por duas horas (ALLEN et al, 1974). A biomassa microfitobentônica foi estimada através da concentração da Clorofila *a*, mensurada nas três distâncias. O sedimento para a sua determinação foi coletado através de um testemunho de PVC de 0,75 cm de diâmetro até 2 cm de profundidade, acondicionado em tubos Falcon 15 ml protegidos da luz e armazenados a -12 °C. Os valores da concentração de clorofila *a* foram mensurados utilizando-se do método de espectrometria (GOLTERMAN et al., 1978). As análises dos parâmetros do sedimento foram efetuadas no Laboratório de Águas e Sedimentos do Centro de Estudos Costeiros, Limnológicos e Marinhos da Universidade Federal do Rio Grande do Sul de acordo com seus protocolos.

Para separação e extração dos organismos meiofaunais do sedimento, em laboratório, foi utilizado o método de flotação, que consiste em adicionar à amostra em uma solução saturada de NaCl, agitando-a e despejando o seu sobrenadante sobre as peneiras com malhas de 500 µm e 64 µm, repetindo este processo por 8 vezes. O material retido na peneira de 64 µm foi transferido para uma placa de Bogorov na qual, com auxílio de estereomicroscópio, os organismos foram identificados em nível de táxons superiores e quantificados.

3.3. TRATAMENTO ESTATÍSTICO

Com o objetivo de testar a hipótese de que a estrutura da meiofauna não apresentam diferenças significativas ($p \leq 0,05$) entre as carcaças (10 tartarugas-cabeçudas), perfis de amostragem (norte e sul) e distância entre os pontos de amostra-

gem (1, 15 e 200 cm da carcaça) foram aplicadas análises de variância permutacional em matrizes de similaridade calculada por meio do coeficiente de distância Euclidiana com 9999 permutações (PERMANOVA, ANDERSON *et al.*, 2008). Quando as diferenças encontradas entre os fatores estudados foram significativas, testes *a posteriori* par-a-par foram aplicados para identificar onde as diferenças ocorreram. Para visualizar a similaridades das amostras da meiofauna tomadas junto às tartarugas-cabeçudas em diferentes distâncias foram construídas matrizes de similaridade utilizando-se o coeficiente de similaridade de Bray-Curtis e os dados ordenados e plotados através da análise de proximidade MDS “Multi-Dimensional Scaling” (CLARKE; WARWICK, 1994). Os descritores meiofaunais empregados foram a densidade total e as densidades dos táxons zoológicos presentes.

4. RESULTADOS

4.1. SOBRE AS CARÇAÇAS E PARÂMETROS AMBIENTAIS

As carcaças obtidas durante o estudo formaram unidades amostrais com características diferentes entre si. Abril e maio foram os meses com mais carcaças amostradas (Tabela 1). Apesar da extensa área amostral, que compreende todo litoral norte do Rio Grande do Sul, ocorreu uma maior concentração de carcaças de tartarugas-cabeçudas *Caretta caretta* na porção sul (T1, T4, T5, T6, T7, T8, T9, T10). Tramandaí e Cabras foram as praias com mais tartarugas mortas amostradas (Tab. 1). O comprimento curvilíneo médio variou entre 61 e 90,5 cm, com média de 75,5 cm, englobando espécimes jovens e adultos (Tab. 1). Indivíduos de *C. caretta* abaixo de 83 cm de comprimento curvilíneo de carapaça são considerados jovens (BAPTISTOTTE *et al.*, 2003).

Como esperado, a temperatura do sedimento variou de acordo com as estações do ano, sendo a maior de 29 °C em fevereiro de 2019 e a menor de 17 °C em maio e setembro de 2018 (Tab. 1). Os teores de matéria orgânica e de umidade da areia apresentaram valores médios com menor variabilidade, especialmente comparando-se com os de concentração de Clorofila *a* (Tab. 1). As porcentagens médias

de matéria orgânica foram muito baixas sendo menores que 1%, enquanto as de umidade oscilaram entre 20% e 10%. Já as concentrações médias de Clorofila *a* indicam que a biomassa de microfítobentos na areia tem maior flutuação, podendo ser zero ou atingir 20 µg/l.

Ainda com base na Tabela 1, analisando a variabilidade nos perfis Norte (N) e Sul (S), constatou-se que as médias dos parâmetros ambientais podem assumir valores muito distintos ou semelhantes, dependendo da unidade amostral. A similaridade ou diferença das médias nos perfis também variam entre os parâmetros ambientais, ou seja, uma carcaça pode ter, no perfil N e no perfil S, valores médios similares de matéria orgânica e de umidade, mas completamente diferentes em termos de concentração de Clorofila *a*.

Tabela 1: Dados referentes às carcaças de tartarugas-cabeçudas (*Caretta caretta*) encontradas nas praias do litoral norte do Rio Grande do Sul (2018/2019). T – carcaça amostrada; Data da amostragem e Praia, local da carcaça; CCC - comprimento curvilíneo de carapaça; T °C - Temperatura do sedimento no local da carcaça; P – Perfil de amostragem paralelo ao mar a partir da carcaça ; N – perfil de amostragem norte; S - perfil de amostragem sul; U – teor de umidade médio do sedimento a partir de amostras a 1 e 15 cm de distância da carcaça; M.O – teor de matéria orgânica médio do sedimento a partir de amostras a 1 e 15 cm de distância da carcaça; Cl *a* – concentração média de Clorofila *a* do sedimento a partir de amostras a 1 e 15 cm de distância da carcaça.

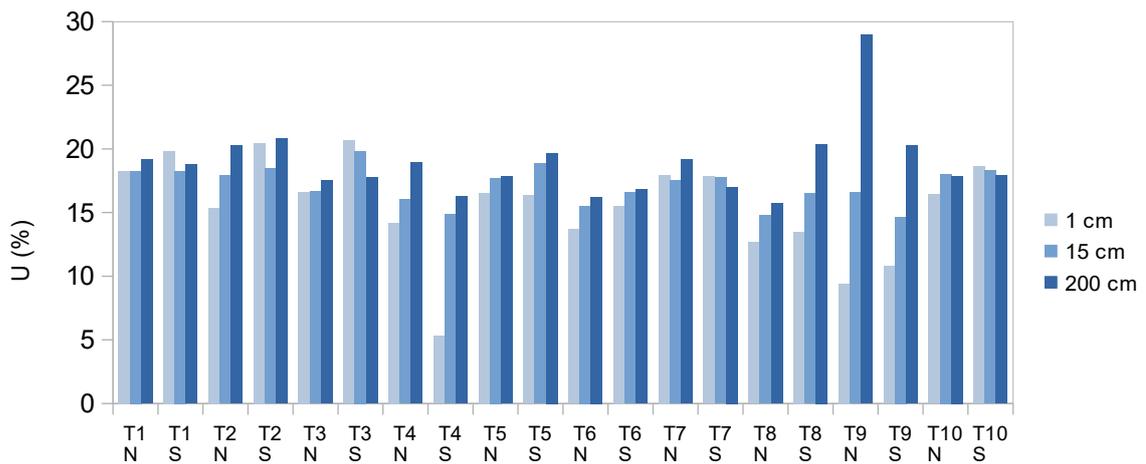
T	Data	Praia	CCC (cm)	T °C	P	U (%)	M.O. (%)	Cl <i>a</i> (µg/l)
T1	10/05/18	Tramandaí	73,0	22	N	18,27	0,54	0
					S	19,04	0,51	06,68
T2	17/05/18	Xangri-lá	76,0	17	N	16,64	0,80	08,02
					S	19,45	0,47	18,71
T3	19/09/18	Arroio Teixeira	63,0	17	N	16,63	0,48	01,34
					S	20,25	0,49	0
T4	17/10/18	Nova Tramandaí	61,0	23	N	15,12	0,79	04,01
					S	10,07	0,42	13,37
T5	21/02/19	Cabras	74,5	24,5	N	17,12	0,58	0
					S	17,59	0,45	0
T6	21/02/19	Cabras	74,9	29	N	14,60	0,61	12,03
					S	16,05	0,60	02,67
T7	11/04/19	Tramandaí	74,0	24,5	N	17,74	0,29	12,03
					S	17,78	0,30	20,05
T8	11/04/19	Nova Tramandaí	90,5	26	N	13,70	0,31	01,34
					S	15,00	0,32	02,67
T9	24/04/19	Cabras	90,0	26	N	13,00	0,39	0

					S	12,72	0,42	04,01
T10	16/05/19	Tramandaí	78,2	21,5	N	17,21	0,35	01,34
					S	18,46	0,37	0

Fonte: Autor (2021)

Na figura 3, é possível observar as porcentagens de umidade da areia obtidas nos pontos de amostragem. Em 60% dos perfis, constatou-se um relativo aumento deste parâmetro com o distanciamento da carcaça.

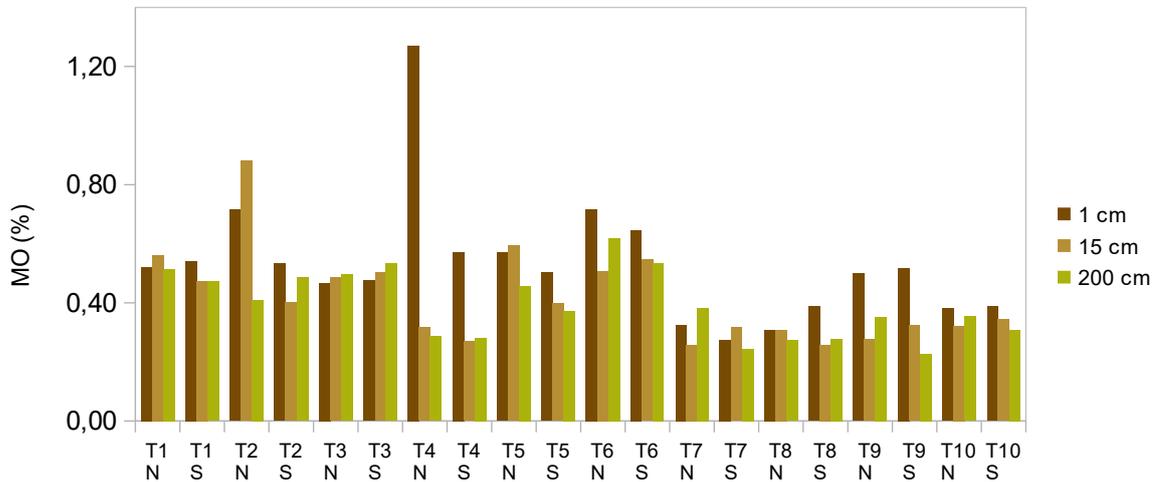
Figura 3 - Percentual de umidade (U) do sedimento nos perfis de amostragem norte (N) e sul (S) paralelos ao mar nas distâncias de 1 cm, 15 cm e 200 cm a partir das carcaças (T) de tartarugas-cabeçudas (*Caretta caretta*) encontradas nas praias do litoral norte do Rio Grande do Sul (2018/2019).



Fonte: Autor (2021)

Não se verificou um gradiente decrescente da porcentagem de matéria orgânica com o afastamento da carcaça. Entretanto, em 60% dos perfis, os pontos a 1 cm da unidade amostral exibiram os maiores teores de matéria orgânica no sedimento (Fig. 4).

Figura 4 - Percentual de matéria orgânica (MO) do sedimento nos perfis de amostragem norte (N) e sul (S) paralelos ao mar nas distâncias de 1 cm, 15 cm e 200 cm a partir das carcaças (T) de tartarugas-cabeçudas (*Caretta caretta*) encontradas nas praias do litoral norte do Rio Grande do Sul (2018/2019).

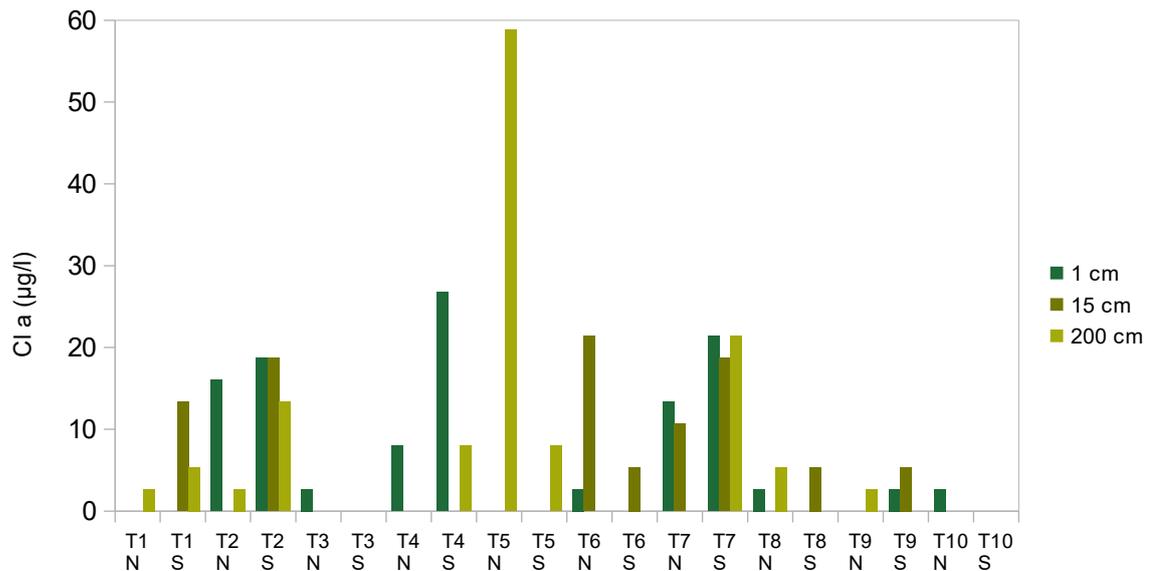


Fonte: Autor (2021)

A biomassa de microfitorbentos (concentrações de Clorofila *a*) do sedimento não exibiu um padrão de variabilidade claro em relação a distância (Fig. 5). Do total dos perfis amostrais, observou-se que:

- em 10%, não foram detectadas concentrações de Clorofila *a* em nenhuma das distâncias;
- em 45%, foram detectadas concentrações de Clorofila *a* em pelo menos uma das distâncias,
- em 35%, foram detectadas concentrações de Clorofila *a* em pelo menos duas das distâncias;
- em 10%, foram detectadas concentrações de Clorofila *a* nas três distâncias.

Figura 5 - Concentrações de Clorofila *a* do sedimento nos perfis de amostragem norte (N) e sul (S) paralelos ao mar nas distâncias de 1 cm, 15 cm e 200 cm a partir das carcaças (T) de tartarugas-cabeçudas (*Caretta caretta*) encontradas nas praias do litoral norte do Rio Grande do Sul (2018/2019).



Fonte: Autor (2021)

A figura 6 mostra o registro fotográfico de cada unidade amostral, ou seja, das carcaças utilizadas no levantamento da meiofauna. Apesar de todas terem sido classificadas no estágio IV de decomposição, o nível de degradação corporal não era o mesmo entre os indivíduos incluídos na amostragem. Considera-se a T7 em nível mais posterior de degradação em relação as outras, pois está com exposição óssea das placas costais, acesso direto ao seu interior pelo dorso e ausência de fluido extravasado pela degradação avançada dos tecidos moles do corpo. Já a T1 apresenta características de um nível mais antecedente de degradação em relação as demais, estando ainda inteira, sem extravasamento de fluídos internos, inchada pela presença de gases internos oriundos do processo de decomposição e sem danos visíveis no seu exterior.

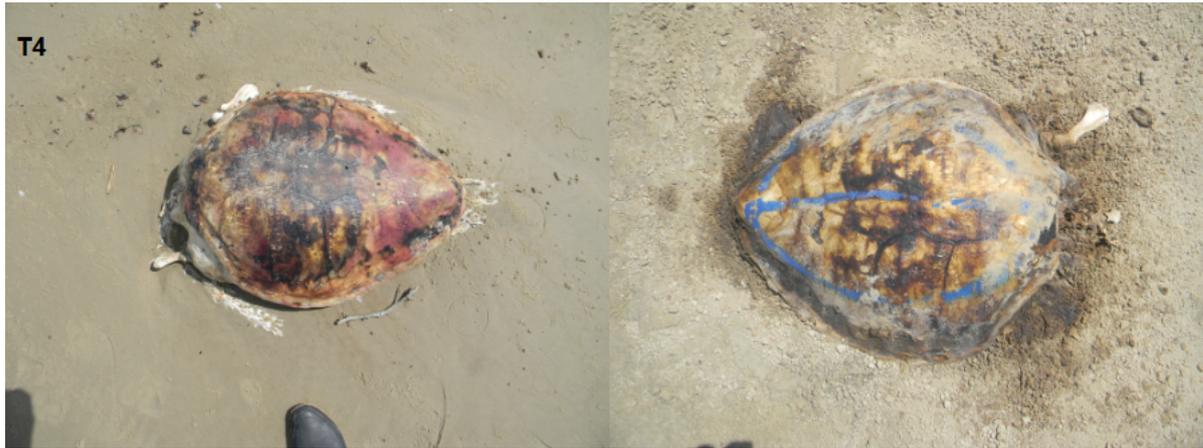
Figura 6 - Registros fotográficos das carcaças de tartarugas-cabeçudas (*Caretta caretta*) amostradas no litoral norte do Rio Grande do Sul (2018/2019), acompanhados de observações visuais. T1-T10: código alfanumérico de identificação das carcaças; integridade da carcaça: aberta ou inteira; perdas de partes: membros e/ou cabeça; liquefação dos tecidos: fluídos extravasados presente no sedimento; aspecto da areia: compactada ou solta; ação do mar: a presença de marcas das ondas, presença de animais: vestígios (pegadas, toca, rastros e galerias superficiais) de invertebrados e vertebrados. Níveis de intensidade: “+” pouco, “++” médio e “+++” muito.



Fonte: Autor (2021)

As carcaças T4 e T9 já haviam sido inventariadas por monitoramentos de praia anteriores, ou seja, possuem tempos de permanência no sistema praiado maiores do que as demais carcaças do estudo. Sobre a T4: o seu primeiro registro ocorreu em 04/10/2018 (Fig. 7), podendo estar na praia de um a 14 dias antes; seu segundo registro aconteceu em 17/10/2018, data da amostragem, podendo-se inferir que, nesse dia, a carcaça estava no mínimo a 13 e no máximo a 27 dias na praia. No caso da T9: o seu primeiro registro ocorreu em 27/03/2019, tendo tempo de estadia na praia de um a 14 dias; o seu segundo registro aconteceu em 11/04/2019 com permanência na praia de pelo menos 15 dias até o máximo de 29 dias; o seu terceiro registro foi na data da amostragem, em 24/04/2019, consequentemente com um mínimo de 28 e um máximo possível de 42 dias de praia.

Figura 7 - Registros fotográficos das carcaças de tartarugas-cabeçudas (*Caretta caretta*) inventariadas antes da coleta de amostras meiofaunais pelo projeto de monitoramento de praias do CECLIMAR no litoral norte do Rio Grande do Sul. Datas dos eventos de marcação e número de dias estimado de permanência da carcaça na praia do sítio amostral.



T4

- 04/10/2018
 - Primeiro registro
 - 1 a 14 dias na praia

- 17/10/2018
 - Coleta
 - 13 dias na praia



T9

- 27/03/2019
 - Primeiro registro
 - 1 a 14 dias na praia

- 11/04/2019
 - 15 dias na praia

- 24/04/2019
 - Coleta
 - 28 dias na praia

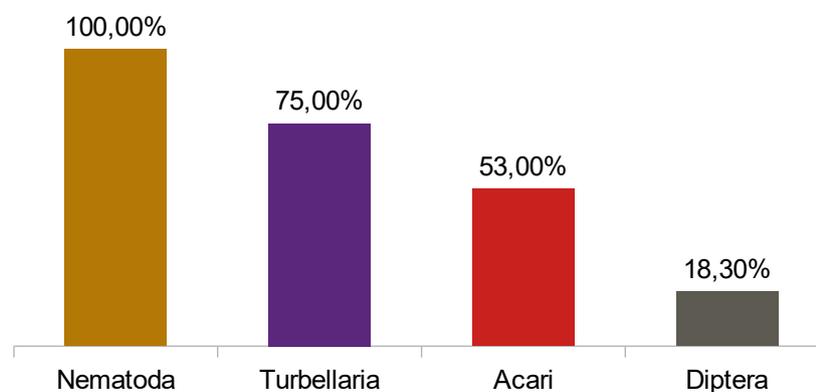
Fonte: Autor (2021)

4.2. SOBRE A MEIOFAUNA

A meiofauna encontrada foi pouco diversa durante o estudo. No total, foram contabilizados 30.862 invertebrados meiofaunais distribuídos nos seguintes táxons: Nematoda (96,35%); Turbellaria (3,14%); Acari (0,28%); Diptera (0,15%); Collembola (<0,15%), Copepoda (<0,15%), Isopoda (<0,15%), Oligochaeta (<0,15%) e um táxon não identificado (< 0,15%). A densidade média da meiofauna total (245 ind/10 cm²) foi fortemente influenciada pela densidade média de nematódeos (236 ind/10 cm²), pois as densidades médias dos demais grupos taxonômicos foram muito menores (turbelários = 7 ind/10 cm²; ácaros = 0,7 ind/10 cm²; e dípteros = 0,3 ind/10 cm²).

Através da figura 8, é possível analisar o padrão de frequência dos quatro táxons mais abundantes nas amostras de meiofauna. Pela densidade e frequência de ocorrência, constatou-se que Nematoda dominou completamente a comunidade meiofaunal dos locais amostrados. Turbellaria e Acari, apesar pouco abundantes, exibiram uma constância na composição de táxons acima de 50%.

Figura 8 – Frequência de ocorrência dos quatro táxons meiofaunais mais abundantes encontrados nos perfis de amostragem norte e sul paralelos ao mar a partir das carcaças de tartarugas-cabeçudas (*Caretta caretta*) encontradas no litoral norte do Rio Grande do Sul (2018/2019).

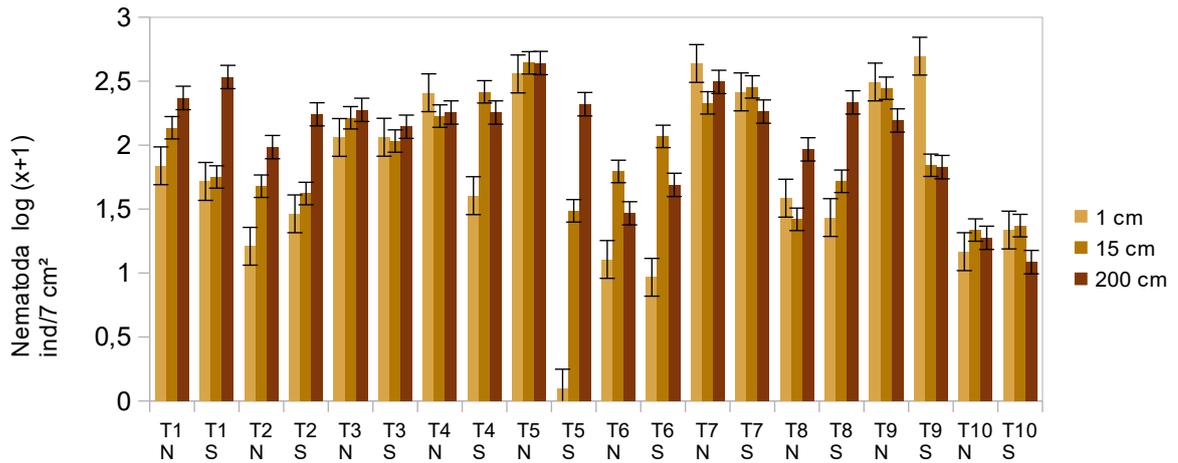


Fonte: Autor

(2021)

A figura 9 mostra a variabilidade da densidade média de nematódeos em log (x+1) nos pontos de amostragem. Em 60% das carcaças, a distribuição dos nematódeos não diferiu entre perfis norte e sul. Com base na quantidade de indivíduos nas distâncias de 1, 15 e 200 cm das unidades amostrais, infere-se que o efeito da carcaça da tartaruga-cabeçuda sobre este táxon pode ser positivo (T9, T10S), negativo (T1, T2, T8 e T5S) ou neutro (T3, T4N, T5N, T7 e T10N).

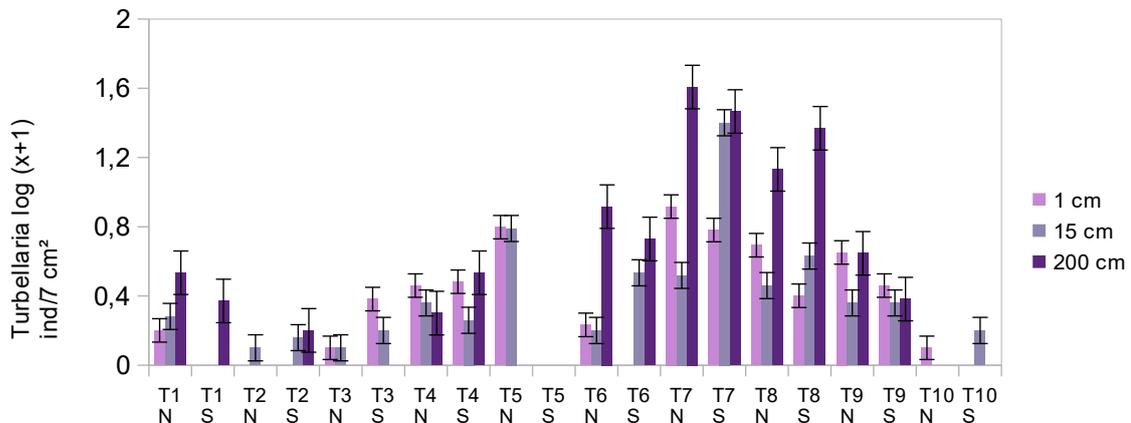
Figura 9 - Densidade média em log (x+1) e erro padrão de Nematoda nos perfis de amostragem norte (N) e sul (S) paralelos ao mar nas distâncias de 1 cm, 15 cm e 200 cm a partir das carcaças (T) de tartarugas-cabeçudas (*Caretta caretta*) encontradas nas praias do litoral norte do Rio Grande do Sul (2018/2019).



Fonte: Autor (2021)

Na figura 10 é possível observar que em 35% dos perfis (T1, T6, T7N e T8) há maior abundância de turbelários nas áreas mais afastadas da carcaça; salienta-se que nestas distâncias foram observadas as densidades médias mais altas deste grupo meiofaunal. Exibindo valores menores, as densidades médias foram superiores perto da carcaça em 30% dos perfis (T2N, T3, T5 e T10). Finalmente, sem mostrar diferenças significativas nas densidades perto ou longe das carcaças, verifica-se em 30% dos perfis (T2S, T4, T7S e T9).

Figura 10 - Densidade média em (log x+1) e erro padrão de Turbellaria do sedimento nos perfis de amostragem norte (N) e sul (S) paralelos ao mar nas distâncias de 1 cm, 15 cm e 200 cm, a partir das carcaças (T) de tartarugas-cabeçudas (*Caretta caretta*) encontradas nas praias do litoral norte do Rio Grande do Sul (2018/2019).

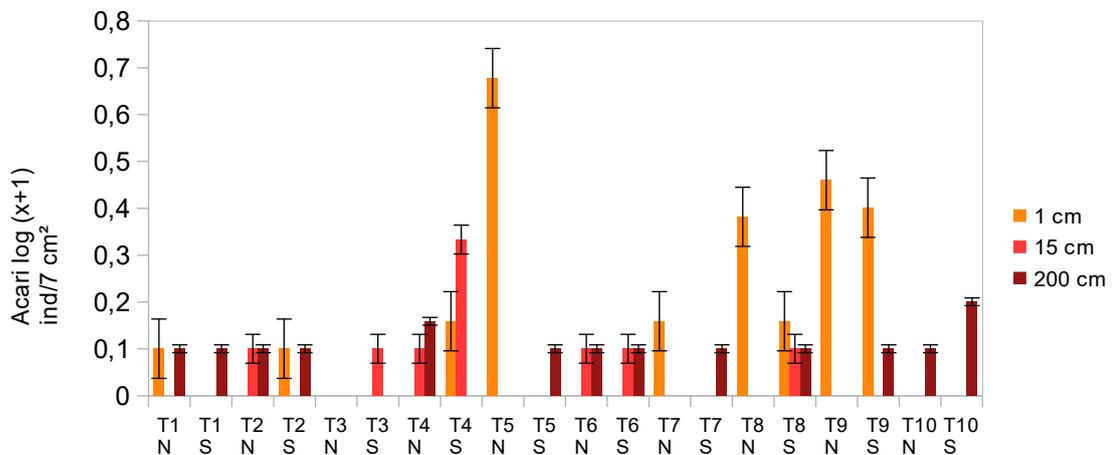


Fo

nte: Autor (2021)

Os valores mais altos de densidade de Acari (Fig. 11) foram encontrados junto à carcaça (T3, T4, T5, T7, T8 e T9). Das seis unidades amostrais com a maior densidade de ácaros, o valor mais alto esteve na distância de 1 cm na metade dos perfis.

Figura 11 - Densidade média em $(\log x+1)$ e erro padrão de Acari do sedimento nos perfis de amostragem norte (N) e sul (S) paralelos ao mar nas distâncias de 1 cm, 15 cm e 200 cm, a partir das carcaças (T) de tartarugas-cabeçudas (*Caretta caretta*) encontradas nas praias do litoral norte do Rio Grande do Sul (2018/2019).

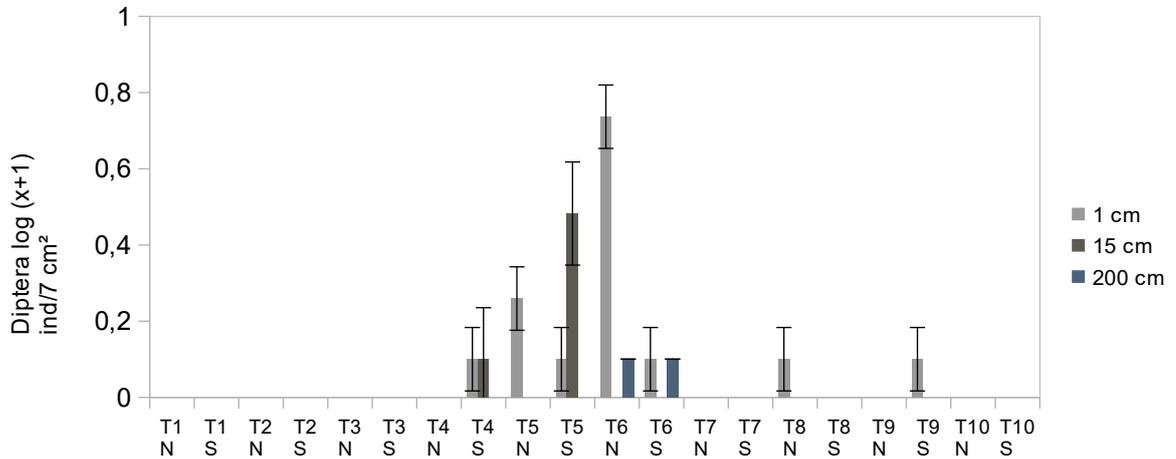


Fo

nte: Autor (2021)

As larvas de Diptera ocorreram em apenas 50% das carcaças (T4, T5, T6, T8 e T9). Dos perfis com dípteros, 100% tiveram presença a 1 cm, 28% a 15 cm e 28% a 200 cm. A distribuição dos dípteros nas amostras de sedimento corrobora com as observações visuais, pois também nestas mesmas carcaças foram observadas marcas de larvas de Diptera no sedimento ou dípteros adultos sobrevoando o animal morto. (Fig. 12).

Figura 12 - Densidade média em $(\log x+1)$ e erro padrão de Diptera do sedimento nos perfis de amostragem norte (N) e sul (S) paralelos ao mar nas distâncias de 1 cm, 15 cm e 200 cm, a partir das carcaças (T) de tartarugas-cabeçudas (*Caretta caretta*) encontradas nas praias do litoral norte do Rio Grande do Sul (2018/2019).



Fonte: Autor (2021)

Os resultados da PERMANOVA podem ser analisados na tabela 2. Verifica-se que o grupo Nematoda apresentou diferença significativa entre as densidades médias em todos os fatores, bem como em todas as interações entre eles praticamente. Por este grupo dominar quase completamente a comunidade meiofaunal, o mesmo resultado foi encontrado para a meiofauna total. Dependendo da carcaça da tartaruga (T) e de sua interação com a distância (D), as densidades médias de Turbellaria demonstraram diferenças significativas entre si. O grupo Acari mostrou diferenças significativas em suas densidades médias apenas no fator distância (D), enquanto o grupo Diptera teve diferenças significativas em suas densidades médias nos fatores carcaça da tartaruga (T) e distância (D), bem como na interação entre eles.

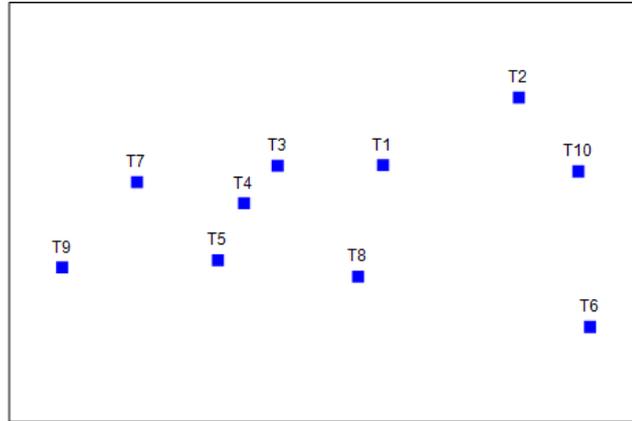
Tabela 2: Resultado da PERMANOVA considerando as densidades médias dos grupos meiofaunais e da meiofauna total. Fontes de Variabilidade (fatores): Carcaças da tartaruga-cabeçuda (*Caretta caretta*) (T); Perfis de amostragem (P); Distância dos pontos de amostragem em cada perfil a partir da carcaça (D); Resíduo (R).

Variation Source	df	SS	MS	Pseudo-F	P(MC)
Nematoda					
T	9	65,154	7,2393	25,257	0,001
P	1	4,011	4,011	13,994	0,002
D	2	8,5491	4,2745	14,913	0,001
TxP	9	21,856	2,4284	8,4726	0,001
TxD	18	31,608	1,756	6,1265	0,001
PxD	2	1,6927	0,84634	2,9528	0,052
TxPxD	18	16,073	0,89297	3,1155	0,001
R	120	34,395	0,28662		
Turbellaria					
T	9	54,252	6,028	16,075	0,001
P	1	0,33048	0,33048	0,88133	0,333
D	2	1,4034	0,70169	1,8713	0,157
TxP	9	5,2575	0,58416	1,5578	0,113
TxD	18	15,7	0,87221	2,326	0,008
PxD	2	0,75289	0,37644	1,0039	0,365
TxPxD	18	5,3977	0,29987	0,7997	0,7
R	120	44,998	0,37498		
Acari					
T	9	3,0179	0,33532	0,87591	0,55
P	1	0,051593	0,051593	0,13477	0,7
D	2	2,1552	1,0776	2,8149	0,064
TxP	9	1,6092	0,1788	0,46705	0,896
TxD	18	12,212	0,67846	1,7722	0,035
PxD	2	1,7437	0,87184	2,2774	0,098
TxPxD	18	6,5162	0,36201	0,94562	0,518
R	120	45,94	0,38283		
Diptera					
T	9	6,4611	0,7179	4,6682	0,001
P	1	0,0077908	0,0077908	0,05066	0,812
D	2	1,3744	0,68718	4,4684	0,013
TxP	9	2,7188	0,30209	1,9644	0,047
TxD	18	6,3133	0,35074	2,2807	0,004
PxD	2	1,1151	0,55753	3,6254	0,034
TxPxD	18	5,976	0,332	2,1589	0,012
R	120	18,454	0,15378		
Meiofauna total					
T	9	25914	2879,3	16,314	0,0001
P	1	913,84	913,84	5,1776	0,0043
D	2	3899,2	1949,6	11,046	0,0001
TxP	9	6138,7	682,07	3,8645	0,0001
TxD	18	12107	672,61	3,8109	0,0001
PxD	2	1146,3	573,14	3,2473	0,0076
TxPxD	18	6865,3	381,41	2,161	0,0002
R	120	21180	176,5		

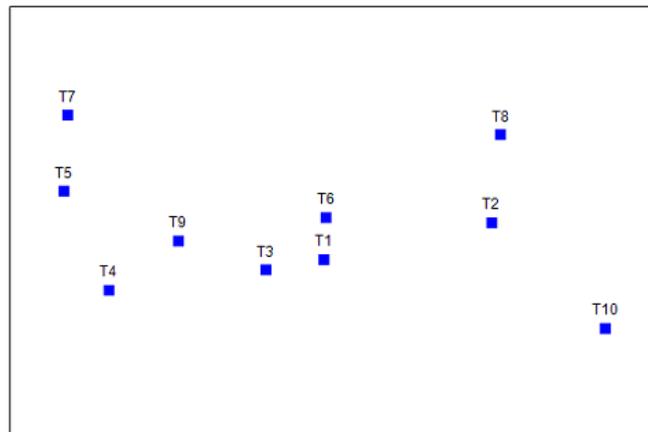
A dispersão das carcaças no espaço bidimensional determinado pela ordenação MDS, a partir da abundância e composição da meiofauna, sugere maior dissimilaridade entre as unidades amostrais nas distâncias de 1 cm (Fig. 13 a) e de 15 cm (Fig. 13 b). Como a distribuição das carcaças nas distâncias de 1 cm e de 15 cm demonstra diferenças, presume-se que seus efeitos são independentes. Já a concentração das carcaças no mesmo espaço definido pela ordenação MDS na distância de 200 cm (Fig. 13 c) indica maior similaridade das unidades amostrais a 200 cm da carcaça com exceção das T6 e T10.

Figura 13 - Ordenação MDS bidimensional das carcaças (T) de tartarugas-cabeçudas (*Caretta caretta*) encontradas nas praias do litoral norte do Rio Grande do Sul (2018/2019) baseada na meiofauna coletada a 1 cm (a), 15 cm (b) e 200 cm (c) de distância das mesmas. (Densidade dos táxons meiofaunais transformados por raiz quadrada e similaridade pelo Índice de Bray-Curtis).

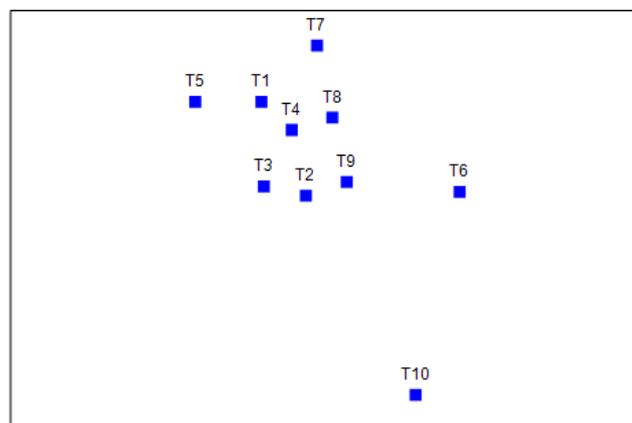
a) 1 cm



b) 15 cm

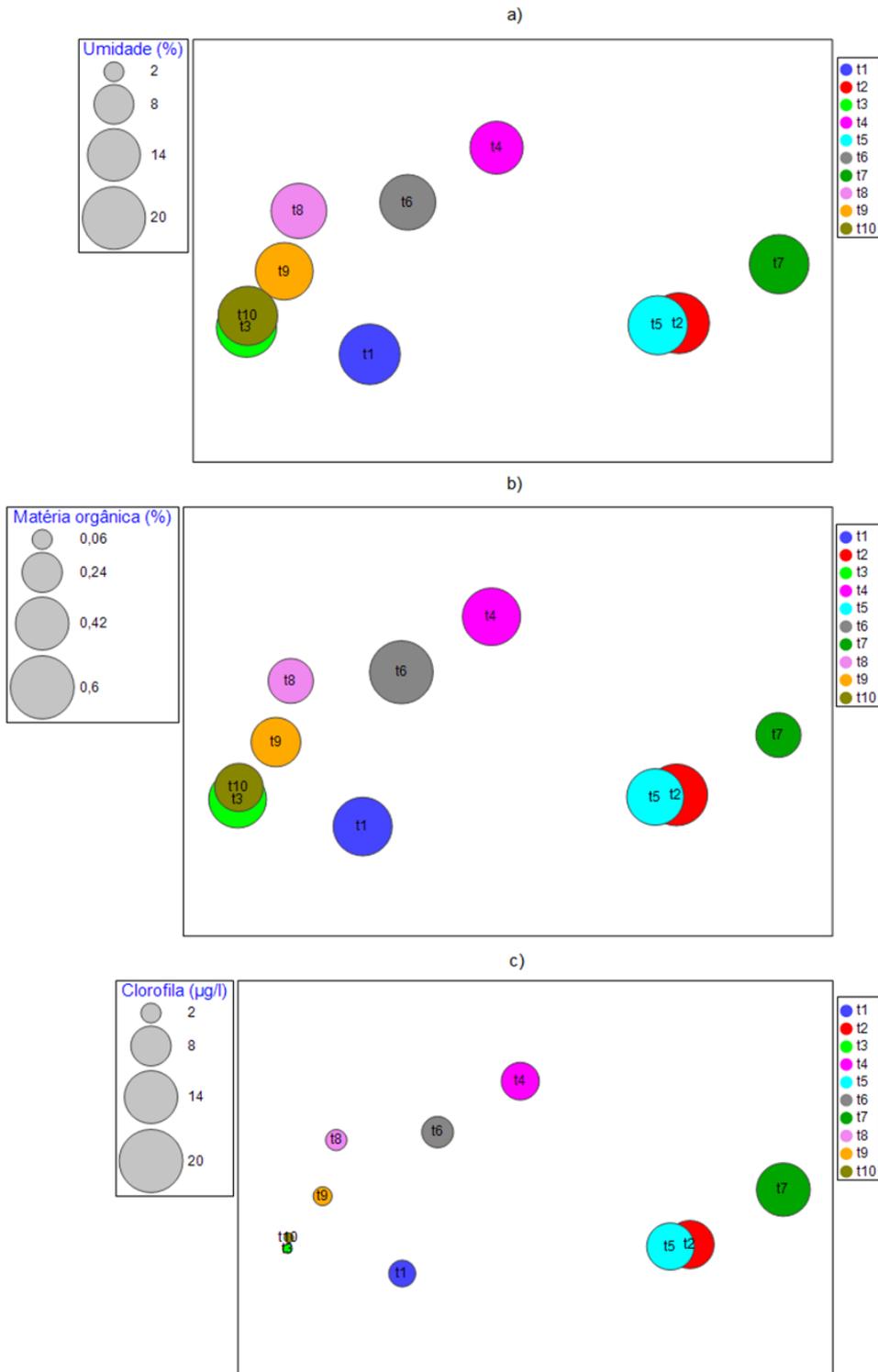


c) 200 cm



Na figura 14, os valores dos parâmetros ambientais foram sobrepostos nas carcaças distribuídas pela análise de ordenação MDS a partir da meiofauna encontrada nas distâncias de 1 cm, 15 cm e 200 cm da tartaruga-cabeçuda morta. As porcentagens de umidade (Fig. 14 a) e de matéria orgânica (Fig. 14 b) não diferiram muito entre as unidades amostrais, contudo as concentrações de Clorofila *a*, sim (Fig. 14 c). Através deste parâmetro, é possível definir três grupos de carcaças, um com concentrações elevadas, outro com concentrações medianas e, finalmente, o último com concentrações baixas de Clorofila *a*.

Figura 14 - Ordenação MDS bidimensional das carcaças (T) de tartarugas-cabeçudas (*Caretta caretta*) encontradas nas praias do litoral norte do Rio Grande do Sul (2018/2019) baseada na meiofauna coletada a 1 cm, 15 cm e 200 cm de distância das mesmas com a sobreposição dos teores de umidade (a), de matéria orgânica (b) e de Clorofila *a* (c) do sedimento (Densidade dos táxons meiofaunais transformados por raiz quadrada e similaridade pelo Índice de Bray-Curtis).



Fonte: Autor (2021)

1. DISCUSSÃO

A densidade média da meiofauna total verificada foi menor que os valores encontrados no supralitoral por Dutra (2011), 1.222 ind/10 cm², porém maior que os valores registrados por outros autores na mesma zona da praia: 70 ind/10 cm² (JESUS, 2014), 22 ind/10 cm² (TARRAGÔ, 2014), 42 ind/10 cm² (ANDRADE, 2019).

A composição meiofaunal foi pobre em termos de grupos zoológicos durante o estudo. Acredita-se que a baixa riqueza de grupos taxonômicos está relacionada primeiramente à zona da praia onde as amostragens ocorreram. A saturação de água da areia mais transitória na zona entremarés superior pode impor dificuldades para grupos menos adaptados a dessecação. Quanto aos grupos taxonômicos presentes, os nematódeos foram os membros da comunidade mais expressivos. Em relação aos demais, os ácaros e dípteros mostraram uma tendência de ocorrer junto da carcaça, enquanto os turbelários, afastados desta.

A participação dominante dos nematódeos na meiofauna associada aos substratos de praia já era esperada. Dutra (2011) e Jesus (2014) relatam uma porcentagem acima dos 70% para Nematoda. A grande plasticidade funcional e ecológica exibida pelo filo Nematoda têm garantido a sua predominância na maioria das comunidades meiofaunais. Contudo, a participação próxima de 100% na composição da comunidade meiofaunal verificada no presente trabalho parece estar ligada ao ambiente em decomposição. Olafsson (1992), em experimentos de decomposição animal em microcosmos, também encontrou uma composição de 98% de nematódeos. Resultados semelhantes foram obtidos por Debenham (2004) e Pavlyuk (2009) em água oceânicas profundas e por Fonseca (2011) em águas estuarinas rasas. Sabe-se que as bactérias têm papel importante na nutrição de muitos nematódeos, sendo estes atraídos massivamente por restos vegetais e animais em decomposição. A ação dos nematódeos bacteriófagos regula e estimula o crescimento bacteriano, portanto a sua presença no cenário de decomposição reduz o tempo de decomposição significativamente (RIEPER-KIRCHNER, 1989; GIÉRE, 1993). Gerlach (1977) observou a existência de gêneros de nematódeos com boa capacidade migratória que tem comportamento de aglomerarem-se junto a carcaças em praias arenosas. Certamente, o estudo em nível de gênero teria propiciado um maior avanço na compreensão da influência da carcaça sobre a meiofauna. Olafsson (1992) discorre que

as áreas escurecidas, muito ricas em MO em decomposição, podem ser discriminadas de áreas pobres em MO pela composição de espécies de nematódeos.

Os turbelários são notáveis predadores meiofaunais e por isso sua abundância tende a ser reduzida; são mais comuns em zonas úmidas saturadas da praia. (HIGGINS; THIEL, 1988; GIERE, 1993).

Os dípteros naturalmente fazem parte da fauna de praia ocupando os estratos superiores da faixa de praia (CARVALHO, 2004). Entretanto, neste trabalho, as larvas deste grupo mostraram-se mais associadas às carcaças indicando um potencial de serem espécies alóctones atraídas pela carcaça.

Ácaros, apesar de pouco abundantes, são comuns em amostras de meiofauna de praia e são característicos predadores meiofaunais. A maioria dos ácaros são sensíveis a condições hipóxicas, em sedimentos arenosos finos sua frequência fica em torno de 5% do total da meiofauna (GIERE, 1993). Dutra (2011) e Tarragô (2017) encontraram uma densidade menor a 1% de ácaros referente a meiofauna total, semelhante ao resultado encontrado deste trabalho.

Há registro de oligoquetas na meiofauna das praias do litoral norte do Rio Grande do Sul. Jesus (2014) encontrou no litoral norte cerca de 13% de representatividade de oligoquetas, enquanto Tarragô (2017) e Dutra (2011) encontraram 3%. Entretanto, Olafsson (1992) observou que oligoquetas evitam áreas com carcaças, o que pode explicar a ausência deste grupo no presente trabalho.

Considera-se amplo o espectro de resposta da densidade da meiofauna em relação às carcaças de tartarugas-cabeçudas analisadas. Dependendo da carcaça, o efeito observado foi positivo, negativo ou neutro sobre o número de indivíduos por área. As diferentes respostas dos organismos meiofaunais estão primeiramente ligadas às características únicas do corpo em decomposição em um dado momento e à posição deste na faixa de praia.

Percebeu-se que as tartarugas-cabeçudas mortas que atendiam os requisitos de um determinado estágio de decomposição definido por Geraci & Lounsbury (2005), ainda se mostravam muito diferentes entre si em vários aspectos. Tal fato demonstra que, além das limitações de qualquer classificação, a complexidade do processo de decomposição do cadáver envolve muitas variáveis e, pelo menos, algumas de natureza estocástica. O tempo de permanência da carcaça no local é um dado de grande relevância que não foi possível mensurar no trabalho.

A contribuição das carcaças para o sedimento também pode ser muito influenciada pela posição do animal morto em relação ao mar e das condições do último. Marcas de ondas recentes no entorno da carcaça e ausência de manchas de fluídos orgânicos, sugerem a ação das ondas no local removendo, ou diluindo, o material orgânico possivelmente presente. Por outro lado, a presença de espécies macrofaunais observada junto à carcaça também pode servir de evidência quanto à influência da água marinha no local de decomposição. Em algumas ocasiões, observou-se rastros de *Excirolana armata* junto à carcaça, isópode carnívoro e necrófago típico da zona entremarés saturada pela água marinha (YANNICELLI et al., 2001); em outras, verificou-se as galerias superficiais dos insetos *Efflagitatus freudei* e *Neoscapteriscus riograndensis* ao redor da carcaça, que por sua vez são espécies típicas do supralitoral (SCHREINER & OZORIO, 2003). Então, embora o desenho amostral tenha limitado o estudo na zona entremarés superior, a diferença de posição das carcaças dentro desta zona indica que elas podem estar submetidas a condições distintas no que diz respeito a ação das marés e o tempo de exposição ao ar atmosférico.

Considerando o indivíduo em si em decomposição, sua posição no perfil de praia e o tempo de permanência em uma dada área da praia, é possível dizer que praticamente cada tartaruga cabeçuda morta analisada constituía um ambiente singular de decomposição induzindo à meiofauna a uma resposta específica. Pela maior similaridade encontrada nos pontos a 200 cm da carcaça, presume-se que nesta distância a carcaça não exerce mais influência sobre a meiofauna da zona entremarés superior de praias arenosas

A variabilidade da meiofauna nos perfis (N) e (S) indicam que o efeito da carcaça sobre a areia se dá distintamente nos múltiplos vetores com origem no corpo em decomposição. Ao redor da carcaça, percebeu-se áreas sombreadas, áreas soterradas e secas, áreas umedecidas por fluídos corporais e áreas sem sinais da decomposição da tartaruga morta. Outra evidência da heterogeneidade espacial em que se dá o processo de degradação foi a variabilidade da meiofauna encontrada dentro dos perfis, isto é, a 1 cm e 15 cm. A própria macrofauna atraída pela carcaça é um aspecto que pode diversificar a resposta da meiofauna ao redor do corpo em decomposição. Alguns autores debatem que a densidade de nematódeos aumenta com o enriquecimento vindo da carcaça em áreas onde a macrofauna já não expressa grande pressão competitiva e predatória sobre a meiofauna (Debenham 2004; Pavlyuk 2009).

A faixa de percentuais de umidade nos locais das carcaças certamente reflete a umidade do entremarés superior, zona de praia fixada para a amostragem da meiofauna sob influência das tartarugas-cabeçudas mortas. Eventuais reduções deste fator ambiental mais próximo das carcaças (1 cm e 15 cm) podem ser atribuídas ao acúmulo das areias depositadas pelo vento junto as mesmas.

Um gradiente acentuado de redução de MO com distanciamento da carcaça era esperado, entretanto constatou-se valores relativamente baixos em todas as distâncias analisadas e similares aos verificados por Dutra (2011) e Jesus (2014) em sedimentos livres de carcaças. O retrabalhar constante das marés sobre o perfil de praia pode dificultar a concentração de materiais ou acumulação de resíduos.

A discussão dos dados encontrados com os de outras pesquisas que tratam do mesmo tema não pode ser muito desenvolvida, pois o ambiente e os animais em decomposição eram muito distintos, impedindo comparações diretas (GERLACH, 1977; ÓLAFSSON, 1992; DEBENHAM et al., 2004; PAVLYUK et al., 2009; FONSECA, 2011). Isso demonstra o quanto é incipiente o conhecimento sobre a contribuição dos encalhes de animais de grande porte para a biota de praia arenosa, a despeito de sua grande importância para este ecossistema.

2. CONSIDERAÇÕES FINAIS

As carcaças se mostraram unidades multifatoriais que influenciam diferentemente a meiofauna. Para entender em que condições a sua contribuição pode ser positiva, negativa ou neutra, há necessidade de se conduzir experimentos controlados e de preferência com a mesma duração do processo de decomposição da carcaça. Seu delineamento deve levar em conta a escala espacial em centímetros, tendo em vista que a degradação corporal não se dá de forma homogênea em toda a área ocupada pela carcaça.

Há expressiva concordância entre os autores dos estudos de meiofauna relacionada às carcaças que a nematofauna junto aos corpos em decomposição, embora não difira em abundância, possui significativa distinção nas espécies presentes (ÓLAFSSON, 1992; DEBENHAM, 2004; PAVLYUK, 2009; FONSECA, 2011). Sendo

assim, pesquisas futuras sobre a meiofauna relacionada às carcaças deve analisar sua composição em nível taxonômico no mínimo de gênero para que o alcance de seus resultados seja mais elucidativo.

REFERÊNCIAS

AFGHAN, Afghan et al. **Main Anthropogenic Impacts on Benthic Macrofauna of Sandy Beaches: A Review**. Journal of Marine Science and Engineering, v. 8, n. 6, p. 405, 2020.

ALLEN, Stewart E. et al. **Chemical analysis of ecological materials**. Blackwell Scientific Publications. 1974.

ANDERSON, M.; GORLEY, R.; CLARKE, K. **PERMANOVA. for PRIMER: guide to software and statistical methods**. Primer-e, Plymouth, UK, 2008.

ANDRADE, Marcos Linhares de. **Influência da descarga de água continental subterrânea sobre a meiofauna da zona entremarés**. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Imbé. 2019.

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

BROWN, A. C.; MCLACHLAN, A. **Sandy shore ecosystems and the threats facing them: some predictions for the year 2025**. Environmental Conservation, [s. l.], v. 29, n. 1, p. 62–77, 2002.

CARVALHO, Rafael Mendonça. **Estudo sobre dípteros da praia de Tramandaí**. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Imbé. 2004.

- CLARKE, K. R.; WARWICK, R. M. **An approach to statistical analysis and interpretation**. Change in marine communities, v. 2, n. 1, p. 117-143, 1994.
- CECCHI, H. M. **Fundamentos Teóricos e Práticos em Análise de Alimentos**. 2. ed. Campinas: Ed. da Unicamp, 208 p. 2003.
- COULL, B. C. **Role of meiofauna in estuarine soft-bottom habitats**. Aust. J. Ecol. 24: 327–343, 1999.
- DANOVARO, Roberto et al. **Exponential decline of deep-sea ecosystem functioning linked to benthic biodiversity loss**. Current Biology, v. 18, n. 1, p. 1-8, 2008.
- DEBENHAM, Nicola J. et al. **The impact of whale falls on nematode abundance in the deep sea**. Deep Sea Research Part I: Oceanographic Research Papers, v. 51, n. 5, p. 701-706, 2004.
- DUTRA, Felipe de Souza. **Composição e distribuição do meiobentos de praias arenosas subtropicais do Atlântico Sul Ocidental durante a estação de verão: uma comparação entre o Litoral Norte e o Litoral Médio do Rio Grande do Sul, Brasil**. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Imbé. 2011.
- FONSECA, Gustavo et al. **Meiobenthic community underneath the carcass of a stingray: a snapshot after natural death**. Aquatic Biology, v. 13, n. 1, p. 27-33, 2011.
- GIERE, O. **Meiobenthology: the microscopic fauna in aquatic sediments**. Hamburg: Springer-Verlag, 1993.
- GIERE, O. **Meiobenthology: The Microscopic Motile Fauna of Aquatic Sediments**. Springer. 2ed. 538p. 2009.
- GERACI, Joseph R.; LOUNSBURY, Valerie J. **Marine mammals ashore: a field guide for strandings**. National Aquarium in Baltimore. 2005.

GERLACH, Sebastian A. **Attraction to decaying organisms as a possible cause for patchy distribution of nematodes in a Bermuda beach**. *Ophelia*, v. 16, n. 2, p. 151-165, 1977.

GOLTERMAN, H.L., CLYNO, R.S. & OHNSTAD, M.A.M. **Methods for physical and chemical analysis of freshwaters**. 2nd ed. Blackwell, Oxford. 315p. 1978.

HEIP, Carlo et al. **The ecology of marine nematodes**. 1985.

HIGGINS, R. P.; THIEL, H. **Introduction to the study of meiofauna**. Washington, D.C.: Smithsonian Institution Press: Washington, D.C., 1988.

HOUSTON, David C. **The adaptations of scavengers**. Serengeti: dynamics of an ecosystem, p. 263-286. 1979.

JESUS, Murillo Fernando de Souza. **Estrutura da meiofauna em praia arenosa subtropical com ênfase no filo Nematoda**. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Imbé. 2014.

LERCARI, Diego; BERGAMINO, Leandro; DEFEO, Omar. **Trophic models in sandy beaches with contrasting morphodynamics: comparing ecosystem structure and biomass flow**. *Ecological Modelling*, v. 221, n. 23, p. 2751-2759. 2010.

LUZ, Pedro B. **Análise dos padrões de encalhes de tartarugas marinhas no litoral norte e médio do Rio Grande do Sul entre 1994 e 2015**. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Porto Alegre. 2016.

MARE, M. F. **A study of a marine benthic community with special reference to the micro-organisms**. *Journal of Marine Biology Association*, v. 25, p. 517-554, 1942.

- MARIA, Tatiana Fabricio; WANDENESS, Adriane Pereira; ESTEVES, André Morgado. **State of the art of the meiofauna of Brazilian Sandy Beaches**. Brazilian Journal of Oceanography, v. 64, n. spe2, p. 17-26, 2016.
- MENEZES, Rodrigo Barreto. **ENCALHES DE CETÁCEOS (ORDEM CETACEA), ENTRE 1993 E 2004, NO LITORAL DO RIO GRANDE DO SUL-RS**. Tese de Doutorado. Fundação Universidade Federal do Rio Grande. 2005.
- MOENS, Tom et al. **Do nematode mucus secretions affect bacterial growth?**. Aquatic Microbial Ecology, v. 40, n. 1, p. 77-83, 2005.
- MCLACHLAN, Anton; DEFEO, Omar. **The ecology of sandy shores**. Academic Press, 2017.
- NASCIMENTO, Francisco JA; NÄSLUND, Johan; ELMGREN, Ragnar. **Meiofauna enhances organic matter mineralization in soft sediment ecosystems**. Limnology and Oceanography, v. 57, n. 1, p. 338-346. 2012.
- ÓLAFSSON, Emil. **Small-scale spatial distribution of marine meiobenthos: the effects of decaying macrofauna**. Oecologia, v. 90, n. 1, p. 37-42, 1992.
- PAVLYUK, Olga N.; TREBUKHOVA, Yulia A.; TARASOV, Vitalyi G. **The impact of implanted whale carcass on nematode communities in shallow water area of Peter the Great Bay (East Sea)**. Ocean Science Journal, v. 44, n. 3, p. 181-188, 2009.
- PEREIRA, Marcos Wenceslau de Oliveira. **Estudo dos dípteros na faixa praial de uma praia arenosa subtropical: aspectos de amostragem, composição e relação com o meio ambiente**. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Imbé. 2013.
- RAFAELLI, D. & HAWKINS, S. **Intertidal ecology**. London, Chapman & Hall. 356p. 1996.

REINECK, H.-E. et al. **Sedimentology, fauna zoning and succession of facies of the east coast of the inner German Bight**. Senckenbergiana lethaea, n.4. 1968.

RIEPER-KIRCHNER, M. **Microbial degradation of North Sea macroalgae: field and laboratory studies**. Botanica Marina;(FR Germany), v. 32, n. 3. 1989.

SCHLACHER, Thomas A.; STRYDOM, Simone; CONNOLLY, Rod M. **Multiple scavengers respond rapidly to pulsed carrion resources at the land–ocean interface**. Acta Oecologica, v. 48, p. 7-12. 2013.

SCHREINER, Rosvita; OZORIO, Carla Penna. **Dinâmica da fauna de insetos do supralitoral numa praia do Atlântico Sul: Estudo de curta duração**. Biociências, v. 11, n. 2, p. 123-131. 2003.

TARRAGÔ, Luana Dotto. **Influência das marés de tempestade sobre a macrofauna bentônica de uma praia arenosa subtropical do Oceano Atlântico ocidental**. Trabalho de Conclusão de Curso - Graduação em Ciências Biológicas. Universidade Federal do Rio Grande do Sul, Imbé. 2014.

TARRAGÔ, Luana Dotto; OZORIO, Carla Penna. **Influence of storm surges on intertidal meiofauna of an exposed sandy beach**. Brazilian Journal of Oceanography, v. 65, n. 4, p. 709-714. 2017.

V. G.; NEVES, G. **Praias arenosas**. In: PEREIRA, R. C.; SOARES-GOMES A. (org.). Biologia Marinha. 2 ed., Rio de Janeiro: Interciência, cap. 14, p. 339-358. 2009.

WATZIN, Mary C. **The effects of meiofauna on settling macrofauna: meiofauna may structure macrofaunal communities**. Oecologia, v. 59, n. 2-3, p. 163-166. 1983.

WILSON, Erin E.; WOLKOVICH, Elizabeth M. **Scavenging: how carnivores and carrion structure communities**. Trends in Ecology & Evolution, v. 26, n. 3, p. 129-135. 2011.

YANNICELLI, B.; PALACIOS, R.; GIMÉNEZ, L. **Activity rhythms of two cirrolanid isopods from an exposed microtidal sandy beach in Uruguay**. *Marine Biology*, v. 138, n. 1, p. 187-197. 2001.

ZEPPILLI, Daniela et al. **Is the meiofauna a good indicator for climate change and anthropogenic impacts?**. *Marine Biodiversity*, v. 45, n. 3, p. 505-535, 2015.

APÊNDICE

Os espécimes foram classificados em cinco categorias de decomposição (adaptado de Geraci & Lounsbury. (2005).

- I. Animais vivos;
- II. Animais recém-mortos, aparência normal, sem odor de putrefação, membranas mucosas em bom estado, tecido muscular e adiposo firmes;
- III. Carcaça pouco ou moderadamente decomposta, órgãos podem estar intactos ou com aspecto franjeado, odor moderado, membranas mucosas secas, tecido muscular e adiposo moles;
- IV. Estágio de decomposição avançada, danos frequentes por carniceiros, forte odor, musculatura e vísceras próximas ao estado de liquefação;
- V. Animal mumificado ou restos do esqueleto, tegumento pode estar aderido aos ossos ou ossos totalmente limpos com ausência de tecidos.